

UIC - Campus de l'Ebre

EUCET

Col·lecció Tècnica

2

Variedades y mejora del
arroz

Josep Maria Franquet Bernis
Cinta Borràs Pàmies

UIC

VARIEDADES Y MEJORA DEL ARROZ

(Oryza sativa, L.)

Josep Maria Franquet Bernis

Cinta Borràs Pàmies



Universitat Internacional de Catalunya

Escola Universitària de Ciències
Experimentals i Tecnologia

2004

VARIETADES Y MEJORA DEL ARROZ
(*Oryza sativa*, L.)

VARIETADES Y MEJORA DEL ARROZ
(*Oryza sativa*, L.)

Josep Maria Franquet Bernis

Ingeniero Agrónomo, EUR-ING
Ingeniero Técnico en Explotaciones Agropecuarias
Dr. en Ciencias Económicas y Empresariales
Profesor asociado de la Universidad Internacional de Cataluña (UIC)
Profesor-tutor de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Cinta Borràs Pàmies

Ingeniero Técnico Agrícola
Profesora de Enseñanza Secundaria

2004

Primera edición, abril de 2004

Edición realizada con el patrocinio de la Universidad
Internacional de Cataluña y la Asociación de Ingenieros
Agrónomos de Cataluña.

© Josep Maria Franquet i Bernis

ISBN: 84-930364-1-2

Depósito legal:

Imprime: **CopyRapid**, Tortosa.
Tel.: 977 44 33 97

Printed in Spain

La reproducción total o parcial de esta obra mediante cualquier procedimiento, ya sea reprografía o bien tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares por medios de alquiler o préstamo, están rigurosamente prohibidos sin la autorización escrita de los autores y serán sometidos a las sanciones establecidas por la ley.
--

PRÓLOGO

De todos los cereales existentes o conocidos, el arroz (*Oryza sativa* L.) es, sin duda alguna, el que ofrece la posibilidad de llenar más rápidamente un déficit de producción agrícola para la alimentación del hombre y, junto con el trigo y la carne o el pescado, constituye la base de la alimentación humana. La historia nos ha demostrado, en efecto, cuánta consideración los hombres han tenido siempre por el arroz y por sus preciosas cualidades nutritivas.

El arroz es uno de los cultivos más antiguos. Se domesticó hace miles de años en Asia (aunque no hay unanimidad respecto el lugar ni el periodo, pero se han encontrado restos de unos 8.000 años de antigüedad en la China) y en África. Se extendió por China y por toda Asia 3.000 años antes de nuestra era. Europa oyó hablar del arroz a los escritores que acompañaron a Alejandro Magno (“el Grande”) en la conquista de la India. A partir del siglo VIII se cultivó en España y Portugal y entre los siglos IX y X también en el sur de Italia.

Durante el último milenio se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes. En los Estados Unidos se desarrolló a partir del trabajo de los esclavos negros venidos del oeste de África, que ya lo conocían. Esta circunstancia se produjo alrededor del año 1718. En el *New South Wales* (Australia) las primeras tentativas de cultivo de arroz se efectuaron en el año 1891.

Lo cierto es que cualquiera que fuese su tierra de origen, el arroz conquistó, en poco tiempo, a los hombres y mujeres de casi todos los países del mundo. De hecho, si el trigo se conocía como el alimento básico de la civilización occidental, el arroz se ha considerado del mismo modo de la oriental, aunque hoy en día este calificativo lo podemos extender también a escala mundial.

Como su propio nombre indica, el presente trabajo pretende la presentación razonada de la metodología precisa para la mejora y obtención de nuevas variedades de arroz cuyo cultivo sea de interés, primordialmente,

en el espacio geográfico de las zonas arroceras españolas, aunque también resulte aplicable a otras áreas de características edafoclimáticas similares. Como ejemplo de ellas, nos referiremos al delta del Ebro, lugar donde se han llevado a cabo buena parte de las experiencias que iremos desgranando a lo largo del presente libro. Pese a ello, también se presenta la problemática del arroz en diversas partes del mundo.

Pero ahora mismo se está abriendo todo un gran abanico de posibilidades para el futuro. Sin duda, el descubrimiento del secreto que encierran los genes es uno de los más importantes de la humanidad. Conociendo la secuencia completa del ADN se puede comenzar a estudiar la influencia que tienen los genes y modificar las expresiones génicas indeseables. La obtención del genoma del arroz ha conllevado descifrar toda la información genética de los doce cromosomas de la planta de arroz a principios del año 2001; se trata de un excelente trabajo si se tiene en cuenta que el genoma del arroz cuenta con unos 430 millones de códigos genéticos. Esto significa que, después del genoma humano, el arroz es el siguiente en tamaño que se ha podido descifrar hasta la fecha.

También en el marco limitado de estas reflexiones, queremos rendir tributo sincero de admiración y agradecimiento a los excelentes libros de texto, investigaciones y artículos técnicos, citados en la bibliografía y en los fondos documentales, sobre diversos temas relacionados con la mejora genética y otros aspectos referentes al comercio nacional y mundial del arroz, habiendo sido influidos notablemente, en nuestros estudios, por el brillante trabajo de sus autores.

Llegados, por fin, al ineludible capítulo de agradecimientos, debemos señalar que no olvidamos la formidable deuda de gratitud contraída con los que fueron nuestros guías y maestros, algunos de ellos ya desaparecidos. Nuestro reconocimiento, en fin, a la Universidad Internacional de Cataluña, a la Asociación de Ingenieros agrónomos de Cataluña, al impresor *Copy-rapid*, a la empresa obtentora y seleccionadora Semillas Certificadas Castells, S.L. y, en general, a todos cuantos se han interesado por la publicación del presente libro, aportando sugerencias y valiosos consejos dirigidos a la mejor consecución de nuestro empeño.

Tortosa, febrero de 2004

LOS AUTORES

CAPÍTULO 1

- ALGUNAS IDEAS PREVIAS -

1. Introducción

En el mundo actual, es bien sabido que uno de los principales problemas es la falta de alimentos, fenómeno éste que ya fue advertido por el economista clásico inglés R. Malthus.

La producción de alimentos es altamente deficitaria en muchos países y será necesario incrementarla si se quieren satisfacer las necesidades mínimas de la creciente población. El hambre y la desnutrición son ya un hecho en las dos terceras partes del mundo y continúan extendiéndose, de manera que la brecha que separa los países desarrollados de los subdesarrollados crece alarmantemente.

En alimentación no sólo cuenta la cantidad, sino que también es fundamental la calidad. Las dietas deficientes de proteínas o con proteínas de mala calidad producen alteraciones irreversibles en los niños. La existencia de productos inhibidores enzimáticos en algunos vegetales comestibles puede producir diferentes enfermedades en el hombre o incluso en los animales domésticos. Estos hechos suceden principalmente en algunas áreas geográficas en las cuales la alimentación está basada en cereales (arroz, trigo, cebada, centeno, maíz, sorgo, mijo) con alto contenido de glúcidos o hidratos de carbono, suplementada ligeramente con proteínas vegetales procedentes de leguminosas (guisantes, vezas, yeros, altramuces, habas, frijoles, judías, lentejas, garbanzos, etc.) y lípidos o grasas como los aceites de soja, colza o cacahuete.

Para mejorar la nutrición de dicha zona, se debe cultivar una mayor variedad de plantas, particularmente las que contienen importantes cantidades de proteínas y aceites útiles para la nutrición. Al mismo tiempo, un incremento en la producción de forrajes facilitará la cría de ganado para poder cubrir una mayor parte del alimento humano.

Incluso en los países desarrollados debe continuar aumentando la capacidad productiva de su agricultura para contribuir al alimento de toda la humanidad.

Se puede decir que los alimentos de origen orgánico provienen de los vegetales directamente, o bien indirectamente a través de los animales, que actúan como intermediarios del proceso. Por lo tanto, una alternativa válida a la situación actual de la calidad alimentaria y sus efectos sobre la salud humana (contenidos de colesterol y triglicéridos, niveles de ácido úrico, ...) sería la disminución en el abastecimiento de productos animales (prescindir de los intermediarios) y un incremento en la utilización de vegetales (principalmente cereales y leguminosas) con buena calidad alimentaria.

2. Presentación

Como su propio nombre indica, el presente trabajo pretende la presentación razonada de la metodología precisa para la mejora y obtención de nuevas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) cuyo cultivo sea de interés, primordialmente, en el espacio geográfico de las zonas arroceras españolas, aunque también resulte aplicable a otras áreas de características edafoclimáticas similares. Como ejemplo de ellas, realizaremos una descripción del delta del Ebro, lugar donde se han llevado a cabo buena parte de las experiencias que iremos desgranando a lo largo del presente libro. Todo ello se completa también con la descripción morfobotánica de la especie, sus técnicas de cultivo, su importancia económica y comercial a nivel nacional e internacional, la situación de la mejora varietal en los diferentes países productores del mundo, la

producción y certificación de semillas y, al cabo, la legislación más relevante de aplicación al respecto.

3. El origen del arroz

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

Los últimos hallazgos arqueológicos en yacimientos de China han puesto al descubierto glumas de arroz que podrían datarse entre el 2750 y el 3280 antes de Cristo. Y hasta 3.500 años antes de Cristo en Tailandia. De este modo, la extendida creencia de que el *Oryza sativa* era el origen del arroz (2.500 años antes de Cristo en la India) ha quedado desplazada. En realidad, las últimas investigaciones apuntan a que la planta del arroz parece tener un origen mucho más anterior a lo que se creía hasta la fecha.

Existen dos especies cultivadas, a pesar de que la consideremos una única planta: la variedad asiática y la africana. Ambas han sufrido su propio camino de domesticación.

En la variedad **asiática** se han seleccionado y buscado granos de mayor tamaño hasta obtener la especie *Oryza sativa*, que dio origen a tres razas diferentes: Índica, Japónica y Javánica. Los actuales cultivos de *Oryza sativa* se obtienen a través de cruzamientos y combinaciones interraciales y se distribuyen por todo el mundo. La variedad **africana**, *Oryza glaberrima*, que presenta una menor diversidad, se obtuvo a partir de dos especies silvestres.

4. El delta del Ebro

4.1. Situación y superficie

El delta del Ebro está situado en la costa oriental de España, en el mar Mediterráneo, entre los paralelos 40°38' y 40°48' N y los meridianos 4°16' y 4°34' E. Pertenece a los términos municipales de l'Ampolla, Camarles, Deltebre, Amposta, l'Aldea, Sant Jaume d'Enveja y Sant Carles de la Ràpita, abarcando las comarcas catalanas del *Baix Ebre* y *Montsià*, y todos ellos de la provincia de Tarragona.

Como muestra la figura 1.1, tiene la forma aproximada de un triángulo cuya base, a efectos administrativos, es aproximadamente la Carretera Nacional 340 (Cádiz-Barcelona) y cuyo vértice opuesto, la Isla de Buda, se adentra unos 25 km en el mar. De hecho, las últimas terrazas del Cuaternario disminuyen algo más su superficie, que queda perfectamente delimitada desde el punto de vista visual y geomorfológico. El río Ebro cruza su delta de Oeste a Este, dividiéndolo en dos grandes zonas o hemideltas: el septentrional o izquierdo (Norte) y el meridional o derecho (Sur).

La superficie total del delta del Ebro es de 32.059 Ha, que se distribuyen de la forma siguiente:

Delta Izquierdo.....	11.512 Ha
Punta Izquierda.....	410 Ha
Total Delta Izquierdo.....	11.922 Ha
Delta Derecho.....	16.199 Ha
Punta Derecha.....	2.447 Ha
Total Delta Derecho.....	18.646 Ha
TOTAL PARCIAL.....	30.568 Ha
Isla de Buda.....	1.231 Ha
Isla de Gracia.....	123 Ha
Isla de S. Antonio.....	133 Ha
Isla de S. Diego.....	4 Ha
Total Islas.....	1.491 Ha
TOTAL DELTA DEL EBRO.....	32.059 Ha

4.2. Características climatológicas

El clima de esta comarca es benigno. Así, por ejemplo, se observa que en 1965 las temperaturas fueron de 5'0°C en enero de mínima y 30'4°C en agosto de máxima, siendo la media anual de 16'9°C.

Examinando los datos del cuatrienio de una larga serie histórica o cronológica, se ve que la mínima fue de 6'4°C y la máxima de 35'3°C, siendo la media aproximada de horas de sol del orden de 1.130 desde los meses de mayo a agosto, ambos inclusive, con la siguiente insolación relativa: mayo (58%), junio (63%), julio (68%) y agosto (66%). Se trata, pues de un clima perfectamente apropiado para el cultivo de la práctica totalidad de hortalizas, forrajeras, pratenses, cereales, frutales tempranos y, en general, toda la extensa gama de cultivos mediterráneos, incluyendo, muy especialmente, el arroz. También resulta adecuado para el establecimiento de piscifactorías extensivas e intensivas.

La pluviometría, por datos observados desde 1930 a 1961, se cifra en una media anual de 506'8 mm (l/m^2), habiéndose registrado la mínima en 1931 con 258 mm y la máxima en 1936 con 903 mm. No obstante, para una serie cronológica suficientemente larga y representativa, la pluviometría media anual resultó ser de 488'1 mm.

A lo largo de un período de 25 años, la presión atmosférica media ha resultado ser de 758'5 mm Hg, con medias anuales extremas de 757'4 y 759'8 mm Hg, media mensual más alta de 761'0 mm Hg en enero, media mensual más baja en abril con 750'0 mm Hg, y valores aislados extremos de 777'5 y 721'4 mm Hg.

Aparte del típico levante, propio de los países mediterráneos, el viento que sopla con mayor intensidad (si bien con menos frecuencia) es el de componente NW ("vent de dalt", "mestral" o cierzo), propio del valle del Ebro.



Figura 1.1. Comarcas del "Baix Ebre" y "Montsià"

Para el período anterior, podemos considerar los siguientes valores:

- Velocidad media máxima: 102 km/h
- Recorrido máximo en 24 h: 1.782 km
- Recorrido mínimo en 24 h: 8 km
- Recorrido diverso medio: 359 km
- Meses más ventosos: enero, marzo y diciembre

Las horas en que sopla más el viento suelen ser las de la mañana, con mayor calma alrededor del mediodía.

Otros datos interesantes son los siguientes:

- Nebulosidad media: 3'9.
- Valores anuales extremos (nebulosidad): 3'4 y 4'5.
- Meses más despejados: enero y julio.

En cuanto a la evaporación, podemos consignar los siguientes datos:

- Promedio del período: 4'1 mm/día
- Promedio anual más alto: 4'8 mm/día
- Promedio anual más bajo: 3'5 mm/día,

siendo julio el mes de evaporación máxima y diciembre el de evaporación mínima.

La humedad relativa, por último, alcanzó un valor medio del 69%, con medias anuales extremas del 76% y 61%, siendo septiembre y octubre los meses más húmedos y abril el más seco.

5. Generalidades sobre el arroz y su cultivo

5.1 Morfología y taxonomía

El arroz (*Oryza sativa*, L.) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae* de las gramíneas. Posee las siguientes características:

-Raíces: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Tiene dos tipos de raíces: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas substituyen a las raíces seminales.

-Tallo: el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, erguido, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud.

-Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bifida y erguida que presenta, en el borde inferior, una serie de cirros largos y sedosos.

-Flores: son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavas, aquilladas y lisas; la glumilla tiene igualmente dos valvas aquilladas.

-Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles: la raquilla y el flósculo.

-Grano: el grano de arroz es el ovario maduro. El grano con cáscara se conoce como arroz "paddy"; el grano descascarado de arroz (cariópside), con el

pericarpio pardusco, se conoce como arroz-café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el denominado “arroz rojo”.

5.2. Adaptación del arroz a los suelos inundados

Los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y la nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por tanto, para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, concretamente en la vaina de la misma, así como en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para facilitar el paso del aire.

El aire se introduce en la planta a través de los estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose hacia la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción.

5.3. Importancia económica y distribución geográfica

Tal como hemos señalado en el Prólogo de la presente obra, el arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en

algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas, como España, Italia, Portugal, Francia y Grecia.

Tabla 1.1. Producción y rendimiento del arroz a nivel mundial

Producción y rendimiento del arroz a nivel mundial		
País	Producción (Tm)	Rendimiento (kg/Ha)
Mundo	592.873.253	3.863
China	190.389.160	6.241
India	135.000.000	3.027
Indonesia	51.000.000	4.426
Vietnam	32.000.000	4.183
Bangladesh	29.856.944	2.852
Thailandia	23.402.900	2.340
Myanmar	20.000.000	3.333
Japón	11.750.000	6.528
Brasil	10.940.500	3.010
Filipinas	12.500.000	3.205
U.S.A.	8.692.800	6.963
República de Corea	7.270.500	6.880
Colombia	2.100.000	4.773
Perú	1.664.700	5.549
Venezuela	737.000	4.913

Fuente: FAO, 2001

Entre los países que producen más de un millón de toneladas al año figuran Camboya (3.5 millones), Irán (2.6), Corea del Norte (2.1), Laos (1.6), Madagascar (2.4), Nepal (3.6), Nigeria (3.2), Pakistán (6.5) y Sri Lanka (2.7).

5.4. Comercio

El consumo de arroz y, por tanto, el comercio de dicho cereal de verano, está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad de los mismos. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

-De grano largo de perfil indica: éste, a su vez, se clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el hecho de que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmati), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.

-De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15%.

El comercio mundial del arroz durante estos 15 años (de 18 millones de toneladas en el 1996 a los 21 millones de toneladas previstas en el 2010), se estima que se incrementará a razón de una tasa anual de 1,11%, tasa de crecimiento significativamente inferior a la actual (8,82%) y refleja el hecho de que el impacto mayor de la liberalización comercial mundial que propugna la OMC (Organización Mundial del Comercio) ya surtió efecto.

5.5. Mercado mundial del arroz

Debido a las características del mercado mundial del arroz, éste contribuye a la volatilidad de los precios. Por tanto, se consideran los siguientes aspectos relevantes en el mercado internacional del arroz: destacan las pequeñas cantidades comercializadas respecto a las cantidades producidas o consumidas; por ello, pequeños cambios en la producción o en el consumo de alguno de los principales productores/consumidores o países compradores o

vendedores, pueden dar lugar a un gran impacto sobre el volumen puesto en el mercado y, por tanto, sobre los precios internacionales.

Otro aspecto a destacar es el alto grado de concentración entre los exportadores de arroz en el mundo, ya que el 85% de la exportación procede de sólo 7-9 países; por tanto, variaciones de las ofertas de las existencias de arroz, debidas a la climatología, por ejemplo, repercuten finalmente sobre los precios.

5.6. Mejora genética

El rendimiento mundial del arroz para 1996 fue de 2,52 Tm/Ha, y se proyecta que para el año 2010 el rendimiento será de 2,87 Tm/Ha, lo que supone un incremento anual acumulativo del 0,93%. Dicho incremento es un poco optimista si consideramos que el incremento en los últimos 6 años fue del 0,68%; así pues, la explicación para ese rendimiento "optimista" proyectado responde básicamente al desarrollo e incremento en el uso de variedades mejoradas. De ahí, en buena medida, la justificación e interés del presente libro.

Las variedades de arroz cultivadas han ido variando en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características y provocando la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, una mayor resistencia a las plagas y enfermedades, altura más baja (mayor resistencia al "encamado"), mejor calidad de grano o bien una mayor producción.

Los programas de mejora genética se basan en la producción de plantas de arroz dihaploides, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos. El empleo de líneas haploides incrementa la eficiencia de selección de caracteres de origen poligénico y facilita la detección de mutaciones recesivas. El cultivo *in vitro* continuado de líneas de cultivo de

anteras origina variaciones génicas, en este caso denominadas “gametoclonales”, que han dado lugar a nuevas variedades de arroz.

5.7. Requerimientos edafoclimáticos

5.7.1. Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados y mediterráneos. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas.

5.7.2. Temperatura

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de los 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días.

La panícula, usualmente llamada “espiga” por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 milímetros. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas.

La floración tiene lugar el mismo día del espigado, o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización.

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C. El óptimo de 30 °C. Por encima de los 50 °C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo correlativamente después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

La transpiración depende de la humedad y de la temperatura ambiente y, como la respiración, alcanza también su máximo en el momento en que la espiga se encuentra en zurrón para decrecer después del espigado.

5.7.3. Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos.

5.7.4. pH

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre

justamente lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico.

5.8. Particularidades del cultivo

5.8.1. Preparación del terreno

El laboreo de los suelos arroceros de tierras húmedas o de tierras en seco depende de la técnica de establecimiento del cultivo, de la humedad y de los recursos mecanizados. En los países de Asia tropical, el laboreo de tierras húmedas es un procedimiento habitual. El método tradicional de labranza para el arroz de tierras bajas es el arado y la cementación, siendo este último muy importante, pues permite el fácil trasplante.

En general, el terreno debe nivelarse muy bien, con pendientes que no deben sobrepasar el uno por mil, e incluso es preferible nivelar “a cero”, lo que permite hacer tablas hasta de 15 Ha. Las modernas técnicas de nivelación por rayo láser, a las que nos referiremos posteriormente, simplifican y perfeccionan notablemente esta tarea.

Al final del invierno se realiza la labor de alzar con el arado de vertedera o con cultivador de ganchos. Con el fin de dejar el terreno lo suficientemente disgregado, puede ser necesario dar dos pases dobles cruzados de escarificador. Según algunos agricultores, no conviene dar la labor de “fangueo”, porque en la siembra directa parece que se dificulta la nascencia, aunque se va imponiendo, como más práctico, en la mayoría de los casos, dar un ligero pase de “fangueo”. Este pase se da con tractor provisto de ruedas de jaula metálica, pero sin dar solape entre las pasadas, como se hacía anteriormente.

5.8.2. Siembra

En la siguiente tabla se recogen los distintos métodos de siembra según el tipo de cultivo del arroz, así como la correspondiente altura máxima del agua del arrozal. Así:

Tabla 1.2. Métodos de siembra del arroz según el tipo de cultivo

TIPOS DE CULTIVO DEL ARROZ	MÉTODO DE SIEMBRA	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL AGUA (cm)
Arroz de temporal de tierras bajas	Trasplante	0-50
Arroz de temporal superficial de tierras bajas	Trasplante	5-15
Arroz de temporal de profundidad media de tierras bajas	Trasplante	16-50
Arroz de aguas profundas	A voleo en suelo seco	51-100
Arroz flotante	A voleo en suelo seco	101-600
Arroz de tierras altas	A voleo o en hileras en suelo seco	Sin agua estancada

Fuente: Barker y Herdt

Puede realizarse la siembra a voleo, a mano, con máquina sembradora centrífuga accionada por tractor, o por avión o helicóptero. La siembra debe hacerse cuando el agua se encuentra clara y se hayan depositado los lodos en el fondo. En contadas ocasiones, se realiza la siembra en hileras.

La cantidad de semilla empleada debe dar lugar a un cierto número de tallos/m², después del ahijamiento, que sea el óptimo productivo para cada variedad, y que produzcan espigas que maduren lo más uniformemente posible. Para las variedades de panícula corta a densa y tallo más bien grueso, el número de tallos/m² más conveniente puede cifrarse en 250-300, mientras que en variedades de panícula larga y abierta, de tallo fino, este número debe estar comprendido entre 300-350 tallos/m².

El mayor número de tallos principales produce una mayor sensibilidad al encamado, pero asegura una maduración más homogénea de las espigas. Las variedades de mucho ahijamiento, como por ejemplo la *Bahía*, dan lugar a granos de maduración escalonada. En todo caso, siempre es aconsejable aumentar algo la dosis de semilla, especialmente en siembras tempranas y con variedades de gran ahijamiento.

La dosis media de siembra sería de 140-180 kg de semilla por Ha.

La siembra debe hacerse con el terreno inundado, con unos 5 cm de altura o tirante de agua. Inmediatamente después de la siembra, todavía sin nacer el arroz, se suele aumentar el nivel de la lámina de agua a 10 ó 15 cm, lo que perjudica el desarrollo del *Panicum*. Esta subida del nivel del agua le va mal al arroz, porque al nacer se ahíla, pudiendo incluso perderse parcelas enteras.

En la siembra del arroz, éste no se tapa nada. Las máquinas llevan tubos que pueden ir por encima del nivel del agua. Cuando la siembra se hace con avión o helicóptero, éste no debe volar muy alto, pues en dicho caso penetra demasiado la semilla y no nace correctamente. El avión debe sembrar, por supuesto, cuando no hay viento apreciable, lo cual suele tener lugar a primeras horas de la mañana o bien a últimas horas de la tarde.

5.8.3. Abonado

-GENERALIDADES:

Las necesidades medias de nutrientes/tm de producción de arroz son, como media, de 22 kg de N, 11 kg de P_2O_5 y 15 kg de K_2O . De estos datos podemos deducir que un abonado medio o "standard" (fórmula 6:3:4 = 3:1'5:2), pensando en una producción media de 7.000 kg/Ha. de arroz-cáscara, puede ser del orden de:

150 UF de N

75 UF de P_2O_5

100 UF de K_2O

En los arrozales del Guadalquivir se empleaban tradicionalmente 750 kg/Ha de sulfato amónico del 21%, 500 kg/Ha de superfosfato de cal del 18% y 150 kg/Ha de sulfato potásico del 46%. Es muy frecuente, no obstante, que los cultivadores prescindan del abonado potásico. Otros agricultores, que llevan abonando siempre con superfosfato, limitan su utilización a una vez cada dos años, y no faltan los que siempre emplean nitrogenado. El potasio se debe emplear siempre en forma de sulfato potásico en vez de utilizar cloruro, habida cuenta de las características edafológicas de la mayoría de los terrenos arrozales y del riesgo subsiguiente de salinidad.

Con frecuencia, se añaden abonos foliares complejos (N-P-K) a los herbicidas selectivos, para contrarrestar la depresión que éstos pueden producir en la planta de arroz como consecuencia de su aplicación.

El sulfato de cobre se emplea para evitar la invasión de algas. Lo corriente es aplicarlo poniendo piedras de sulfato de cobre en las piqueras.

La urea (48% de N) se usa hoy tanto como el sulfato amónico. A veces se usa el amoníaco anhidro incorporado en forma de gas mediante equipos inyectoros adecuados, así como también el nitrosulfato amónico (26%) y una extensa variedad de abonos complejos.

Cuando el arroz amarillea por falta de N debe realizarse una distribución de nitrato amónico del 33% a razón de 150 kg/Ha. Sin embargo, no es frecuente que esto se haga. Para ello se cierra la entrada de agua en la parcela y, después de un cierto grado de escurrido, se cierra también la salida y, ya sin corriente, se aplica el nitrato, que es absorbido por las plantas en un plazo de 24 horas.

Hay que cuidar las dosis de N a aplicar según las necesidades de cada parcela, para evitar el peligro de encamado, muy frecuente en este cultivo, y que reduce la producción al impedir un correcto acabado del grano, o al menos, encarece sensiblemente la recolección.

El superfosfato y el sulfato potásico se distribuyen sobre el terreno en seco antes de inundar la parcela, incorporándolos con un pase de cultivador o grada de discos. También es posible aplicarlos en la parcela inundada, incorporándolos con un pase de "fangueo". También se pueden utilizar abonos complejos granulados repartidos con abonadora centrífuga.

Cada vez se están utilizando más los abonos líquidos en suspensión. Aparte de la comodidad de su uso, parece que hay una mayor y mejor absorción de N al principio, lo que proporciona una nascencia más vigorosa y adelanto de unos cuantos días en el cultivo.

La mayor absorción de nitrógeno y potasa coincide con el período de máximo ahijamiento de la planta. La de fósforo, magnesio y calcio, con la fase final del ahijamiento.

La mayor parte de los fertilizantes son absorbidos por las raíces antes de que empiece la fructificación. La absorción de elementos minerales nutritivos es

mayor cuanto mayor es también el desarrollo de las raíces, el cual se ve favorecido por la oxigenación del terreno y por la circulación del agua de riego.

A continuación, pasaremos a tratar separadamente cada uno de los nutrientes fundamentales de este cultivo.

-NITRÓGENO: gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los restos de cosechas anteriores, pero la planta de arroz sólo absorbe el nitrógeno de la solución en forma inorgánica. El paso de la forma orgánica del nitrógeno a las formas inorgánicas tiene lugar mediante el conocido proceso de mineralización de la materia orgánica, siendo los productos finales de este proceso distintos según sean también las condiciones del suelo.

En un suelo anaeróbico, la falta de oxígeno hace que la mineralización del nitrógeno se detenga en la forma amónica, que es la forma estable en los suelos con estas condiciones. Esta forma de nitrógeno se encuentra en dos maneras: disuelta en la solución del suelo y absorbida por el complejo arcillo-húmico del mismo, formando ambas la fracción de nitrógeno del suelo fácilmente disponible para el arroz.

El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de la calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo, a saber:

1.-En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.

2.-Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza una longitud de 1,5-2,0 cm.

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de fondo, y, la segunda, en cobertera, al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis necesaria de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, el manejo de los fertilizantes, etc. En general, la dosis de 150 kg de nitrógeno por hectárea, a la que nos hemos referido con anterioridad, debe ser distribuida en dos veces (75% como abonado de fondo, 25% a la iniciación de la panícula).

En el abonado de fondo conviene utilizar fertilizantes amónicos y enterrarlos a unos 10 cm de profundidad, antes de la inundación de la parcela, con una labor de grada. El abonado de cobertera se aplicará a la iniciación de la panícula, utilizando nitrato amónico (33%). Los abonos nitrogenados utilizados, son generalmente, como ya se ha apuntado, el sulfato amónico, la urea, o bien abonos complejos que contienen además del nitrógeno, otros elementos nutritivos, oligoelementos y microelementos.

-FÓSFORO: también influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano.

El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases o estadios de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar oscilan desde los 50-100 kg de P_2O_5 /Ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo- limosos, de granulometría fina, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos y ligeros (arenosos, o de textura gruesa).

-POTASIO: el potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. Las dosis de potasio a aplicar varían entre 80-120 kg de K_2O /Ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y también cuando se empleen dosis altas de nitrógeno.

5.8.4. Riego

5.8.4.1. Introducción

Una vez implantado el cultivo, las labores a realizar se reducen al riego y a la aplicación de herbicidas y pesticidas, en su caso. En el riego hay que cuidar que el nivel del agua tenga la altura debida en relación con el desarrollo de la planta. En los primeros días, el nivel ha de ser alto, para proteger del frío a la plántula, entorpecer el desarrollo de las malas hierbas, impedir que el movimiento superficial del agua por el viento arranque a las jóvenes plantitas, aún no suficientemente arraigadas, y si se usan determinados herbicidas, impedir su degradación.

Según que la planta vaya creciendo, conviene rebajar estos niveles para permitir un mejor desarrollo y respiración de las hojas, que deben “puntear” por encima del agua.

Una vez implantado el cultivo, se mantiene el nivel de agua con ligeras variaciones, siendo conveniente la renovación de la misma para conseguir la mejor oxigenación y la temperatura adecuada.

Debe resaltarse la tradicional práctica de la “seca”, que tiene notable influencia en los resultados de la cosecha. La operación antedicha consiste en cortar la entrada de agua a la parcela y dejar que el suelo llegue a secarse en mayor o menor grado, lo que se realiza desde finales del ahijado hasta el comienzo de la formación de la panícula, a finales de junio y julio, pues si se hace en el ahijado se disminuye éste.

Los fines perseguidos con la “seca” son el de controlar el desarrollo vegetativo cuando éste es necesario, evitando riesgos de encamado, y preparar la planta para el período de fructificación, así como constituye una forma de defenderse contra las numerosas algas que se crían al amparo de la

planta de arroz, que dificultan la circulación del agua y llegan a molestar a la propia planta.

La “seca” se suele aprovechar para la aplicación de los herbicidas de contacto, que precisan mojar a la planta, ya que al mismo tiempo la “seca” provoca una eclosión de malas hierbas que se encontraban frenadas por la presencia de la lámina de agua.

Los sistemas de riego empleados en los arrozales son diversos, desde los sistemas estáticos, hasta los de recirculación y de recogida de agua. Teniendo en cuenta las ventajas e inconvenientes de cada sistema y de su impacto potencial en la calidad del agua, ello permitirá a los arroceros elegir el sistema más adecuado a sus operaciones de cultivo. A continuación, se describe cada uno de ellos de manera breve y concisa.

5.8.4.2. Sistema de riego por flujo continuo

Es el método más convencional, siendo diseñado para autorregularse: el agua fluye de la parte alta del arrozal a la parte baja, regulándose mediante una caja de madera. El vertido se produce desde la última "caja de desagüe", que se usa para mantener el nivel del agua de la tabla. Entre los inconvenientes de este sistema destacan los vertidos de pesticidas a las aguas públicas, el hecho de que el aporte constante de agua fría por la parte alta de la tabla produce el retraso en la fecha de maduración y perjudica los rendimientos en las zonas cercanas a la entrada de agua y la otra circunstancia de que la introducción de agua en la fecha de aplicación de herbicidas, da lugar precisamente a un menor control de las malas hierbas.

5.8.4.3. Sistema de recuperación del agua de desagüe por recirculación

Este sistema facilita la reutilización del agua de salida y permite que no se viertan residuos de pesticidas a los canales públicos. Tiene la ventaja de proporcionar una flexibilidad máxima, requiriendo un periodo más corto de

retención de agua después de la aplicación de los productos fitosanitarios que los sistemas convencionales. Consiste en elevar el agua de desagüe de la última tabla hasta la tabla de cota más alta mediante una motobomba de poca potencia (debido a la escasa altura manométrica de elevación necesaria) a través de una tubería o de un canal. Los costos derivados de la construcción y uso de un sistema recirculante dependen de la superficie cubierta por dicho sistema, así como del desnivel y la irregularidad del terreno. Tiene el inconveniente derivado del empleo de agua de menor calidad para el riego.

5.8.4.4. Sistema de riego estático

Mantiene las aguas con residuos de pesticidas fuera de los canales públicos y elimina la necesidad de un sistema de bombeo como el empleado en el recirculante; además, se controla de forma independiente la entrada de agua a cada tabla, limitándose la pérdida de agua por evapotranspiración y por percolación a la capa freática más o menos salobre del subsuelo. Este sistema consiste en un canal de drenaje que corre perpendicularmente a los desagües de las tablas. El canal está separado de cada parcela por una serie de válvulas que controlan la profundidad dentro de cada tabla. No resulta adecuado para suelos salinos y además se reduce el terreno cultivable debido a la construcción del canal de drenaje a cielo abierto.

5.8.4.5. Sistema de riego mediante recuperación del agua

La recuperación del agua se realiza mediante tuberías, utilizando el flujo debido a la gravedad para llevar el agua de una tabla a otra, evitando el vertido a los canales públicos de aguas con residuos de pesticidas. Este sistema es muy efectivo y presenta costos reducidos; además durante los periodos de retención del agua, permite una gran flexibilidad en el manejo. Sin embargo, cuando están conectadas varias tablas, debido a la gran superficie, se hace difícil su manejo preciso y eficaz; teniendo en cuenta también que, en los suelos salino-sódicos, la acumulación de sales puede resultar un verdadero problema.

5.8.5. Malas hierbas

La competencia de las malas hierbas en el arroz varía con el tipo de cultivo, el método de siembra, la variedad y las técnicas de cultivo (preparación del terreno, densidad de siembra, abonado, etc.). Esta competencia resulta más importante en las primeras fases de crecimiento del cultivo; por tanto, su control temprano resulta esencial para obtener óptimos rendimientos.

Los suelos inundados favorecen la abundancia de semillas viables de malas hierbas en el arrozal, dando lugar a una flora adventicia específica, de hábito acuático, que requiere métodos adecuados de control. La presencia masiva de malas hierbas puede reducir los rendimientos del arroz hasta un 50%.

Entre los métodos agronómicos para el control de las malas hierbas destacan el laboreo (profundidad y época de realización), riego (control de la capa de agua de inundación según la fase de cultivo), rotaciones y siembra (época, tipo y densidad). La determinación del límite de profundidad del agua es muy importante para maximizar la eliminación de las malas hierbas sin correr riesgos, ya que, por ejemplo, el incremento de la profundidad del agua aumenta la eficacia en el control de ciertas especies como *Echinochloa oryzoides* y *Cyperus difformis*.

Heteranthus limosa es una hierba común del arrozal, que se desarrolla mejor en cultivos densos, pero debido a su poca altura, ejerce escasa competencia en cultivos con densidades normales.

El control químico es el método más eficaz, incluyendo además de las malas hierbas del cultivo, la de los canales de riego y de desagüe, terraplenes, cordones o lomos de separación de las parcelas, etc., al ser éstos una fuente de invasión primaria de malas hierbas y también fuente de inóculo de diversas plagas y enfermedades. El control de las dicotiledóneas anuales se realiza aplicando Bensulfuron 0.08% + Molinato 8%, presentado como gránulo a dosis

de 50-60 kg/Ha. Contra las gramíneas anuales se aplica usualmente Propanil 35%, presentado como concentrado emulsionable a dosis de 8-12 l/Ha. En la siguiente tabla se muestran las materias activas, dosis y presentación de los productos contra las dicotiledóneas:

Tabla 1.3. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra dicotiledóneas

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Bensulfurón 60%	80-100 g/Ha	Microgránulo
Bentazona 48% (sal sódica)	3-5 l/Ha	Concentrado soluble
Bentazona 87%	1,5-2,5 kg/Ha	Granos solubles en agua

En la siguiente tabla se muestran las materias activas, dosis y presentación del producto contra *Ciperáceas*: estos tratamientos se suelen dar tras la desecación del arroz, entre el ahijado y el encañado.

Tabla 1.4. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra *Ciperáceas*

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Azimsulfurón 50%	40-50 g/Ha	Gránulo dispersable en agua
Bensulfurón 0.08% + Molinato 8%	50-60 kg/Ha	Gránulo
Bensulfurón 60%	80-100 g/Ha	Granos solubles en agua
Bentazona 87%	1,5-2,5 kg/Ha	Microgránulo

A continuación, se muestran las materias activas, dosis y presentación de productos contra las hierbas *Alismatáceas*: aplicados en post-emergencia temprana, se recomienda cortar el agua para hacer la aplicación y volver a inundar a las 24-48 horas, manteniendo el nivel que cubra las malas hierbas durante 10-15 días, utilizándose hasta el estado de mala hierba con dos hojas.

Tabla 1.5. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra *Alismatáceas*

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Azimsulfurón 50%	40-50 g/Ha	Gránulo dispersable en agua
Bentazona 40% (sal sódica) + MCPA ácido 6% (sal amina)	3-5 l/Ha	Concentrado soluble
Propanil 35%	8-12 l/Ha	Concentrado emulsionable

Para combatir las malas hierbas acuáticas se emplea Dimepiperato 5% como gránulo a dosis de 50-60 kg/Ha y contra *Herantera* se aplica Oxadiazón 2% como gránulo a dosis de 1-2 l/Ha.

Echinochloa spp. es la mala hierba más importante en el cultivo de arroz, pudiendo afectar considerablemente al rendimiento. Su emergencia es escalonada, precisando de tratamientos repetidos por la escasa persistencia de los productos que la controlan. Los tratamientos se realizan en pre y post-emergencia temprana, antes de la nascencia de esta mala hierba; los tratamientos se pueden realizar en seco, 1-2 días antes de la inundación para efectuar la siembra, o bien después de ésta con el campo ya inundado. Si la

aplicación se realiza en seco, antes de la siembra, el herbicida debe enterrarse con la última labor a una profundidad de 4-5 cm. En la siguiente tabla se muestran las materias activas, dosis y presentación de productos contra *Echinochloa*:

Tabla 1.6. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra *Echinochloa*

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Cicloxidín 10%	2-3 l/Ha	Concentrado emulsionable
Cihalofop-butilo 20%	1,5 l/Ha	Concentrado emulsionable
Dimepiperato 5%	50-60 l/Ha	Gránulo
Molinato 4.5% + Tiobencarb 4.5%	50-60 l/Ha	Gránulo
Molinato 7.5%	55-65 l/Ha	Gránulo
Quinclorac 25%	2,5-4 l/Ha	Suspensión concentrada
Tiobencarb 10%	40-50 l/Ha	Gránulo

5.8.6. Control de algas

En el arrozal inundado están presentes grandes colonias de algas microscópicas y macroscópicas que viven en asociaciones, que varían y evolucionan con mayor o menor rapidez en función de las condiciones ambientales; además las propias técnicas de cultivo determinan variaciones notorias en dichas asociaciones. Los daños producidos por las algas dependen

de las especies, de la importancia de la masa de algas y de la etapa del cultivo; éstas compiten por la luz y el oxígeno, produciendo clorosis y marchitez de las plántulas e incluso su arranque del suelo, dificultando su alimentación y arraigo. Asimismo impiden la realización de tratamientos herbicidas, reduciendo su eficacia, al recubrir la masa de algas también las malas hierbas.

Las especies más perjudiciales pertenecen al grupo de las algas verdes o clorofíceas y corresponden a los géneros *Oedogonium*, *Vaucheria*, *Hydrodictyon*, *Spirogyra* y *Cladophora*. El desarrollo de las algas es tanto más rápido cuanto más alta sea la temperatura del agua y del aire y más elevada también la diferencia de temperaturas entre la superficie y el fondo de la capa de agua. Los métodos actuales para su control son los siguientes: tratamientos químicos a las semillas con fungicidas que contenga efectos alguicidas, la aplicación de productos en las acequias de riego y en las boqueras de entrada del agua y la realización de pulverizaciones en campo. Una de las materias activas que se emplea en la actualidad es el Propanil 35%, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 8-12 l/Ha.

5.8.7. Recolección y selección mecánica de la simiente

El momento óptimo de recolección se produce cuando la panícula del arroz alcanza su madurez fisiológica (esto es, cuando el 95% de los granos tengan el color paja y el resto estén amarillentos) y la humedad del grano sea del 20 al 27%.

En el precio del arroz tiene especial interés el rendimiento en molino o porcentaje de granos enteros sobre el total de los cosechados, pues este valor depende sobre todo de la variedad, pero también varía en función del momento de la recolección, ya que si el arroz se siega muy verde, el periodo de manipulación se incrementa en el secadero, con el resultado de una disminución de dicho porcentaje. Por el contrario, si el arroz se siega muy maduro también el grano poseerá menor porcentaje de humedad, aunque aumentan correlativamente los riesgos de pérdidas del mismo por desgrane.

La recolección se hace con cosechadora automotriz provista de orugas, acompañada de un tractor-tolva en el que vacía la propia máquina en la parcela de cultivo y otros vehículos de transporte hasta el secadero.

Cuando el arroz comienza a granar se suspende el riego. La madurez del arroz se prueba por la dureza del grano al diente, que debe ofrecer resistencia suficiente que impida cortarlo.

El secado puede efectuarse en eras al sol (hoy ya en desuso en la mayoría de las zonas arroceras) o bien mediante secaderos térmicos que queman gas-oil, fuel-oil o gas natural, proceso que tiene lugar, normalmente, en las Cooperativas arroceras.

Una vez finalizadas las operaciones de recolección, limpieza y secado de cada partida destinada a semilla, se llevan a cabo las determinaciones de calidad reglamentarias (impurezas, humedad, granos rojos, verdes y yesosos, germinación, etc.), eliminándose las que no reúnen las debidas condiciones. La selección mecánica tiene por objeto separar aquellas materias o tipos de granos que no interesa conservar junto a la semilla seleccionada, mejorando la calidad de la misma. Esta operación se realiza mediante máquinas limpiadoras y seleccionadoras, que eliminan las materias indeseables (cascarilla, pajas, granos partidos, semillas de malas hierbas o de otros cereales, etc.).

Por último, en el campo, después de la recolección normalmente se realiza la labor de “fangueo”, que consiste en mover el barro con unas ruedas metálicas “de jaula” especiales acopladas al tractor.

5.9. Plagas y enfermedades

5.9.1. Plagas

1.- “GUSANOS” ROJOS Y BLANCOS DEL ARROZ: se trata de las larvas de los dípteros de las especies *Ortocladius* sp. (larvas rojas) y

Cricotopus sp. (larvas blancas parduzcas). Pasan el invierno en estado larvario, pero al inicio de la primavera aparecen los individuos adultos de la primera generación. La hembra realiza la puesta sobre aguas mansas y claras. La puesta es mucilaginosa y cuando el arroz está emergido, las puestas se quedan adheridas a los tallos. Las larvas pasan por cuatro estadios hasta alcanzar los 12-16 mm de longitud, estando caracterizadas por sus diferentes tonalidades.

Las larvas de 3ª y 4ª edad ocasionan fuertes daños en las siembras, alimentándose de las raicillas de las plántulas; además, pueden dar lugar a un encamado precoz, que se produce cuando los tratamientos no alcanzan una eficacia suficiente o bien cuando ha empezado el ataque de la primera generación. Las larvas de color blanco devoran el interior del grano de siembra.

-Control:

-El momento de la aplicación de insecticidas viene determinado por el tiempo transcurrido entre la inundación de la parcela y la siembra.

-Realizar tratamientos tempranos.

-Realizar pulverizaciones o espolvoreos contra los adultos en vuelo.

-Aplicar tratamientos al agua, contra las larvas que se desarrollan en ella, a los pocos días de la siembra, dejando el agua estancada 48 horas.

-Durante las fases primarias tratar con Fenitrotión (1-2 l/Ha), Triclorfón (2-3 l/Ha) y Malatión (2-3 l/Ha) y sobre el gusano con Temefós (0,2 l/Ha). En las aplicaciones dirigidas a las fases primarias se recomienda realizarlas con agua estancada y nivel mínimo.

2.-"GUSANO" DE LOS PLANTELES DEL ARROZ: son larvas de dípteros y hay tres géneros diferenciados: *Chironomus*, *Ephydra* y *Ortocladius*.

-Control: se da una “seca” a la parcela de cultivo y, cuando se elimina el agua, se pulverizan las plantas, haciendo entrar el agua media hora después, cerrando las boqueras y manteniendo el nivel constante. Para pulverizar se pueden emplear pesticidas como Carbaril, Malatión, etc.

3.- “PUDENTA” O CHINCHE DEL ARROZAL: son los insectos heterópteros denominados *Eusarcoris inconspicuus* y *Eusarcoris perlatus*, que causan graves daños en el arrozal y algunos hasta en el arroz elaborado. Los adultos miden entre 5-6 mm de longitud, siendo su coloración, recién realizada la muda, rosa pálido; al cabo de unas horas y dependiendo de la exposición de la luz, adquieren el color pardo. La hembra realiza la puesta en varias veces sobre las partes aéreas, hojas y espigas de la planta de arroz, o de algunas hierbas adventicias presentes en los arrozales. La “pudenta” o “paulilla” pasa por cinco estados larvarios, todos ellos desprovistos de alas funcionales. Las larvas de primera edad se alimentan de las espigas de arroz, causando graves daños debido a la necesidad de alimentos para completar su desarrollo. Se trata de un insecto migratorio, cuya emigración comienza a finales de septiembre y dura hasta mediados de noviembre, según que el insecto vaya llegando, progresivamente, al estado de adulto.

En primavera se produce el avivamiento escalonado de los insectos invernantes, dirigiéndose a las zonas de cultivo del arrozal; desarrollan su máxima actividad al amanecer y al atardecer, pues en las horas de mayor luminosidad y temperatura, se esconden en las partes bajas de la planta, cerca de la superficie del agua, donde las temperaturas son más suaves. Los daños son causados por las larvas de 4ª y 5ª edad y por los adultos que extraen mediante su estilete los jugos de las partes verdes de la planta, siendo su principal fuente de alimentación los granos de arroz.

Dependiendo del estado del grano en el momento de la succión, aparecerán daños diferentes. Si se produce cuando el grano está en estado lechoso, en la recolección estos granos aparecerán deformes, de menor peso que el resto. Si el ataque se produce en estados avanzados, las deformaciones son más ligeras y casi imperceptibles. En el grano maduro, al igual que en los

casos anteriores, no se aprecia orificio alguno por la picada. En este último caso, una vez elaborado el grano se aprecia una depresión esférica de 0,2-0,3 mm; a veces, dependiendo de la climatología, alrededor de la lesión se desarrollan hongos saprófitos, que originan una coloración parduzca apreciable a simple vista. Por tanto, los daños afectan a la calidad y al rendimiento- porcentaje de granos elaborados susceptibles de comercializar.

-Control:

-Dada la evolución de la plaga, se recomienda realizar un seguimiento parcela por parcela, iniciándose este control siempre por las parcelas más adelantadas. Mientras se observen larvas de primera edad no se debe intervenir. Se aconseja esperar a que sólo aparezcan larvas de 2ª y 3ª edad.

-Destrucción de la vegetación espontánea después de la recolección y en los márgenes que circundan el arrozal.

-Realizar la captura de los adultos mediante manga caza-insectos.

-Debe tenerse en cuenta, en general, que resulta preferible la utilización de los formulados pesticidas granulados a los líquidos debido a que la solubilidad de éstos últimos, en la reanudación del riego, reduce la concentración del producto y aminora sus efectos.

-Los tratamientos se llevan a efecto generalmente mediante espolvoreos o pulverizaciones aéreas masivas con insecticidas de contacto apropiados, excepto en pequeñas parcelas donde el agricultor realiza los tratamientos con máquina de mochila. Si la invasión de los adultos invernantes es intensa, se efectuarán dos aplicaciones: una contra la 1ª generación, a finales de julio o primeros de agosto y una segunda aplicación a primeros de septiembre, sobre la 2ª generación. En la siguiente tabla se muestran las materias activas más comúnmente empleadas. A saber:

Tabla 1.7. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra la “pudenta” o chinche del arrozal

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Carbaril 10%	15-25 kg/Ha	Polvo para espolvoreo
Carbaril 85%	0,10-0,20%	Polvo mojable
Etofenprox 30%	0,50-0,75 l/Ha	Concentrado emulsionable
Fenitrotión 100%	0,75-1,25 l/Ha	Líquido para aplicación en ultra bajo volumen
Malatión 97%	1-2 l/Ha	Líquido para aplicación en ultra bajo volumen
Triclorfón 5%	20-30 kg/Ha	Polvo para espolvoreo

4.- TALADRADOR DEL ARROZ: (*Chilo simplex* o *supressalis*, Walk), se trata de un lepidóptero originario de los países asiáticos. En la zona de la Albufera de Valencia se le conoce con el nombre de “cucat”. Los adultos son pequeñas mariposas de 11-25 mm de longitud, de color blanco amarillento, con un punteado distribuido de manera irregular, que viven entre ocho y diez días, apareándose a los dos días de su transformación en adultos. La puesta se realiza en el envés de las hojas y más raramente en el tallo, siempre a la sombra, protegida de la luz y de los vientos secos. Las larvas se desarrollan totalmente sobre el cultivo y mudan cinco veces, transcurriendo entre cada muda unos cinco o seis días. En el primer estadio, viven en el exterior de la planta, para posteriormente penetrar en ella. Se presentan tres generaciones completas sobre el arrozal, teniendo tres máximos de vuelos de adultos.

Los daños causados por las larvas de la 1ª generación no son muy importantes, pues sólo ocasionan ligeras podredumbres que no afectan al desarrollo posterior de la planta. Especialmente importantes, no obstante, son los daños causados por las larvas de la 2ª generación, ya que al perforar y penetrar en los tallos, destruyendo los tejidos vegetales, llegan a afectar a la granazón.

-Control:

-La lucha química se basa en realizar dos o tres tratamientos aéreos, uno por generación, siendo el primero de ellos de ultra bajo volumen, empleando como productos el Piridafentión, en las zonas más próximas a los humedales y Fenitrotión en el resto; ambos a una dosis de 1,7-1,8 l/Ha.

-En los últimos años, debido al impacto que estos productos pueden tener sobre la fauna y sobre todo en las zonas del arrozal que se encuentran dentro de la delimitación geofísica de los parques naturales, se está trabajando en la lucha biológica. Se pueden utilizar diferentes métodos: la suelta de parásitos naturales de los géneros *Trichogramma* y *Apanteles*; y, a veces, con parásitos ovípagos o bien el empleo de feromonas mediante el trapeo masivo (que elimina los machos mediante su captura en embudos adecuados, de forma que las hembras queden sin fecundar) y el confusiónismo sexual (basado en la disrupción del comportamiento sexual de los machos, por la elevada concentración de vapores de feromonas sintéticas en la atmósfera próxima al cultivo).

-Existen medios de lucha indirectos que son muy útiles, como alzar las plantas tras la recolección y amontonarlas y quemarlas. Otra medida indirecta es la de inundar las parcelas durante el invierno, lo que viene favorecido por las ayudas agroambientales comunitarias.

5.- TIJERETAS DEL ARROZAL: se trata de las pupas de los dípteros de la familia *Ephydriidae*; dichas pupas se observan en las hojas de las plántulas de arroz en sus primeros estadios. La característica más importante, de la que

deriva su nombre, es la presencia de un apéndice quitinoso bífido, que permanece cuando se fija a la raíz mediante un órgano prensil formado por los tres últimos segmentos. La larva se engrosa, fijándose en el soporte y cambiando de coloración desde gris a amarillento, durando este periodo entre 4-5 días. Las tijeretas perjudican el desarrollo del cultivo sólo cuando se fijan en grandes cantidades al mismo.

-Control:

-Como su ciclo coincide con el de los gusanos rojos, al tratar éstos se eliminan también las tijeretas, no siendo frecuente la realización de tratamientos específicos para su combate.

6.- ROSQUILLA: (*Mythimna*), son lepidópteros de origen americano, con gran distribución geográfica. Sus larvas llegan a alcanzar hasta 4 cm de longitud, completando su desarrollo en 25-30 días; son de color pardo verdoso, con tres líneas dorsales blanquecinas. A principios de julio tiene lugar la puesta sobre el envés de las hojas, alcanzando las larvas su máximo desarrollo a los 25-30 días, formando la crisálida entre el tallo y la vaina de las hojas. Las orugas devoran las hojas desde los márgenes de la parcela o en rodales en los que el arroz está más receptivo para la puesta.

-Control:

-Captura de adultos con lámparas, que ejercen gran atracción.

-Pulverizaciones en las horas crepusculares a las primeras manifestaciones de la plaga.

-Se recomienda la aplicación a dosis de 2 kg/Ha de Triclorfón y 30 litros de caldo mediante aplicación aérea. También se puede utilizar Carbaril.

7.- PULGONES: son insectos hemípteros de la familia *Aphidae*, considerados una plaga esporádica y transitoria en el arrozal. Los daños se manifiestan a partir de la floración, observándose sobre las hojas y espigas. Si

los ataques se producen en el estado lechoso del grano de arroz, se producen deformaciones en las espigas y granos.

-Control:

-Se realizan tratamientos químicos empleando Fenitrotión al 60%, presentado como líquido en ultra bajo volumen, a dosis de 1,25-2 l/Ha. También se puede aplicar Etiofencarb y Malatión.

8.- GORGOJO DEL ARROZ: *Sitophilus oryzae*, que ataca principalmente a los silos y graneros, y no sólo se alimenta de los granos del arroz sino de los de cualquier otro cereal.

-Control:

-Para luchar contra las plagas que pueden aparecer durante el almacenamiento se debe empezar por mantener unas buenas condiciones de limpieza, tanto del grano como de las instalaciones (silos, transportadores de cinta, tornillos helicoidales, elevadores de cangilones, etc.). El grano debe estar y conservarse seco, por lo que previamente al almacenamiento, si el grado de humedad es demasiado alto, deberá pasarse previamente por la secadora. La refrigeración mediante "granifrigor" también resulta una medida adecuada para reducir los daños.

-Los productos químicos comerciales que se aplican en los tratamientos pueden ser en forma de polvos o pulverizados sobre el grano, los envases y las instalaciones. Pueden ser a base de fosforo de aluminio, fosforo de magnesio y también Metilpirimifos. El fosforo de aluminio es extremadamente tóxico por inhalación, por lo que los locales en los que se aplique deben tener un buen sistema de ventilación.

-Otra alternativa, mediante la cual no se aplican gases o productos tóxicos al grano, es la de almacenar el mismo en recipientes herméticos en atmósfera controlada, introduciendo nitrógeno o dióxido de carbono a alta concentración. De esta manera, los insectos mueren por falta de oxígeno. Este último método es popular en China (Mabbet, 1993).

-También se trabaja en el control biológico de las plagas que aparecen durante el almacenamiento, utilizándose con éxito extractos de algunas plantas para controlar ciertas plagas. Como ejemplo de ello, cabe citar que en la India han controlado las poblaciones de *Sitophilus sp.* mediante el uso de extractos de rizoma de *Curcuma longa* y aceite de mostaza.

9.- ROSQUILLA NEGRA: también ataca a veces el cultivo del arroz. Se trata de un Lepidóptero que es conocido ahora por *Spodoptera litoralis* y antes por *Prodenia litura* o *litoralis*. Más que negras son grisáceas o bien de coloración marrón-grisáceas. Producen grandes daños al devorar las hojas.

-Control:

-Se deben combatir las larvas cuando son pequeñas, ya que cuando crecen se vuelven muy resistentes. Se eliminan con pulverizaciones a base de carbaril, fenitrotión, triclorfón y otros productos fitosanitarios.

5.9.2. Enfermedades

1.- *PYRICULARIA ORYZAE*: dentro de las enfermedades que padecen los arrozales, la más temible es, sin duda, la *Pyricularia oryzae*, originada por un hongo microscópico. El micelio del hongo produce una sustancia tóxica conocida como piricularina, que inhibe el crecimiento de los tejidos y los desorganiza.

Los factores meteorológicos imperantes condicionan de forma importante la aparición de esta enfermedad. Se puede predecir la aparición del hongo cuando la temperatura registrada oscile entre los 16 y los 28°C y haya en el aire una humedad relativa del 90% o bien superior durante 14 horas o más. Con estas condiciones ambientales, el hongo esporula sobre las seis de la madrugada en las hojas bajas mojadas, por debajo de la hoja bandera.

Control: como medio de lucha se empleaba tradicionalmente el caldo bordelés, a razón de 1.200 l/Ha (al 0,4% de sulfato de cobre), pero el tratamiento, que debe ser repetido para que sea eficaz, resultaba muy costoso y producía

mermas apreciables en el rendimiento de la cosecha. Actualmente, la lucha contra esta enfermedad criptogámica se lleva a efecto del siguiente modo:

Tabla 1.8. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra el hongo *Pyricularia oryzae*

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Procloraz 45%	0,50-1 l/Ha	Emulsión de aceite en agua
Procloraz 46%	0,50-1 l/Ha	Polvo mojable
Tebuconazol 25%	0,04-0,10%	Emulsión de aceite en agua
Triciclazol 75%	0,30 kg/Ha	Polvo mojable
Triflumizol 30%	0,15 kg/Ha	Polvo mojable

Como medidas preventivas pueden citarse las siguientes:

- Empleo de variedades que no sean muy sensibles al ataque del hongo.
- No abusar del abono nitrogenado.
- Utilizar un abono equilibrado con fósforo y potasio.
- Retirada tardía del agua en el período de maduración.

2.- *RHIZOCTONIA SOLANI*: esta enfermedad está considerada como la segunda en importancia económica después de la *Pyricularia*. Este incremento se debe a la intensidad del cultivo, al amplio uso de variedades tempranas o semi-tempranas y al aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados. Las lesiones se producen principalmente en la vaina, siendo éstas en un principio de forma ovoide, de color gris verdoso, con una longitud que varía entre 1 y 3 cm de largo. El centro de la lesión se torna de coloración blanco-grisácea, con un margen marrón. Una característica típica es la presencia de diferentes lesiones que lleguen a unirse, causando la muerte de las hojas o incluso de la planta entera.

La enfermedad, como la mayoría de las criptogámicas, se acentúa en condiciones de elevada humedad y temperatura. La humedad está muy influenciada por la densidad de siembra; por lo tanto, una alta densidad de siembra junto a elevadas dosis de aplicación de fertilizantes, tienden a incrementar el efecto de esta enfermedad. El desarrollo de la enfermedad puede ser vertical u horizontal, siendo esta última más rápida y más grave, sobre todo durante la estación húmeda y en parcelas con un contenido elevado de abonos nitrogenados.

-Control:

-Recolectar las plantas afectadas.

-Manejo adecuado del agua, drenando 5-7 días en el estado de máximo ahijamiento.

-Se recomienda la siembra en línea en vez de la manual o mecánica "a voleo" y la aplicación de superfosfato de calcio.

3.- *HELMINTHOSPORIUM ORYZAE*: es una enfermedad que causa muchos problemas en el cultivo del arroz. Su severidad está frecuentemente relacionada con la variedad y con una nutrición deficiente.

En la hoja, las lesiones iniciales son puntos o manchitas circulares de 0,5 mm de color café; se pueden confundir con lesiones iniciales de *Pyricularia*. La lesión desarrollada alcanza 2 mm de ancho y de 0,5 a 6 mm de largo, es de conformación ovoide con el centro color blanco grisáceo y el borde color café rodeado por un halo amarillento. Las lesiones foliares no son confluyentes y se distribuyen con bastante uniformidad en la lámina foliar. A partir de la etapa de floración, la hoja bandera es la que resulta más afectada.

En las glumas del grano produce manchas ovaladas de color café oscuras que pueden confundirse con lesiones debidas a chinches. Bajo ciertas condiciones, las lesiones se unen, afectan a todo el grano que puede arrugarse y además se llega a cubrir de una capa de estructuras del hongo que le dan una

aparición aterciopelada. La calidad y el peso del grano son siempre, en mayor o menor grado, afectados por esta enfermedad criptogámica.

-Control:

Constituyen factores importantes para su lucha:

- La selección de suelos con alta fertilidad.
- El uso de semilla certificada.
- La fertilización equilibrada de N, P, K, Mn, Zn.
- El combate eficiente de insectos en la panícula, principalmente chinches.
- El uso de variedades resistentes.
- La protección de la plantación con fungicidas durante la etapa de floración.

Los fungicidas que pueden utilizarse contra esta enfermedad son los siguientes: mancozeb (Dithane 33% F; 3,55 l/Ha, Dithane M-45 80% PM, 2 kg/Ha), propineb (Antracol 70% PM, 2 kg/Ha), metiran (Polyram C 80% PM, 2 kg/Ha), clorotalonil (Daconil 50% F, 2,50 l/Ha).

4.- PODREDUMBRE DEL TALLO: (*Fusarium moliniforme*, *Sarocladium oryzae*). Esta podredumbre se produce en la hoja que envuelve a la panícula. Las manchas pueden llegar a unirse pudiendo cubrir la mayor parte de la superficie de la hoja. Las panículas sólo sufren una podredumbre parcial, aunque puede observarse un polvo blanquecino dentro de la vaina y en la panícula.

-Control:

- Saneamiento del suelo.
- Utilizar altas dosis de potasio y dosis equilibradas de nitrógeno.

-Algunos cultivares mejorados genéticamente son resistentes a la podredumbre del tallo.

-Quemar los rastrojos después de la recolección.

-Desinfección adecuada de la semilla.

5.- MANCHA MARRÓN: (*Cochliobolus miyabeanus*. *Drechslera oryzae*). Esta enfermedad produce manchas de forma oval y de color marrón, con un centro blanquecino o gris. En ocasiones, numerosas manchas en una hoja causan que éstas se tornen de color blanco. Estas manchas, además de aparecer en las hojas, pueden observarse en las glumas, vaina y brácteas de la panícula. Los granos infectados tienen menor peso y, como consecuencia, menor calidad comercial.

-Control:

-Empleo de semilla certificada, pues esta enfermedad se transmite principalmente por las semillas.

-Controlar las condiciones del suelo (drenaje y contenido de nutrientes).

6.- TUNGRO: se trata de una de las enfermedades más destructivas del arroz cuyos síntomas se manifiestan en las hojas, pues éstas se tornan de color amarillo o naranja. Dicha enfermedad está causada por un complejo vírico formado por el virus esférico (RTSV) y el virus baciforme (RTBV), siendo transmitido este complejo vírico por varias especies de homópteros (insectos de alas semejantes). El incremento de esta enfermedad está asociado con el incremento de la población del vector.

-Control:

-La siembra muy temprana o muy tardía está asociada o correlacionada con la ausencia de Tungro.

-Aplicación temprana de insecticidas sistémicos.

-Aplicaciones suplementarias de nitrógeno.

7.- NEMÁTODOS: *Hirschmaniella oryzae*, es un nemátodo muy abundante en los arrozales, pues la inundación del terreno es necesaria para que complete su ciclo. *Ditylenchus angustus* está presente principalmente en arrozales de aguas profundas. *Aphelenchoides besseyi* está presente en todos los ecosistemas de arroz, alimentándose de forma ectoparásita del meristemo apical del tallo; seguidamente, emigra a la panícula en desarrollo, penetrando en las espiguillas antes de la antesis, alimentándose de los ovarios y los estambres. Durante la maduración del grano, los nemátodos entran en estado de anaerobiosis, pudiendo sobrevivir en los granos, incluso hasta más de tres años.

Meloidogyne graminicola, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, son las especies más importantes de nemátodos de la raíz. Los síntomas incluyen clorosis, reducción del crecimiento, retraso en la floración y aumento en el número de granos vacíos.

Pratylenchus indicus y *Pratylenchus zae* causan lesiones en la raíz y son endoparásitos migratorios, que producen necrosis en las raíces, reduciendo, como consecuencia, la altura de las plantas y el número de hijos.

-Control:

-Eliminar los restos de cosechas anteriores.

-Tratar las semillas con agua caliente a 52-57 °C durante 15 minutos, después de haber remojado las semillas en agua fría durante 3 horas.

-La rotación de cultivos (allí donde pueda llevarse a cabo) puede reducir notoriamente los niveles de población del parásito.

5.10 Efectos de la humedad en la conservación del arroz-cáscara

5.10.1 Introducción

El arroz cáscara se almacena con cierto contenido de humedad (normalmente el 14%) y no totalmente seco; continua la respiración y, con motivo de esto, prosigue y perfecciona la maduración que se completa tanto más cuanto más largo es el período de reposo o de envejecimiento. Mediante la respiración se consumen principalmente oxígeno y azúcares, y se libera CO₂ acompañado de agua en forma de vapor¹.

En los silos de almacenamiento, el arroz se puede alterar o destruir por causas físico-químicas o bien puede ser invadido por parásitos animales y vegetales.

Las causas que pueden favorecer la modificación y deterioro del arroz, como de otros productos alimenticios, se atribuyen esencialmente, y en primer lugar, al exceso de humedad del producto o de los locales en los que se almacena; este factor provoca y aumenta el desarrollo de parásitos, promueve la proliferación y vegetación de hongos y bacterias e inicia alteraciones enzimáticas, hasta entonces latentes.

5.10.2 Transformación físico-química y del valor nutritivo durante el período de almacenamiento

La excesiva humedad puede constituir una importante causa de deterioro de los cereales almacenados o ensilados. En efecto, en un sistema biológico complejo, como es el de una cariósida, constituido por varias sustancias, el agua se encuentra presente bajo formas diferentes, a saber:

<<agua libre>>, es la que se encuentra retenida en los espacios intercelulares o intergranulares o en los poros del material.

¹ Vide TINARELLI, A. *El arroz*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1989.

<<agua absorbida>>, se encuentra más estrechamente unida a la materia orgánica absorbente, con una interacción estrecha entre las moléculas de agua y las de la materia orgánica, por lo que las propiedades de la primera influyen sobre la segunda.

<<agua de constitución>>, forma, por el contrario, parte integrante de la molécula orgánica.

En las dos últimas formas el agua está <<fija>>, es decir, retenida por fuerzas superiores a la simple cohesión entre moléculas de agua, probablemente químicamente por enlace iónicos; más allá de tal fuerza de cohesión, el agua es libre. El primer y segundo tipo de agua, con el secado, tienen que alcanzar un nivel mínimo, a fin de que el producto se pueda conservar de forma sana en el almacén. El deterioro de los granos conservados, como consecuencia de la humedad excesiva, puede también suceder aunque el cereal tenga un contenido inferior al límite considerado de seguridad: 12-13% en algunas normas legislativas; 14'5% para otras, como las de la UE.

La alteración puede en efecto producirse cuando se provocan o verifican en el producto almacenado diferencias marcadas de temperatura; la humedad relativa del aire que circula por el arroz almacenado tiende a equilibrarse con la humedad propia del grano; ahora bien, ya que la cantidad de agua presente, en forma de vapor, en el aire, aumenta al crecer la temperatura, en el momento que dicho aire se desplaza de la parte más caliente de la masa a una más fría cede una cierta cantidad de agua a los granos para restablecer el equilibrio de la tensión de vapor: el agua se condensa, de esta forma, sobre los granos y sobre las paredes de los recipientes fríos.

La humedad del ambiente y del arroz cáscara puede aumentar, pues: a) por medio del producto, seco y limpio de forma insuficiente; b) por infiltración a través de las paredes; c) mediante el aire ambiente húmedo, caracterizado por una elevada tensión de vapor, y como consecuencia de caídas rápidas de

temperatura que determinan condensaciones; d) por el metabolismo de los insectos presentes; e) por el metabolismo propio del arroz; f) por el metabolismo de los hongos.

El contenido de agua de la masa del arroz cáscara tiende a estar en equilibrio higroscópico con el aire ambiente a un nivel que es función de la humedad y temperatura del mismo. El equilibrio se alcanza lentamente por la inercia de la masa y está sujeto a variaciones, lentas si las temperaturas son bajas y más rápidas en caso contrario.

El arroz almacenado a granel no es homogéneo; pequeñas o grandes cantidades de la masa son más húmedas; la presencia de materias extrañas de mayor higroscopicidad o con un mayor contenido de agua crean las condiciones más favorables para el desarrollo de parásitos o de fermentaciones. Las mismas diferencias de temperatura de la masa de arroz pueden provocar movimientos de convección de los flujos de aire que aumentan la aparición de puntos, con una humedad más elevada, en la masa de arroz aparentemente uniforme.

La presencia de agua determina la activación de los diversos enzimas: amilolíticos, lipásicos y proteolíticos del arroz cáscara o de los hongos, que actúan sobre el almidón, grasas y elementos nitrogenados de la cariópside; se inicia la descomposición de la materia orgánica con producción de anhídrido carbónico, de productos varios de descomposición y de agua, que cataliza el proceso; la falta de oxígeno o anaerobiosis, que se determina en el ambiente a causa de estos fenómenos, frena el curso de la acción destructiva.

5.10.3 Los índices de deterioro

Para la medida del grado de deterioro del arroz, como de otros cereales, se utilizan algunos índices de carácter físico, químico y biológico. Los índices físicos son: el aspecto, la temperatura, el olor, la presencia de granos dañados y los insectos.

Los índices químicos consisten en: el aumento de los azúcares reductores y la disminución de las vitaminas. Los biológicos son: el aumento de la carga fúngica y la bacteriana, y para el arroz cáscara la reducción de la energía germinativa y la germinabilidad de las semillas.

Por lo que se refiere a los índices físicos, veamos que el aspecto del arroz dañado, al perder el brillo, adquiere un color opaco y pardo-negrusco, síntoma que introduce la sospecha de otro daño más grave. La temperatura elevada, detectada por las sondas termométricas instaladas en el interior de las celdas, es índice de fermentaciones en marcha y síntoma de la presencia de hongos y, bastante probablemente, también de insectos, causa y efectos de humedades altas. Los olores anormales provienen de las fermentaciones de origen fúngico o enzimático; el olor a moho se deriva probablemente de la presencia de hongos Actinomicetos. Por lo tanto, las citadas causas modifican las características de cierto número de granos que, al ser distintas de las normales, hacen posible la clasificación por intensidad y tipo de daño.

En cuanto a los índices químicos, se sabe que el aumento de acidez se deriva del aumento de la concentración de iones hidrógeno, con la simultánea presencia e incremento de: a) ácidos grasos libres; b) fosfatos ácidos; c) aminoácidos. El primero de estos índices es el más marcado y evidente desde las primeras fases del deterioro del arroz, por lo que se utiliza el análisis de la cantidad presente en el producto en mal estado; la acidez de las grasas se define y analiza como el número de mg. de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres (referido a 100 g de arroz seco) extraídos con éter de petróleo o benceno.

Por la acción del enzima invertasa u otros enzimas, los azúcares reductores, presentes en el producto conservado con un contenido alto de humedad, disminuyen transformándose en azúcares no reductores. Las invertasas se producen por la presencia y desarrollo de hongos sobre los granos de arroz y los índices biológicos se derivan de la acción y efecto de la microflora huésped de la masa de arroz.

5.10.4 Los microorganismos

La población microbiana está representada por una bastante amplia y diferenciada serie de hongos y bacterias, comprendidos los actinomicetos, que se encuentran como parásitos y saprofitos en el terreno, la atmósfera, las plantas y los animales. El tipo y cantidad de la microflora presente en el arroz se encuentra en relación directa con el ambiente climático en el que se produjo el cereal, con el que se elaboró y con las condiciones de conservación. Las esporas de los hongos, es decir, los órganos responsables de su propagación, se alojan inevitablemente en cualquier parte; la germinación y el desarrollo vegetativo del micelio se verifica bajo condiciones térmicas y de humedad diferentes para cada especie de hongo; las condiciones medias idóneas para la vegetación de los microorganismos más comunes y perjudiciales son las siguientes: humedad relativa superior al 90% y temperatura comprendida entre los 20 y 40°C. En su desarrollo, hongos y bacterias consumen, por su actividad enzimática, sustancias alimenticias a expensas del arroz y producen agua; por su actividad metabólica aumentan la temperatura de la masa de arroz, originan la aparición de sabores y olores desagradables y producen sustancias tóxicas llamadas micotoxinas, entre las cuales las más conocidas y peligrosas son las <<aflatoxinas>> B1, B2, G1 y G2.

Las bacterias se clasifican en 5 órdenes de Schizomycetos; penetran en los tejidos por las aberturas naturales o provocadas por los insectos y producen sustancias gomosas.

Las especies fúngicas más tóxicas por la producción de aflatoxinas pertenecen a los géneros : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Paecilomyces*.

Las aflatoxinas B1-B2-G1-G2, las más conocidas por su gran toxicidad, son producidas principalmente por *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *Penicillium puberulum*. Las aflatoxinas pueden provocar alteraciones del hígado y los riñones y, de forma secundaria, también de otros órganos humanos.

En el ámbito de la misma especie fúngica pueden existir variedades capaces de producir las citadas micotoxinas y otras no; además, no todos los hongos metabolizan productos tóxicos, incluso cuando el arroz aparezca alterado.

En cualquier caso, el arroz conservado y mantenido con un máximo del 14'5% de humedad se encuentra absolutamente protegido; en éste no se producen micotoxinas, salvo inmisiones indeseables de agua u otras contaminaciones accidentales.

5.10.5 Protección del arroz almacenado frente a los parásitos

Con referencia a los agentes capaces de alterar el producto, como el exceso de humedad, los parásitos fúngicos o los insectos, durante el período inmediatamente posterior a la recolección, el riesgo de deterioro es solamente el que se deriva del secado insuficiente e inadecuado del arroz-cáscara, o bien de la penetración del agua de lluvia (por la cubierta o las paredes) en el interior de las celdas de los silos metálicos; la humedad puede también iniciar cierta actividad enzimática por causas endógenas o bien con motivo de los hongos saprofitos y parásitos que se encuentran en el interior o exterior de la cascarilla².

Habrá que tener especial cuidado y vigilancia del arroz ensilado, dada su proclividad a contraer infestaciones diversas. Los estratos inferiores del producto se hallan comprimidos y expuestos a presiones importantes, al tiempo que se producen acumulaciones de humedad derivadas de la formación de vapor de agua y condensaciones del mismo, que pueden elevar la temperatura y provocar la fermentación del cereal almacenado. Ello exige el control ambiental exhaustivo del interior de las celdas mediante los instrumentos adecuados.

² Vide TINARELLI, A. *El arroz*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1989.

Infecciones del arroz conservado en almacén: agentes infectantes encontrados en los granos

Bacterias	<i>Rhizopus</i> spp.
<i>Epicoccum</i> spp.	<i>Gibberella</i> spp.
<i>Alternaria</i> spp.	<i>Macrosporium</i> spp.
<i>Helminthosporium oryzae</i> (<i>Drechslera</i> o.)	<i>Stemphium</i> spp.
<i>Curvularia</i> spp.	<i>Trichoderma</i> spp.
<i>Fusarium</i> spp.	<i>Trichothecium</i> spp.
<i>Actinomyces</i> spp.	<i>Nigrospora</i> spp.
<i>Penicillium</i> spp.	<i>Fusarium moniliforme</i>
<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Helminthosporium</i> <i>sigmoideum</i>
<i>Mucor</i> spp.	<i>Pyricularia oryzae</i>

5.11. La aplicación de nuevas tecnologías

Como en los demás campos, la agricultura está sufriendo una serie de transformaciones consistentes en la informatización de muchas de sus tareas. Como consecuencia de ello, el sector arrocero español posee probablemente el parque de maquinaria más nuevo y tecnológicamente más avanzado que se utiliza en la agricultura extensiva.

Desde hace ya varios años se ha generalizado el uso de equipos de nivelación láser, que permiten a los agricultores manejar el agua de riego, permitiendo un riego más homogéneo y la utilización del agua de forma más racional. El sistema consiste en un emisor de rayo láser montado sobre un trípode que permanece estático y, que de forma continuada, va describiendo un plano virtual con la misma cota del terreno. Mientras tanto, un receptor montado sobre un apero (niveladora-arrobadera) recibe esta señal láser que la transforma y traslada al operador. Éste supervisa en todo momento la información de cota del terreno donde se encuentra y, de forma automática o

manual, puede corregir la altura levantando o bajando el apero. De esta forma, se obtiene la pendiente deseada para la parcela. Con la nivelación mediante láser se consigue controlar mejor los niveles del agua dentro de la parcela, de forma que se facilita la nascencia del cultivo.

Otro medio tecnológico del que se está extendiendo su uso en los últimos tiempos es el G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Global), unido al desarrollo de la tecnología espacial, ya que depende de una red de satélites artificiales que giran alrededor de la Tierra e intercambian continuamente información con la misma. El sistema consiste básicamente en un receptor de señal de satélite. Tras recibir la señal de más de tres de ellos, informantes de posiciones conocidas, el aparato receptor calcula su posición mediante operaciones de triangulación y otras de corrección. De esta forma, continuamente podemos conocer nuestra posición con gran exactitud. En el sector arrocero se hace uso de esta tecnología en aquellas labores donde es necesario mantener una línea recta, como es el caso de aplicaciones fitosanitarias o de labores de siembra. Tras montar un receptor de G.P.S. sobre nuestro tractor y con un ordenador de a bordo, el operador está continuamente informado del rumbo que sigue en ese momento y la desviación con respecto a otro predefinido por él. Durante los tratamientos fitosanitarios, una vez definida la anchura de trabajo, la aplicación resulta completamente homogénea, con el ahorro consiguiente de producto fitosanitario que ello conlleva, evitando los solapamientos de tratamiento y la consecuente aparición de fitotoxicidad en el cultivo. Durante la operación de siembra proporciona homogeneidad en el reparto de la semilla. Igualmente, en las labores de preparación del terreno, facilita sobre todo las que se realizan durante la noche o bien en lugares de poca visibilidad. De esta forma, se rentabiliza la maquinaria y se racionalizan los productos agroquímicos y las semillas.

En otro sentido, el campo de las telecomunicaciones se instala también en la agricultura arrocera cuando se hace necesario un intercambio de información rápida y fiable. Concretamente, un servicio de mensajería vía teléfono móvil, el cual permite, a modo de estación de avisos, informar a los agricultores de cualquier incidencia que pudiera producirse durante el

desarrollo del cultivo o cualquier información que el técnico de campo quiera dirigir hacia un agricultor concreto. En algunas zonas, esta tecnología ya fue una realidad durante la campaña arrocerá de 2003.

A nivel más bien administrativo, se puede destacar también el Sistema de Información Geográfica (S.I.G.), que se define como aquella base de datos referenciada a objetos que se pueden interpretar y analizar de forma geográfica. Así pues, utilizando los sistemas informáticos adecuados, se puede saber en todo momento dónde se encuentra una parcela, su superficie, sus coordenadas UTM del centro de la imagen, referencias catastrales (provincia, municipio, polígono, parcela y fecha de vuelo), a quién pertenece, qué técnico de campo la supervisa, qué ha ocurrido durante la campaña, etc. De esta forma, se pueden analizar datos de tipo agronómico o administrativo y facilitar, por tanto, el análisis y la gestión de la información. Todo ello repercute en el agricultor a través de los técnicos de campo o bien de los boletines informativos.

De hecho, el SIG es una herramienta computacional que permite integrar información referenciada espacialmente con bases de datos, proporcionando de una forma cómoda información en una plataforma con alto impacto visual y gran capacidad de síntesis informativa. A su vez, el SIG puede crear herramientas desarrolladas específicamente para ciertos subsectores, como es el caso del arroz, destinadas a implementar el riego y el drenaje mediante la integración de variables de recursos naturales, infraestructuras, medio ambiente y otras.

CAPÍTULO 2

- IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA ESPECIE -

1. Importancia económica mundial

1.1. Introducción

De todos los cereales existentes o conocidos, el arroz es, sin duda alguna, el que ofrece la posibilidad de llenar más rápidamente un déficit de producción agrícola para la alimentación del hombre y, junto con el trigo y la carne o el pescado, constituye la base de la alimentación humana. El 75% de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria, pudiendo superar en algunos casos el consumo de otros cereales como el maíz y el trigo. La producción mundial de arroz supera los 500 millones de toneladas, teniendo en cuenta que sólo los países asiáticos obtienen el 90% de la producción. La historia nos ha demostrado, en efecto, cuánta consideración los hombres han tenido siempre por el arroz y por sus preciosas cualidades nutritivas. Miles de años atrás, en China se cultivaba el arroz sólo para la alimentación del Emperador y de los miembros de su familia.

El arroz proporciona entre el 25 y el 80% de las calorías de la dieta diaria a 2,7 mil millones de personas de Asia (donde se produce el 90% de la producción mundial), es decir, a más del 50% de la población mundial, donde se le considera el alimento básico de la civilización oriental. Por este motivo, es el cereal más utilizado en la alimentación humana (básicamente sólo se destina a esa finalidad), aunque su producción todavía no alcanza a la del trigo (considerado como el alimento básico de la civilización occidental).

El arroz es uno de los cultivos más antiguos. Se domesticó hace miles de años en Asia (aunque no hay unanimidad respecto al lugar ni el periodo, pero se han encontrado restos de unos 8.000 años de antigüedad en la China) y en África. Se extendió por China y por toda Asia 3.000 años antes de nuestra era. Europa oyó hablar del arroz a los escritores que acompañaron a Alejandro Magno ("el Grande") en la conquista de la India. A partir del siglo VIII se cultivó en España y Portugal y entre los siglos IX y X también en el sur de Italia.

Durante el último milenio se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes. En los Estados Unidos se desarrolló a partir de los esclavos negros venidos del oeste de África, que ya lo conocían. Esta circunstancia se produjo alrededor del año 1718. En el *New South Wales* (Australia) las primeras tentativas de cultivo de arroz se efectuaron en el año 1891.

Si bien se trata de una planta de origen tropical, se encuentra totalmente adaptada desde los desiertos egipcios o australianos hasta alturas de 2.400 metros sobre el nivel del mar en el Nepal o los altiplanos andinos. Se cultiva principalmente en agua mediante el sistema de campos inundados (el 56% del total cultivado: todo el de Europa, de Norte América, de Oceanía y más del 50% del de Asia), pero también puede efectuarse en secano, en lugares bajos donde las lluvias son abundantes (Suramérica, África y en diversas zonas de Asia) o bien en "tierras altas". En la parte baja de los grandes ríos de Asia (Bangladesh, delta del Mekong, etc.) se cultivan los arroces flotantes, capaces de vivir a una cierta profundidad en el agua. De hecho, el agua en el cultivo del arroz actúa más impidiendo por gravedad el ascenso capilar de las sales de las capas freáticas más o menos superficiales que proporcionando sustento líquido para una elevada evapotranspiración de la planta.

En el mundo hay distintas formas de cultivo del arroz, teniendo en cuenta la profundidad del agua de cultivo y el tipo de variedad del arroz, según el porte de la planta. Así pues, el arroz cultivado en secano (a 0 metros de profundidad en el agua) y en aguas someras (con una profundidad del agua de cultivo de 0,50 metros) es del tipo enano y semienano. En las aguas intermedias con una profundidad aproximada de 1 metro se cultivan variedades altas y en las aguas

profundas, de hasta 5 metros de agua de cultivo, se utilizan las variedades de arroz flotantes, mencionadas anteriormente.

Las 25 especies conocidas aproximadamente del género *Oryza* se encuentran distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, Norte y Sur de Australia y Suramérica. También en África Occidental encontramos el arroz, pues parece que fue introducido por los portugueses desde Asia. En la cuenca del Mediterráneo ya se conocía durante el Imperio Romano. Concretamente, en España fue difundido seis siglos atrás por los árabes y en Italia por los españoles, los cuales, con el descubrimiento del Nuevo Mundo, lo divulgaron luego en Centro y Suramérica, mientras que los portugueses lo llevaron a Brasil.

Con esto demostramos que, cualquiera que fuese su tierra de origen, el arroz conquistó, en poco tiempo, a los hombres y mujeres de casi todos los países del mundo. De hecho, como ya hemos expresado, si el trigo se conocía como el alimento básico de la civilización occidental, el arroz se ha considerado del mismo modo de la oriental, aunque hoy en día este calificativo lo podemos extender también a escala mundial.

Lo que sí es cierto es que el arroz es uno de los productos agrícolas cuyo cultivo y consumo más auge ha experimentado en los últimos años. Es el recurso alimenticio más utilizado por los países pobres en su alimentación y la demanda en los países ricos aumenta cada año. En la UE, el ritmo del incremento de esta demanda, si bien ha decrecido en los últimos años, sigue estando entorno al 2% anual, situándose actualmente entre los 4'5 y 5'0 kilogramos por persona al año. Aliado ecológico en algunos países, en donde los campos de arroz conviven en buena armonía con humedales y ecosistemas protegidos de altísimo valor faunístico y florístico, en otros el cultivo del arroz se convierte en un peligro por la presión que se ejerce sobre los bosques y los intentos de incrementar los rendimientos a través de productos agroquímicos diversos (especialmente abonos y productos fitosanitarios).

En la mayoría de los principales países productores de arroz se produce para el consumo interno. Es precisamente en Asia donde están los seis primeros productores de arroz del mundo: China, India, Indonesia, Vietnam, Bangladesh y Tailandia. Son, además de grandes productores, grandes consumidores de dicho cereal de verano, por lo que pocos de estos países se encuentran entre los más exportadores, como es el caso de China e India que, aunque juntos acaparan el 60% de la producción mundial, sólo exportan el 1% de su propia producción, dedicando el resto al consumo interno. El comercio del arroz es, en cualquier caso, pequeño comparado con el de otros productos agrícolas; así, en la primera mitad de los años 90 del pasado siglo, ha sido del 4% sobre el total de la producción, mientras que en el caso de otros productos como el trigo, el comercio mundial ha representado en el mismo período un 18% con respecto a la producción mundial. A pesar de que algunos de los principales exportadores, como EE.UU. y Tailandia, han aumentado sus ventas, en el año 1996 la comercialización fue de 18 millones de toneladas, 2'7 millones de toneladas menos que en el año 1995.

1.2. Situación actual de los mercados internacionales

Como ya se ha dicho, el comercio internacional del arroz es muy escaso comparado con la producción mundial. Entre 1990 y 1994, la producción mundial de arroz blanco se situó en torno a los 350 millones de toneladas, de las cuales sólo unos 14 ó 15 millones, es decir, el 4% de las mismas fueron objeto de transacciones comerciales internacionales. En cambio, el comercio mundial de trigo, como ya se ha dicho, representa aproximadamente el 18% de la producción. También es de notar que el 87%, aproximadamente, del comercio mundial de arroz, lo constituye la subespecie Índica, frente al sólo 13% de la Japónica.

Este escaso porcentaje de comercialización provoca una mayor facilidad en la variación de los precios internacionales del grano según las diferentes cosechas. Los últimos años de malas cosechas y los incrementos en la demanda han provocado, además de estos vaivenes, el tener que recurrir a las

reservas acumuladas, con lo que éstas han ido decreciendo de año en año. Según los datos de la FAO, las reservas mundiales de arroz blanco, en el año 1994 eran de 63'2 millones de toneladas, en el 95 pasaron a 54 millones de toneladas y en el 96 se estimó que caerían hasta 53'3 millones de toneladas. Las previsiones apuntaban que en el 97 las reservas decrecerían nuevamente hasta los 49'2 millones de toneladas, y lo mismo sucedió en los años sucesivos.

En cuanto a la producción, los últimos datos muestran un incremento de ésta con respecto al 1995 de 4'5 millones de toneladas, situándose actualmente en torno a los 557 millones de toneladas.

Ahora bien, el aumento de la producción ha venido acompañado de un aumento paralelo de la demanda. El consumo de arroz ha ido creciendo en las últimas décadas, provocando en principio una ampliación de la superficie de cultivo y, en los últimos años, una búsqueda algo descontrolada de rendimientos a través de la utilización intensiva de productos agroquímicos diversos (abonos, acaricidas, fungicidas, herbicidas, hormonas, insecticidas, nematocidas, mojantes, etc.). Este incremento de superficie ha sido notorio en nuestro país, lo que ha supuesto incurrir en penalizaciones importantes por parte de la UE en las subvenciones de la PAC para los cultivos herbáceos, que ahora se pretenden corregir mediante la regionalización de las ayudas y producciones.

Así, según la FAO, durante los próximos 15 años, si bien se prevé que el crecimiento de la demanda global de arroz, en el período comprendido entre 1990 y 2030, decrecerá algo con respecto al decenio de 1980, para satisfacer la demanda será necesario aumentar los rendimientos por hectárea, puesto que el incremento de la superficie de cultivo es limitado por las restricciones edafoclimáticas y la disponibilidad de agua de riego. Hasta el año 2010 se prevé un aumento de la superficie sembrada de arroz de 11 millones de hectáreas netas. De ellas, la mayoría serán el resultado de la adición de tierras de regadío, mientras que las tierras altas propensas a la sequía descenderán

en 5 millones de hectáreas y la presión sobre los bosques disminuirá con el aumento de la concienciación medioambiental.

Una segunda característica importante del mercado mundial del arroz es que los principales productores no son, precisamente, los mayores exportadores de esta gramínea. Como ya hemos apuntado, los grandes productores, como China y la India (donde vive más de la tercera parte de la población mundial), que representan juntos el 60% aproximadamente de la producción de nuestro planeta, exportan menos del 1% de su producción: prácticamente todo el arroz que producen lo destinan para el consumo interior y, con frecuencia, no resulta apropiado para la exportación debido a su baja calidad. En cambio, en 1994-1995, la producción conjunta de Tailandia, Estados Unidos, Vietnam y Paquistán, que ascendió únicamente al 11% de la producción mundial, representó el 70% del comercio mundial de esta apreciada gramínea.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el comercio internacional es relativamente escaso, las variaciones experimentadas algunos años por la producción influyen considerablemente en las cantidades de arroz disponibles para la exportación y, consecuentemente, en el precio de este producto en el mercado mundial. Por ejemplo, el precio del arroz blanco de grano largo "Thai", de la subespecie *Índica*, sin vaporizar (cif Rotterdam en sacos de 100 kg), durante el período comprendido entre 1991 y 1994, osciló entre 181 ecus/Tm (1991) y 376 ecus/Tm (1993); el precio medio durante este período fue de unos 250 ecus/Tm.

Actualmente, los precios del mercado mundial se mantienen firmes ya que, dos grandes productores como China e Indonesia presentan *déficits* internos de 1,5 millones de toneladas cada uno.

Por lo que se refiere a la evolución de la producción, superficies y rendimientos del arroz en los diversos países del orbe, pueden verse las siguientes tablas ilustrativas.

Tabla 2.1. Evolución de la superficie, producción y rendimiento del arroz a nivel mundial (Estadística FAO, 1979, 1989 y 1994)

Países	Año 1979			Año 1989			Año 1994		
	Superficie (Ha x 10 ⁶)	Rendimiento (kg/Ha)	Producción (Tm x 10 ⁶)	Superficie (Ha x 10 ⁶)	Rendimiento (kg/Ha)	Producción (Tm x 10 ⁶)	Superficie (Ha x 10 ⁶)	Rendimiento (kg/Ha)	Producción (Tm x 10 ⁶)
MUNDO	143,7	2.741	393,9	146,5	3.457	506,3	145,5	3.651	534,7
ASIA	128,4	2.790	357,9	131,1	3.539	463,9	130,0	3.731	485,1
China	34,3	4.240	145,5	32,4	5.537	179,4	30,4	5.869	178,3
India	40,1	1.858	74,6	41,5	2.590	107,5	42,0	2.817	118,4
Indonesia	9,1	3.257	29,6	10,3	4.228	43,6	10,6	4.344	46,3
Bangladesh	10,3	1.952	20,1	10,6	2.502	26,6	9,9	2.796	27,5
Thailandia	9,0	1.887	16,9	10,3	2.077	21,3	8,5	2.175	18,5
Vietnam	5,6	2.116	11,8	5,9	3.089	18,1	6,5	3.462	22,5
Birmania	4,7	2.689	12,6	4,8	2.853	13,6	6,5	2.942	19,1
Japón	2,4	5.581	13,3	2,1	6.188	12,9	2,2	6.770	14,9
Filipinas	3,5	2.207	7,7	3,5	2.705	9,5	3,4	3.030	10,2
ÁFRICA	5,0	1.715	8,5	5,5	1.899	10,5	7,2	2.191	15,9
Nigeria	0,5	1.975	1,1	0,7	2.000	1,4	1,7	2.285	3,9
NORTEAMÉRICA	2,1	4.408	9,1	1,8	5.098	9,3	1,9	5.775	10,9
EE.UU.	1,3	5.167	6,9	1,1	6.444	7,1	1,3	6.718	8,9
SUDAMÉRICA	7,3	1.835	13,3	6,9	2.507	17,2	6,2	2.901	18,1
Brasil	5,9	1.436	8,5	5,3	2.283	11,1	4,4	2.380	10,6
EUROPA	0,4	5.133	1,9	0,4	5.138	1,9	0,4	5.591	2,1
OCEANÍA	0,1	5.844	0,7	0,1	6.917	0,8	0,1	7.631	1,1

Tabla 2.2. Producción mundial de arroz por países
(millones de toneladas de arroz-cáscara o "paddy")

Países	93/94	94/95	99/00
China R.P.	177,7 (34,23%)	173,6 (33,29%)	189,8 (31,94%)
India	117,0 (22,53%)	115,5 (22,15%)	128,2 (21,58%)
Indonesia	48,2 (9,28%)	45,8 (8,78%)	51,2 (8,61%)
Bangla Desh	26,8 (5,16%)	27,0 (5,18%)	35,8 (6,00%)
Vietnam	22,8 (4,39%)	22,5 (4,31%)	32,7 (5,50%)
Thailandia	18,5 (3,56%)	20,0 (3,84%)	24,0 (4,04%)
Japón	9,8 (1,89%)	14,7 (2,82%)	-
EE.UU.	7,1 (1,37%)	8,7 (1,67%)	8,7 (1,46%)
UE	2,0 (0,39%)	2,0 (0,38%)	2,5 (0,42%)
Otros	89,3 (17,20%)	91,7 (17,58%)	121,5 (20,45%)
Total mundial	519,2(100,00%)	521,5(100,00%)	594,4(100,00%)

Fuente: Estadística FAO

Tabla 2.3. Producción mundial de arroz por continentes en el año 2000

Continente	Superficie (Ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (kg/Ha)
África	7.859.142	17.386.983	2.212
América del Sur	5.596.883	22.738.570	4.063
América del Norte	1.857.406	8.657.810	4.661
Asia	137.936.479	540.147.301	3.916
Europa	594.691	2.501.654	4.207
Oceanía	154.976	1.776.200	11.461
Mundo	153.999.577	593.208.518	3.852

Fuente: Estadística FAO

1.3. Perspectivas del mercado mundial del arroz

Es probable que las perspectivas del mercado mundial del arroz se hallen estrechamente ligadas al desarrollo económico del Extremo Oriente, donde se produce el 92%, aproximadamente, del arroz mundial.

En un estudio realizado por el servicio de investigación económica del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, *United States Department of Agriculture*), se establece una correlación interesante entre el nivel de ingresos y de urbanización y el consumo de trigo y arroz. De acuerdo con este estudio, en los países que son consumidores tradicionales de arroz, el consumo de este

producto, que constituye el alimento básico, disminuye a medida que aumentan los ingresos y el nivel de urbanización, al tiempo que aumenta el consumo de trigo. Se trata, pues, de un bien "inferior" en los términos empleados por la teoría microeconómica, o bien con un coeficiente de elasticidad demanda-renta negativo.

Por otra parte, contrariamente, la demanda del **arroz de calidad** crece a medida que aumenta el nivel de ingresos. Esta situación podría dar lugar a que cantidades importantes de arroz chino de buena calidad salieran al mercado mundial. No obstante, no debe excluirse que, debido al desarrollo económico, en general, la superficie total dedicada a la producción de arroz disminuya.

De acuerdo con los mismos cálculos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), cabe esperar que el consumo mundial en los países productores importantes se estabilice en los próximos años.

En 1994 las exportaciones vietnamitas alcanzaron los 2,1 millones de toneladas. Recientemente Birmania se incorporó también al mercado mundial, incrementando sus exportaciones, que pasaron de unas 200.000 toneladas en 1992 y 1993 a 650.000 toneladas en 1994. A partir de 1995, Birmania viene exportando alrededor de 1 millón de toneladas métricas anuales.

Se cree que los requisitos mínimos de acceso establecidos en el acuerdo de la Ronda de Uruguay del GATT y ulteriores afectarán especialmente a las importaciones de Japón, así como los últimos acuerdos de la Organización Mundial del Comercio (OMC). El comercio mundial de las subespecies Japónica podría aumentar significativamente, pasando de unos 1,5 millones de toneladas a 2,5 millones. De acuerdo con los cálculos realizados por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, el comercio internacional de arroz ha aumentado en torno al 5% entre 1995 y el año 2000 y aumentará otro 5% hasta el año 2005. También podría producirse una reorientación de la producción norteamericana hacia subespecies del tipo Japónica, que gozan de mayor demanda en el importante mercado japonés.

Tabla 2.4. Perspectivas de los países productores de arroz más importantes

País	Superficie (millones de Ha)		Producción (millones de Tm)		Consumo (millones de Tm)		Exportaciones netas (millones de Tm)	
	89-91	2000	89-91	2000	89-91	2000	89-91	2000
China	32,79	32,61	138,32	134,28	138,34	135,51	0,11	0,53
India	41,95	44,36	73,05	96,32	72,93	95,00	0,46	0,70
Indonesia	10,39	10,91	29,04	33,97	29,12	33,89	-0,17	0,05
Japón	2,57	2,03	9,24	9,32	9,61	9,32	-0,20	-0,20
Paquistán	2,08	2,13	3,23	3,35	2,15	2,09	1,09	1,27
Filipinas	3,39	3,62	6,04	7,23	6,20	7,59	-0,31	-0,38
Corea Sur	1,24	1,19	5,63	5,36	5,48	5,36	0,01	0,01
Thailandia	9,60	10,49	12,69	15,00	8,52	8,77	4,18	6,23
Vietnam	6,17	6,45	13,02	17,25	11,59	15,20	1,40	2,00
EE.UU.	1,14	1,32	4,90	5,70	2,10	2,40	2,70	3,30
TOTAL	111,32	115,11	295,16	327,78	286,04	315,13	9,27	13,51

Fuente: Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos. Asia: situación y perspectivas, 1993

La producción mundial de arroz durante la campaña 1995-96 fue de 359,3 millones de toneladas, según las estimaciones realizadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, *United States Department of Agriculture*), lo que demuestra que la cosecha de este cereal creció en 1,1 millones de toneladas con respecto a la anterior campaña 1994-95.

Según informaba la agencia alemana VWD, la producción de Estados Unidos alcanzó en la campaña siguiente las 5,8 millones de toneladas, 0,8 millones de toneladas menos que en la de 1994-95, lo que supone una disminución del 12%. Estas cifras ofrecen una idea aproximada del volumen de producción del gran gigante norteamericano.

2. Importancia económica en el ámbito de la Unión Europea

2.1. Producción

La producción europea del arroz tiene lugar en Italia (Valle del Po), España (Andalucía, Cataluña, Aragón, Extremadura y Valencia), Portugal (Beiera, Estoril), Francia (Camargue) y Grecia (Macedonia, Peloponeso), centrándose mayormente en la subespecie Japónica (del orden del 83%).

Italia es el mayor productor de arroz de la UE con un 67% de la producción total comunitaria de Japónica, y un 46% del Índica, en el periodo que va desde 1991 a 1994.

La producción total de arroz es relativamente estable: la producción de Japónica entre 1991 y 1994 se situó en torno a las 1.060.000 toneladas, con una producción máxima en 1991 de 1.100.000 toneladas, mientras que la más baja fue la de la campaña 93-94 con 1.050.000 toneladas.

La producción de arroz Índica se ha incrementado entre 1988 y 1994 debido a un programa especial de ayuda de la UE, pasando de 78.000 toneladas en los años 1988-89 a 232.000 toneladas en la campaña 1994-95 (con una media de 167.000 toneladas por campaña arroceras).

En España, la producción de Índica se ha visto seriamente recortada por los problemas generados por la sequía que acaeció en 1993 y 1994, especialmente en las zonas productoras de Andalucía (Marismas del Guadalquivir) y Extremadura (Plan Badajoz).

Tabla 2.5. Producción de arroz Japónica¹ (pág. 6 de la Comisión de la UE)

Países	Superficie (1.000 Ha)			Rendimiento arroz cáscara (Tm/Ha)			Producción arroz cáscara (1.000 Tm)			Producción arroz blanco (1.000 Tm)		
	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95
UE	289,93	293,89	306,08	5,99	5,81	5,83	1.679	1.652	1.728	1.025	1.048	1.051
Italia	191,73	203,24	202,33	5,90	5,71	5,74	1.086	1.121	1.121	671	730	698
España	51,30	44,48	52,12	6,35	6,49	6,13	320	280	310	191	169	178
Portugal	17,59	13,06	21,70	6,00	5,59	6,17	104	70	131	61	41	76
Francia	19,70	21,27	18,37	5,47	5,07	5,00	105	106	90	63	63	53
Grecia	9,61	11,84	11,56	7,04	6,61	6,86	65	75	77	39	45	46

Fuente: VI/C/I (Información basada en las comunicaciones de los Estados miembros)

Otras tablas igualmente interesantes, pueden verse a continuación.

¹ A menos que se indique lo contrario, todas las cantidades de arroz se expresan en equivalente de arroz blanco. El factor de conversión del arroz cáscara en arroz blanco varía entre el 0,54 y el 0,65, según rendimientos, dependiendo de la calidad del arroz; la producción comprende la producción total menos la dedicada a las semillas.

Tabla 2.6. Producción de arroz Índica¹ (pág. 6 de la Comisión de la UE)

Países	Superficie (1.000 Ha)			Rendimiento arroz cáscara (Tm/Ha)			Producción arroz cáscara (1.000 Tm)			Producción arroz blanco (1.000 Tm)		
	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95	92-93	93-94	94-95
UE	69,82	41,84	63,22	6,63	6,40	6,37	451	253	385	267	155	232
Italia	24,68	28,51	33,62	6,33	6,00	5,95	150	165	193	93	104	122
España	34,40	3,54	11,00	6,60	6,00	6,00	223	14	59	129	8	32
Portugal	3,53	0,36	1,20	6,70	6,80	6,70	24	2	8	13	1	4
Francia	2,30	2,73	6,13	6,30	6,20	5,50	14	16	32	8	9	18
Grecia	4,91	6,70	11,27	8,52	8,32	8,44	40	56	93	24	33	56

Fuente: VI/C/I (Información basada en las comunicaciones de los Estados miembros)

Tabla 2.7. Producción total de arroz en la UE

Países	Superficie (Ha)			Producción (1.000 Tm)			Rendimiento (kg/Ha)		
	1993	1994	2000	1993	1994	2000	1993	1994	2000
Italia	231.740	236.900	220.348	1.331,1	1.396,0	1.300,0	5.744	5.893	5.900
España	50.223	63.121	115.200	315,5	385,4	797,8	6.282	6.106	6.925
Francia	24.000	26.000	18.565	124,8	135,2	107,4	5.200	5.200	5.785
Grecia	18.847	23.000	19.902	136,6	170,0	147,5	7.248	7.391	7.411
Portugal	13.420	22.900	23.950	75,5	142,0	149,0	5.626	6.200	6.221
Total UE	338.230	371.921	397.965	1.983,5	2.228,6	2.501,7	5.864	5.992	6.286

Fuentes: MAPA y Estadística FAO.

De las dos principales variedades de arroz mencionadas, al sur de la Unión Europea se prefiere por el consumo la variedad Japónica, mientras que en el Norte se prefiere la Índica (para acompañamiento o guarnición de diversos platos, al disponer de menores cantidades de almidón), en función de los hábitos alimentarios. La producción de Japónica ha ido rondando en estos últimos años 1.060.000 toneladas mientras que la máxima producción de Índica sólo llegó a 232.000 toneladas; es por eso que uno de los tipos de ayudas que se conceden por parte de la UE es precisamente a la producción de Índica. Si bien del arroz de las variedades Japónica la UE es exportadora, el déficit en cuanto a la producción de Índica la hace importadora neta.

Atendiendo a los datos del año 1994, como ya se ha expresado, por países es Italia el país que tiene mayor producción y mayor número de hectáreas cultivables. De las 380.000 hectáreas de la UE, en Italia se concentraron 220.000 Ha, el 58% del total, seguido de España con 63.000 Ha (el 17%). Sin embargo, en cuanto a rendimiento, es Grecia el país que ocupó el primer puesto con 6'61 toneladas por Ha, seguido de España con 6'49 Tm/Ha.

Estos rendimientos están incrementándose espectacularmente en los últimos tiempos debido, probablemente, a las mejoras varietales y a los tratamientos fúngicos, especialmente contra los hongos del género *Pyricularia oryzae*.

La superficie cultivada de las dos variedades mayoritarias de arroz, en los distintos países miembros de la Unión Europea, se pueden observar en las siguientes tablas. Como es de prever, la superficie de la variedad Japónica es considerablemente superior a la de Índica. Así:

Tabla 2.8. Superficie europea dedicada al arroz por sus estados miembros y según variedades (en hectáreas, promedio del periodo 1990-1994)

Países/Variedades	Japónica	Índica	Total
Italia	196.798	33.500	230.298
España	52.227	23.827	76.054
Grecia	11.473	11.300	22.773
Francia	19.687	6.100	25.787
Portugal	22.997	1.200	24.197
UE	303.182	75.927	379.109

Fuente: Comisión europea (media 1990/94)

Tabla 2.9. Superficie europea dedicada al arroz por sus estados miembros y según variedades (en hectáreas, campaña 1997-98)

Países/Variedades	Japónica	Índica	Total
Italia	213.445	19.390	232.835
España	66.792	44.500	111.292
Grecia	13.102	16.860	29.962
Francia	18.142	2.053	20.195
Portugal	26.570	1.155	27.725
UE	338.051	83.958	422.009

Fuente: Comisión europea (campaña 1997/98)

La superficie de cultivo de arroz en Italia ocupa algo más del 55% de la superficie total europea dedicado a este cereal, representando del total de la UE el 23% de la superficie dedicada al tipo Índica y el 63% de la superficie dedicada al Japónica.

España, como ya se ha visto, es el segundo productor de la UE con algo más del 26% (111.292 Ha) de la producción total comunitaria, habiendo escalado posiciones en el ranking europeo. De esta superficie, el tipo Índica representa el 53% de la superficie total comunitaria, mientras que el Japónica representa cerca del 20%. Es decir, siendo el estado español el segundo país productor de arroz de la UE, representa el primer país productor, y con diferencia, de arroz del tipo Índica.

La superficie total comunitaria del año 96, alcanzó las 425.011 Ha, estando un 1,65% por debajo de la superficie base. De esta superficie, la variedad Japónica representa el 77,9% (331.117 Ha) mientras que de variedades tipo Índica solamente se siembran 93.894 Ha, lo que representa el 22,1% del total.

En cuanto a la distribución de las plantaciones, se producen diferencias considerables al analizarlo por países dentro de la propia UE. Trasladando este análisis a España, nos topamos con uno de los caballos de batalla de algunas asociaciones de agricultores por la repercusión que en cuestión de ayudas o subvenciones tiene. Relacionando el número de plantaciones de la UE, unas 31.500, y el área máxima de cultivo dentro de la UE, 434.123 Ha, nos encontramos con una media superficial de 13'78 Ha por plantación. Pues bien, frente a estos resultados, conviene remarcar que:

- Estados Unidos es el exportador más importante a la UE y tiene de media unas 81 hectáreas por plantación.

- En Italia y Francia, el 33'8% y el 47'8% respectivamente, poseen más de 30 hectáreas de arrozales por explotación.

- En España, Portugal y Grecia sólo un 6'9%, 9'9% y un 1'1% de los productores, respectivamente, tienen más de 30 hectáreas por explotación. En estos países, del 77% al 85% de los agricultores tienen menos de 10 hectáreas por explotación.

Algunas de las ayudas que concede la UE se refieren al número de hectáreas. Las ayudas del FEOGA-Garantía, creadas para aumentar la renta de los agricultores, concedían 111 ecus por hectárea, con lo que los grandes terratenientes acaparaban la mayoría de estas ayudas. Concretamente, según publicaba la revista *Tiempo*, en algunas zonas de España donde estas ayudas suponen el 30 y el 50% de la renta agrarias, las ayudas se reparten muy desigualmente. Así, en Extremadura sólo diez terratenientes se reparten 800 millones de pesetas, que equivalen a lo acumulado por 15.000 pequeños propietarios, mientras que en Sevilla el 0'5% de las explotaciones concentran el 40% de las ayudas. En esta tesitura, los índices de Gini, Pareto, Lorenz o Williamson, aplicados a la bondad de la distribución de dichas ayudas, ofrecen resultados francamente malos. El resultado es que, si bien España es el tercer receptor de estas ayudas, ocupa el octavo lugar en cuanto a dinero recibido por trabajador agrícola. A pesar de los fines para los que fueron ideadas las ayudas a la renta agraria española en el ámbito de la Política Agraria Comunitaria (PAC), lo cierto es que han disminuido un 11'4 % en los últimos diez años y la población activa agraria ha descendido en 600.000 personas. Es por esto que desde algunos colectivos, para no favorecer a los que más tienen, se pide para estas ayudas un tope por explotación ("modulación"), cuya implantación se prevé inmediata. Otra medida en estudio actualmente, por parte de la UE, consiste en el "desacoplamiento" de las ayudas de la producción, fijándolas por explotación.

Como resumen de lo antes expuesto, podemos afirmar que el sector del arroz se caracteriza por las condiciones singulares, tanto de su rama productora (condiciones agronómicas de cultivo, costes de producción, funciones sociales y medioambientales que desempeña) como de su rama de la transformación y comercialización y formas de consumo, que han justificado que sea objeto de una OCM ("organización común de mercado") particular, con una ficha financiera propia y suficiente.

En Europa sólo hay 5 países productores de arroz (Italia, España, Grecia, Francia y Portugal) que producen unas 1'5 millones de toneladas de arroz blanco, siendo España, con 104.943 Ha, el 25% de la superficie, el

segundo país de la UE en importancia. Europa tiene, en su conjunto, una superficie Máxima Garantizada de 434.123 Ha.

La Unión Europea es productor deficitario globalmente de arroz, puesto que consume 1'7 millones de toneladas mientras que sólo produce 1'5 millones (hablamos de arroz blanco). Aunque, como ya se ha expuesto, el problema radica en los tipos de arroz que se producen, la producción de arroz de tipo redondo (japónica) resulta excedentaria mientras que la de arroz largo o índica, que se consume más en los estados del Norte de Europa, es deficitaria. La relación puede ser, por campaña media, de un tercio de arroz largo y dos tercios de arroz redondo.

2.2. Consumo

Entre 1988 y 1994, el consumo medio por cápita de arroz en la Unión Europea aumentó en torno al 2% anual, pasándose de unos 3,9 kg a 4,4 kg. No obstante, en este mismo período, el consumo de la subespecie Japónica ha disminuido, pasándose de 2,7 kg a unos 2,5 kg, mientras que el consumo de la subespecie Índica ha aumentado, pasándose de 1,2 kg a 1,8 kg por cápita.

Tal como se indica en la Tabla 2.10, la mayor parte de la subespecie Japónica se consume en los Estados miembros meridionales, mientras que la subespecie Índica se consume en los Estados miembros septentrionales.

La experiencia internacional pone de manifiesto que el mercado del arroz es conservador. El consumidor medio se mantiene fiel a la variedad a la que está acostumbrado. Las características culinarias de una subespecie determinada son básicas a este respecto, de ahí que sea difícil, si no casi imposible, lograr que los consumidores substituyan una subespecie por otra.

Dentro de las subespecies Japónica e Índica, a su vez, se han obtenido diversas variedades con el fin de satisfacer las necesidades de los diversos mercados. *Arborio* y *Carnaroli* son dos variedades de gran calidad de la

subespecie Japónica, muy apreciadas en la Unión Europea, mientras que la variedad *Lido* se destina principalmente a la exportación.

Excepto en el caso de algunas variedades aromáticas (*Basmati* procedente de la India y de Paquistán, y *Jasmine* procedente de Tailandia), destinadas a sectores concretos del mercado, las variedades Índica (*Thaibonnet*) consumidas en el mercado europeo son semejantes, si bien el grado de transformación varía: vaporizado o no, precocinado o no, etc.

Tabla 2.10. Consumo de las subespecies de arroz Japónica e Índica en la UE (1994)
(pág. 7 de la Comisión de la UE)

Países	Japónica			Índica			Total		
	10 ³ Tm	Por cápita (kg)	Tendencia kg/año (2)	10 ³ Tm	Por cápita (kg)	Tendencia kg/año (2)	10 ³ Tm	Por cápita (kg)	Tendencia kg/año (2)
UE	880	2,5	-0,03	636	1,8	0,11	1.516	4,3	0,05
Italia	310	5,4	NS	5	0,1	NS	315	5,5	NS
España	215	5,5	-0,11	10	0,3	NS	225	5,8	-0,07
Portugal	90	9,0	-0,8	55	5,5	0,82	145	14,5	0,02
Francia	103	1,8	NS	170	2,9	0,15	273	4,7	0,16
Grecia	38	3,8	NS	14	1,4	0,04	52	5,2	0,02
Reino Unido	41	0,7	NS	209	3,6	0,31	250	4,3	0,26
Alemania	62	0,8	NS	118	1,5	-0,01	180	2,3	NS
Países Bajos	6	0,4	NS	29	1,9	NS	35	2,3	NS
UEBL	3	0,3	-0,02	15	1,5	0,06	18	1,8	0,04
Dinamarca	11	2,2	0,26	7	1,4	-0,09	18	3,6	0,26
Irlanda	1	0,3	0,05	4	1,2	-0,04	5	1,5	NS

(2) La tendencia se calcula entre 1988 y 1995.

NS: Tendencia no significativa.

Fuente: VI/C/I (información basada en las comunicaciones de los Estados miembros).

Eurostat (cifras de población).

2.3. Balance de abastecimiento de arroz en la Unión Europea

Como ya hemos apuntado, la Unión Europea se autoabastece con creces de la subespecie Japónica; entre 1988 y 1994, el grado de autoabastecimiento fue del 121%.

Entre 1988 y 1994, el grado de autoabastecimiento de la subespecie Índica en la UE pasó del 19% a un máximo del 50% en el bienio 1991-1992, disminuyendo, sin embargo, al 37% en el 1994-1995 (el promedio de todo el periodo fue del 31%).

En resumen puede decirse que la Unión Europea es un exportador neto de la subespecie Japónica y un importador neto de la subespecie Índica. En su conjunto, la Comunidad europea es un importador neto de arroz.

Tabla 2.11. Balance de abastecimiento de la Unión Europea (3)
(1.000 Tm, equivalente de arroz blanco)
(pág. 9 de la Comisión de la UE)

Campañas	JAPÓNICA			ÍNDICA			TOTAL		
	88-89	91-92	94-95	88-89	91-92	94-95	88-89	91-92	94-95
Producción	1.126	1.102	1.051	78	266	232	1.204	1.368	1.284
Existencias iniciales	184	291	102	38	61	46	222	353	148
Importaciones extraordinarias	21	73	12	305	255	430	326	329	442
Exportaciones extraordinarias	267	371	177	0	4	9,7	267	375	187
Utilización interior	929	963	879	420	535	636	1.349	1.497	1.515
Grado de autoabastecimiento	121	114	120	19	50	37	89	91	85

(3) Incluidos los granos partidos.

Fuente: VI/C/I (Información basada en las comunicaciones de los Estados miembros).

2.4. Mercado interno

El mercado intracomunitario entre 1990 y 1994 fue de unas 700.000 toneladas de arroz elaborado, incluyendo en esta cantidad una gran parte de arroz importado (unas 400.000 Tm). Los mayores Estados miembros productores distribuidores a otros países de la UE son Italia (unas 325.000 Tm) y España (89.000 Tm). Los mayores comercializadores de los Estados no productores son Bélgica y Holanda, con unas 89.000 y 70.000 toneladas, despachadas respectivamente a otros estados miembros.

El mayor importador es Alemania con unas 170.000 toneladas (96.000 Tm de Índica), Reino Unido, con unas 152.000 Tm (110.000 de Índica), Francia, con unas 150.000 toneladas (87.000 Tm de Índica), Portugal y Bélgica con unas 65.000 Tm cada uno (años 1990 al 1994).

Las principales salidas al mercado son la siguientes:

- Pequeño comercio y alimentación: 60%
- Servicios de alimentación: 30% (cattering y restaurantes)

- Uso industrial: 10% (comidas precocinadas, cervezas, etc.)

El empaquetamiento y presentación del arroz difiere considerablemente entre los distintos estados miembros. Se ha estimado que la industria -con un porcentaje de 30% de las ventas en pequeños comercios en el norte de Europa- está ocupada por una presentación de bolsas de arroz para ser hervidas de forma directa ("Boil in bag"), un 50% en bolsas de un kilogramo y un 20% de arroz empaquetado en bolsas de 2 kilogramos o más.

2.5. Perspectivas para el arroz

Los cultivadores de arroz tienen que hacer frente a penalizaciones en el importe de la ayuda a este cultivo desde hace años, prácticamente desde que entró en vigor la reforma aprobada en 1995, y de cara al futuro las perspectivas no son buenas porque se espera un aumento de los excedentes en el mercado de la Unión Europea así como un desarme arancelario forzado por los acuerdos del comercio internacional y la globalización económica. Según un informe de la Comisión Europea, los excedentes de arroz han aumentado de forma progresiva desde la campaña 1996/97. En la campaña 1995/96 no había *stocks*, en la 1996/97 se situaron en 90.000 toneladas en toda la UE y en la 1999/2000 alcanzaron las 420.000 toneladas, aunque en la 2000/01 bajaron a 370.000.

Esta evolución se ha registrado a pesar de la disminución de la producción comunitaria, que ha ido acompañada de un incremento de las importaciones. Las exportaciones, por su parte, se han estabilizado en torno a las 200.000 toneladas en las últimas campañas.

Para los próximos años, en fin, las perspectivas no son buenas. La Comisión espera una situación difícil, caracterizada por la persistencia del desequilibrio actual. A corto plazo habrá una ligera disminución de los *stocks*, pero se espera que éstos volverán a incrementarse en el futuro hasta superar las 600.000 toneladas en la campaña 2005/06. Según Bruselas, este deterioro gradual de la situación del mercado tendrá sus efectos perversos sobre los

precios comunitarios, que podrían situarse por debajo del nivel del precio de intervención.

Según la última encuesta sobre estructuras agrarias en la UE, correspondiente a 1997, de las 26.000 explotaciones productoras de arroz de la Unión Europea, el 32% se encuentra en España, otro 32% en Grecia y un 25% en Italia. Los principales productores de arroz a nivel comunitario son España e Italia, como ya se ha visto, que juntos representan el 84% de la superficie total.²

3. Importancia económica del arroz en el estado español

3.1. Localización del cultivo de arroz en el estado español

En España existen tres zonas productoras principales con características diferentes. A saber:

- Zona Sur: hay en ella dos subzonas claramente diferenciadas, la situada sobre el estuario ("las marismas") del río Guadalquivir en Sevilla y la de Don Benito en Extremadura (latitud media 37° 30' N). Sevilla es la primera provincia productora española, que junto con Extremadura alcanzan casi un 60% de la producción estatal.

- Cataluña: se encuentran dos subzonas. Una la situada en el término de Pals (Gerona) con latitud media 42° 20' N y donde la producción es muy baja; la otra en el delta del río Ebro, en Tarragona (latitud media 40° 40' N) y su producción, que convive con un importante parque natural, representa un 15% de la total obtenida en el Estado.

- Comunidad Valenciana: comprende los terrenos próximos a la Albufera de Valencia y a la desembocadura del río Júcar (latitud media 39° 25' N). Su producción constituye, igualmente, el 15% de la española, en condiciones y circunstancias bastante parecidas a las del área geográfica anterior.

²Vide: Agro Cajas - Boletín al servicio de la agricultura, ganadería y pesca de España en el marco de la UE, n°: 199. Septiembre, 2002.

También se cultiva el arroz en zonas concretas de Murcia, Aragón (Albalate de Cinca, Grañén), ambas Castillas, Islas Baleares y en Navarra.

Se estima, en definitiva, que en España la producción alcanza casi el medio millón de toneladas, de los cuales el 60% se produce en las zonas arroceras del Guadalquivir y Extremadura, el 15% en el delta del Ebro, el 15% en la Albufera valenciana y el restante 10% entre, Murcia, Aragón, las dos Castillas, Baleares y Navarra, aunque estos datos pueden variar ligeramente en función de las diversas fuentes empleadas.

3.2. Importancia económica en el estado español

El arroz es un cultivo que a lo largo de estos últimos años ha alcanzado, gracias al avance tecnológico y a la mejora de los medios de producción, un sólido desarrollo y una estable situación de las explotaciones. Desde 1986 y tras la liberalización de su cultivo, el arroz dejó de sufrir persecuciones de carácter legislativo y, con el paso de los años, le ha llevado a una cierta estabilización de la superficie. Este camino, sin embargo, se ha visto perjudicado por otra barrera legislativa, la reforma de la OCM del año 1995, que ha llevado al sector del arroz a sufrir una injusta penalización progresiva, que además reviste el carácter de única entre las existentes en las OCM.

A pesar de los amenazantes cambios legislativos, este sector, con una gran implantación cooperativa -quizás la más importante existente en España- mira con expectación el futuro. A pesar de esta justificada inquietud, las cooperativas mantienen la producción y, con ello, valores añadidos en las comarcas arroceras. Esas iniciativas que en las zonas productoras se están llevando a cabo necesitan, no sólo de la ilusión de quienes al frente de las cooperativas tranquilizan a sus socios e infunden serenidad, sino además, de un reconocimiento de este esfuerzo a realizar por parte de la administración agrícola de la UE, para transmitir confianza en estas zonas rurales por el mantenimiento de humedales, del medio ambiente, del tejido productivo y de la economía local.

En el quinquenio 1980-84, el arroz representó alrededor del 0,28% de la Producción Final Agraria (P.F.A.) de la entonces C.E.E. Dicho porcentaje fue del 1,1% en Italia, el 0,4% en Grecia y prácticamente insignificante en Francia³.

Pues bien, la comparación de estos datos con los españoles indica la mayor importancia económica del arroz en España que en esos otros países productores europeos. En concreto, la participación en la P.F.A. es el doble en España que en la C.E.E. y resulta el triple en el caso de la Comunidad Valenciana.

En 1989 las ventas en España fueron de 262.357 millones de kilogramos, con un descenso respecto al año anterior del 31%. Los industriales del sector tuvieron que exportar del 10 al 15% de su producto para descongestionar el mercado nacional.

La producción de arroz durante el año 1988 fue de 500.000 kilogramos y en el año 1989 de 319.000. Este descenso tan espectacular fue debido a la gran sequía en Sevilla y al temporal acaecido en la zona levantina. El descenso de la producción fue paliado, no obstante, con importaciones (194.213 Tm), frente a las exportaciones de 170.000 Tm.

Como ya se ha tratado, el cultivo del arroz en España se realiza fundamentalmente en las comunidades autónomas de Andalucía, Aragón, Cataluña, Extremadura, Murcia, Navarra y Valencia. De manera testimonial, también en Castilla-La Mancha, Castilla-León, Baleares y La Rioja. En Andalucía, Cataluña y Valencia se produce el arroz en zonas en las que la composición e impermeabilidad del terreno dificultan la posibilidad de otros cultivos, añadiendo a este condicionante el entorno medioambiental próximo en el que se desarrolla la producción, cuyos valores naturales y paisajísticos merecen una conservación y protección especial, tanto a nivel nacional (parques nacionales y naturales) como internacional (Convenio Ramsar, Directivas marco europeas, etc.).

³ Fuente: *Rapport 1984 C.E.E.*

En todas las zonas reseñadas el arroz se desarrolla en régimen de regadío, resultando expuesto el cultivo a los condicionantes que las restricciones de agua pueden imponerse en los ciclos de escasez de lluvias. Puede apreciarse lo importante que resultó esta situación en los años 1993, 94 y 95, que supuso un freno importante en el cultivo en las comunidades autónomas de Extremadura y Andalucía.

Tabla 2.12. Superficies cultivadas de arroz (en hectáreas) en las distintas comunidades autónomas del estado español, desde 1991 a 1997

CC.AA./Años	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Aragón	6.000	4.645	5.972	7.332	12.644	12.820	14.159
Cataluña	20.512	22.523	21.496	20.512	22.525	21.585	21.330
Valencia	15.758	15.729	15.636	15.758	15.571	15.965	16.495
Extremadura	15.512	20.200	0	15.512	170	21.000	20.200
Andalucía	34.500	20.500	2.910	6.080	1.510	33.401	36.700
Navarra	963	1.476	1.403	963	1.598	1.587	1.753
Murcia	312	323	330	318	329	332	450
Baleares	2	-	-	2	-	-	-
Castilla-La Mancha	160	145	105	160	25	28	125
Rioja	-	-	-	-	80	75	80
Total	93.719	85.541	47.852	66.637	54.452	106.793	111.292

Fuente: MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

Desde entonces, las superficies cultivadas de arroz en nuestro país han ido manteniéndose en los mismos o parecidos niveles, tal como puede comprobarse en el cuadro de la página siguiente. Por lo que se refiere al reparto geográfico de los tipos de arroz, se observa que Extremadura y Andalucía producen la práctica totalidad del arroz "Índica" que en España alcanza, según datos del año 2003, las 484.524 toneladas (55'7%), siendo la producción de arroces del tipo "Japónica", más solicitado por el mercado interior, de 386.076 toneladas (44'3%), que se distribuyen por las restantes zonas productoras de nuestro país.

Tabla 2.13. Superficies cultivadas de arroz (en hectáreas) en las distintas comunidades autónomas del estado español, desde 1999 al 2002

SUPERFICIE PAC ARROZ (Ha)						
COMUNIDAD AUTONOMA	1999	2000	2001	2002	2003	Productores 2003
Aragón	9.657'00	13.830'00	14.009'81	10.469'37	13.234'98	756
Cataluña	20.638'00	20.603'00	20.238'77	21.017'41	20.925'37	2.734
Valencia	13.791'00	14.300'00	14.329'55	14.137'00	14.714'00	3.540
Extremadura	21.914'00	23.440'00	22.640'00	24.374'00	25.246'70	2.076
Andalucía	38.887'00	38.098'00	39.245'00	39.206'09	39.508'04	992
Navarra	1.664'00	1.715'00	1.589'01	1.190'39	1.376'67	95
Murcia	405'00	336'00	407,00	398'89	411'05	115
Baleares	10'00	12'00	17'66	26'00	45'39	37
Castilla-Mancha	248'00	310'00	282'99	333'90	435'06	48
Castilla y León	73'00	11'00	0'00	15'65	0'00	0
Total	107.287'00	112.655'00	112.759'79	111.168'70	115.897'26	10.393

Como puede observarse en la tabla anterior la superficie declarada para la campaña de comercialización 2003/2004 ha resultado ser de 115.897'26 Ha, lo que significa un sobrepasamiento del 10'41% en relación con la superficie de base asignada a España, que es de 104.973'00 Ha. El reglamento comunitario estipula que la penalización a aplicar es el porcentaje de superación multiplicado por 6 cuando sea superior al 5%, como resulta ser en el caso que nos ocupa, por lo que la penalización definitiva será del 62'46% y el importe definitivo del pago compensatorio resultará de sólo 125'51 €/Ha. La ayuda completa, sin penalización, hubiera sido de 334'33 €/Ha.

En la campaña siguiente 2004/2005 desaparece por fin este extraño mecanismo que ocasionaba que las penalizaciones fueran 6 veces superiores al sobrepasamiento de la superficie de base, cuestión ésta que ha sido siempre muy criticada por todo el sector. A partir de entonces, las penalizaciones lo serán en el mismo porcentaje que se produzca el rebasamiento y además se aplicará la regionalización de la ayuda en subsuperficies, que serán las siguientes, para cada comunidad autónoma productora:

Comunidad Autónoma	Superficie (Ha)
Cataluña	20.850
Extremadura	20.486
Valencia	14.350
Aragón	12.017
Baleares	50
Castilla la Mancha	370
Murcia	400
Navarra	1.580
La Rioja	75
Andalucía	34.795
TOTAL	104.973

El importe de la ayuda será, a partir de ahora, y hasta tanto se aplique el desacoplamiento previsto en la reforma de la PAC, de 1.123'95 €/Ha y año. A partir de la aplicación de dicha reforma, la ayuda específica para el arroz será de 476'25 €/Ha y año. Estos importes se verán complementados con el cobro de las ayudas derivadas de los denominados "derechos de explotación" generados en el periodo 2000-2001-2002 en el marco del "Régimen de Pago Único" previsto en la reforma de la PAC.

La Confederación de Cooperativas Agrarias de España (C.C.A.E.) estimó en 839.000 Tm la producción total de arroz para la campaña 2001, lo que supone una estabilización de la producción en todo el Estado. De esta cantidad, 367.000 Tm son del tipo Japónica destinado, básicamente, al consumo interno, estimado en 244.000 Tm de equivalente blanco que, en arroz cáscara o "paddy", representa aproximadamente 475.000 Tm. Además del arroz tipo Japónica, se prevé la producción de alrededor de 472.000 Tm de las variedades tipo Índica que, en su gran mayoría, se destinarán a paliar el déficit de este tipo de arroz en la UE, tal como ya hemos puesto de manifiesto.

También se observa una estabilización de la superficie dedicada al arroz durante la campaña 2001, pasando de las 112.655 Ha (PAC) de la anterior a las 114.818 Ha. reales.

Tabla 2.14. Superficie, producción y rendimiento del arroz en España en el año 2001

Comunidad autónoma	Superficie		Producción		Rendimiento	
	Ha	%	Tm	%	kg/Ha	% sobre media
Andalucía	39.318	34,24	323.000	39,07	8.215	114,08
Extremadura	22.640	19,72	157.500	19,05	6.957	96,61
Cataluña	20.557	17,90	125.000	15,12	6.081	84,45
Valencia	15.800	13,76	123.240	14,91	7.800	108,32
Aragón	14.132	12,31	80.555	9,74	5.700	79,16
Navarra	1.629	1,42	9.753	1,18	5.987	83,14
Murcia	719	0,63	7.500	0,91	10.431	144,85
Baleares	23	0,02	200	0,02	8.696	120,76
Total	114.818	100,00	826.748	100,00	7.201	100,00

Fuente: Semillas Certificadas Castells, S.L.

Tabla 2.15. Superficies cultivadas y tipos de arroz producidos en las distintas comunidades autónomas (año 2001)

CC.AA.	Superficie		Producción (Tm)					
	Ha	%	Total	%	Índica	%	Japónica y Semi	%
Andalucía	39.318,00	34,24	345.998	41,25	328.698	69,58	17.300	4,72
Aragón	14.132,42	12,31	80.555	9,60	-	-	80.555	21,97
Baleares	22,51	0,02	200	0,02	-	-	200	0,05
Cataluña	20.557,18	17,90	125.000	14,90	-	-	125.000	34,10
Extremadura	22.640,00	19,72	158.000	18,83	132.720	28,09	25.280	6,90
Murcia	719,44	0,63	7.500	0,89	-	-	7.500	2,05
Navarra	1.629,29	1,42	10.753	1,28	-	-	10.753	2,93
Valencia	15.800,00	13,76	111.000	13,23	11.000	2,33	100.000	27,28
Total	114.818,84	100,00	839.006	100,00	472.418	100,00	366.588	100,00

Fuente: Confederación de Cooperativas Agrarias de España (C.C.A.E.)

Otro aspecto importante a considerar es el de las cifras del consumo, que contemplaremos a continuación.

3.3. Consumo de arroz en el estado español

La evolución del consumo de arroz en nuestro país, es la siguiente:

Tabla 2.16. Consumo total de arroz en España

AÑO	Kg
1987	340.447.000
1990	224.336.000
1993	225.564.000

* Subespecie Japónica: 95%.

* Subespecie Índica: 5%.

El consumo de arroz por cápita en España, a lo largo de los años, ha sido el que se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2.17. Consumo de arroz por cápita en España (kg)

Consumo de arroz por cápita en España (kg)									
Año	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Kg arroz	8,752	6,932	6,687	5,703	5,684	5,628	6,119	6,259	5,683

Dicho consumo se distribuye por las siguientes zonas geográficas:

Tabla 2.18. Consumo de arroz en algunas zonas españolas

Levante.....	15 kg/habitante y año
Andalucía.....	9 kg/habitante y año
Cataluña.....	7 kg/habitante y año
Resto.....	3-4 kg/habitante y año
Media estatal	5,8 kg/habitante y año

3.4. Importancia económica del arroz en la Comunidad Valenciana

Durante el quinquenio 1979-83, la media de la producción total de arroz fue de unos 9.300 millones de pesetas, lo que significó el 0,57% de la Producción Final Agraria (P.F.A.) española. En ese mismo período, el valor medio de la producción arrocera de la Comunidad Valenciana fue de 2.600 millones de pesetas, y su contribución media al P.F.A. de esta Comunidad del

1,80%, siendo además el peso de la producción de arroz muy elevado con respecto al total del sector de los cereales, alcanzando valores próximos al 80%, mientras que la media estatal, para el decenio, fue de tan sólo el 7%.

El valor de la producción arrocera para el año 1984, fue de unos 4.240 millones de pesetas en la Comunidad Valenciana y sobre los 17.000 millones en el total del estado español.

Tabla 2.19. Valor de la producción de arroz y su importancia relativa respecto a la producción final agraria

Años	ESPAÑA		COMUNIDAD VALENCIANA		
	Producción de arroz (1)	Contribución a la PFA (%)	Producción arroz (1)	Contribución PFA(%)	% C.V./España
1983	7.672	0,36	3.297	1,70	43
1982	11.244	0,60	3.003	1,80	27
1981	11.264	0,71	2.835	1,90	25
1980	8.841	0,39	2.136	1,60	24
1979	7.673	0,38	2.003	1,80	26

(1) Millones de pesetas corrientes.

Fuente: "El arroz valenciano en la Comunidad Europea", Francisco Astorga Ramírez. Generalitat Valenciana. Tabla realizada con datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y del Banco de Datos de los Servicios Territoriales de Valencia.

En el siguiente cuadro se muestran los datos estadísticos de la superficie cultivada de arroz en las tres provincias de la Comunidad Valenciana, así como el total de la comunidad autónoma, durante una serie de años (de 1996 al 2001). Así mismo, se muestran las producciones obtenidas durante este periodo de tiempo.

Tabla 2.20. Superficie de cultivo y producción de arroz en la Comunidad Valenciana (1996-2001)

Año	Alicante		Castellón de la Plana		Valencia		Comunidad Valenciana	
	Superf. (Ha)	Produc. (Tm)	Superf. (Ha)	Produc. (Tm)	Superf. (Ha)	Produc. (Tm)	Superf. (Ha)	Produc. (Tm)
1996	50	250	246	1.476	16.000	126.605	16.296	128.331
1997	250	1.242	201	1.427	16.000	119.216	16.451	121.885
1998	250	1.481	234	1.643	16.000	121.936	16.484	125.060
1999	252	1.260	203	1.425	14.000	90.720	14.455	93.405
2000	251	800	140	994	14.350	107.625	14.741	109.419
2001	250	1.255	140	---	14.300	---	14.690	111.000

Fuente: Conselleria d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Comunitat Valenciana.

El precio comercial del arroz redondo en la comunidad valenciana en 1997 fue de 52 PTA/kg en molino, en 1998 fue de 46/48 PTA/kg también en molino y de 45 PTA/kg en almacén en 1999, siguiendo la tónica descendente propia de estos últimos años.

3.5. Importancia económica del arroz en Cataluña

Después de la publicación del Plan de Modernización y Concentración, a finales de abril, del 2002 y con el objetivo de fortalecer las empresas cooperativas para hacerlas más competitivas en el mercado y garantizar la calidad de sus producciones, las cooperativas arroceras del Delta del Ebro han iniciado interesantes procesos de agrupación.

La mejora de la producción de arroz a lo largo de los años ha sido impulsada, en esta Comunidad Autónoma, gracias a la buena organización de los cultivadores y la dirección técnica. Han ido surgiendo diferentes cooperativas de gran importancia económica y social, a saber: la Cámara Arroceras de Amposta, la Cooperativa de La Cava (Deltebre), la Cooperativa Arrossera Aldeana del Baix Ebre, la Cooperativa de Camarles, la Cooperativa de Jesús y María, la Cooperativa de Sant Jaume d'Enveja y alguna otra más. Gracias a esta circunstancia, han surgido también los préstamos sobre arroz en depósito. En su momento, fueron creados también el Consorcio Nacional Arroceros y la Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España que, después de un impulso inicial, han logrado un precio medio suficientemente remunerador para todos los productores. Actualmente, tanto las cooperativas del Delta Derecho del Ebro como las del hemidelta Norte (Delta Izquierdo) se hallan en proceso de fusión al objeto de unificar producciones y crear economías de escala o acumulación con el objetivo de hacer frente a los retos que, en los próximos años, planteará la liberalización progresiva del comercio mundial de los productos agrícolas y, muy especialmente, del arroz. Concretamente, las cooperativas del margen izquierdo se han fusionado en otra de primer grado denominada "Arrosaires del delta de l'Ebre", con más de dos mil socios y una producción

global media de 44 millones de kilogramos anuales, mientras que, las del margen derecho aspiran a constituir otra con producciones similares.

El proceso de fusión de las Cooperativas del Delta izquierdo, ya mencionado, para el cual se ha previsto una inversión de 11 millones de euros, arrancó de forma conjunta el 1 de septiembre de 2002 y se ha planteado, como principales objetivos, la construcción de una única factoría en el término municipal de Deltebre (Baix Ebre), común a todos, para la recepción, secado, elaboración, empaquetado y distribución del producto, así como la instalación de un molino, oficinas y restantes servicios auxiliares, que entraran en funcionamiento a partir de la campaña 2004.

Tabla 2.21. Precios (PTA/kg) del arroz en cáscara redondo percibidos por el agricultor en Cataluña en el período 1993/2002

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
93	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	48,0	58,0	58,0	58,0	50,0
94	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	56,0	56,0	57,6
95	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	57,0	57,0	55,4
96	58,3	59,0	59,0	59,0	59,0	62,0	62,0	52,0	55,0	54,0	55,0	55,0	56,3
97	56,0	56,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	53,7	52,0	52,0	52,0	53,0
98	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	51,7	51,0	51,0	52,0	49,0	48,0	47,0	50,4
99	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,8
00	45,0	46,7	48,0	48,0	48,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
01	48,0	48,0	48,0	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	49,0	49,0	47,9
02	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	--	--	48,3	47,1	47,0	48,6

Fuente: Estadística i Conjuntura Agrària, DARP.

Tabla 2.22. Superficies (Ha) y producciones (Tm) de arroz en cáscara en las provincias catalanas desde el año 1990 al 2001

Provincia	Barcelona		Gerona		Lérida		Tarragona		Total Cataluña	
	Ha	Tm	Ha	Tm	Ha	Tm	Ha	Tm	Ha	Tm
1990	78	204	295	1.829	73	460	19.636	117.000	20.082	119.493
1991	0	0	350	2.065	78	257	20.557	105.200	20.985	107.522
1992	0	0	350	1.715	15	75	22.158	126.301	22.523	128.091
1993	0	0	309	1.452	15	75	20.583	135.230	20.907	136.757
1994	0	0	745	3.725	82	443	21.200	135.680	22.027	139.848
1995	0	0	463	2.547	102	584	21.960	118.584	22.525	121.715
1996	0	0	435	2.486	100	550	21.060	130.256	21.595	133.292
1997	0	0	567	3.241	178	854	20.800	133.120	21.545	137.215
1998	0	0	670	3.836	157	864	20.911	133.830	21.738	138.530
1999	0	0	706	4.236	140	770	20.749	128.644	21.595	133.650
2000	0	0	772	4.169	132	964	20.291	128.645	21.195	133.778
2001	0	0	653	4.245	131	870	20.346	126.145	21.130	131.260
2002	0	0	741	4.750	136	911	20.458	124.221	21.335	129.882
2003*	0	0	750	4.800	130	860	20.500	128.500	21.380	134.160

Fuente: Estadística i Conjuntura Agrària, DARP 1990 y ss. (*) Cifras provisionales.

Tabla 2.23. Destino de la producción de grano en las explotaciones productoras catalanas.

Año 1999

PROVINCIA	Reserva para consumo propio		Venta fuera de las explotaciones	Total semilla Utilizada
	Semilla	Consumo humano		
Barcelona	-	-	-	-
Gerona	120	-	4.116	120
Lérida	-	-	770	26
Tarragona	1.200	1.100	126.344	4.100
Cataluña	1.320	1.100	131.230	4.246

En cuanto al precio del arroz blanco *Bahía*, variedad mayoritaria que se cultiva en la zona, en la Lonja de Tortosa (Bajo Ebro), durante los meses de septiembre y octubre de 1995 fue prácticamente constante y de 109 PTA/kg, iniciándose un descenso en los años subsiguientes que, prácticamente, iguala los precios percibidos por el agricultor con los costes de cultivo. En estas condiciones comerciales, que vienen determinadas en buena medida por los precios internacionales de dicha gramínea, el mantenimiento de las subvenciones de la PAC y de las medidas agroambientales resulta absolutamente imprescindible para el futuro del cultivo en Europa y, muy particularmente, en nuestro país.

En la actualidad, la reforma de la PAC aprobada por la Comisión Europea representa cambios importantes por lo que se refiere a la normativa aplicable y, muy concretamente, al rebasamiento de la superficie de cultivo máxima garantizada. Según los últimos datos disponibles, referentes a la campaña del 2003, se ha producido una penalización muy importante, cercana al 64%. En lugar de los 334'33 €/Ha. previstos en la anterior normativa del sector, los productores percibieron este año un importe de sólo 121'09 €/Ha.

La superficie sembrada se situó en 116.129'14 Ha., lo que supuso un rebasamiento del 10'63% respecto al límite con derecho a ayudas establecido en España, que era de 104.973 Ha. El sistema que se utilizaba en este sector para calcular las penalizaciones hacía que ese rebasamiento se multiplicase por seis y, de ahí, las elevadas penalizaciones que tuvo que soportar el sector durante largos años.

A partir de la campaña 2004/2005 entró en vigor la nueva normativa aprobada en junio de 2003. De acuerdo con la misma, existe una ayuda específica para el cultivo y otra incluida en el pago único por explotación, en el marco del mecanismo de desacoplamiento; en caso de que se rebase la superficie máxima con derecho a la primera de estas ayudas, la penalización resulta proporcional a dicho rebasamiento, y no como el sistema anterior.

Por otra parte, la puesta en práctica de los acuerdos con los Países Menos Avanzados y con los Países ACP en materia de importaciones provoca una caída de las rentas de los productores europeos motivada por decisiones políticas ligadas a lo que se ha venido denominando “globalización económica” o “internacionalización de la economía”⁴, que les sitúa en absoluta e injusta desventaja frente a los productores tercermundistas que funcionan en régimen de *dumping* fiscal, social y medioambiental. En coherencia, se debería garantizar a los arroceros el mantenimiento de unas rentas dignas por parte de los que han tomado dichas decisiones previas.

El arroz del delta del Ebro es un producto que está calificado con Denominación Geográfica Protegida por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya. Y además, ratificado con Denominación Específica por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Las tierras regadas en la desembocadura del Ebro que forman un Delta con características propias y diferentes a las otras zonas arroceras, le confieren una calidad especial a los arroces cultivados en ellas.

El arroz, que puede comercializarse con la Denominación de Calidad “Arròs del delta de l’Ebre”, es el procedente de diversas variedades, la principal de las cuales es *Bahía*. El arroz se comercializa con su distintivo y con la marca “Q”.

⁴ Véase, al respecto el libro de J.M. Franquet “¿Por qué los ricos son más ricos en los países pobres?”. Ed. Littera Books, S.L. Barcelona, 2002.

La calificación de Denominación de Calidad fue creada por el decreto 33/1983 del *Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya*, para garantizar el origen y la calidad de los productos alimentarios.

Se ratifica así el texto del Reglamento de la Denominación Específica "Arroz del delta del Ebro", aprobado por orden de 29 de mayo de 1989, modificada por la de 22 de mayo de 1991 de dicha Consejería autonómica, que figura como anexo a la presente disposición, que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación asume a sus efectos de su promoción y defensa en el ámbito nacional e internacional.

La producción de arroz tuvo el reconocimiento de IGP y fue registrada como Indicación Geográfica Protegida de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1.107/96, de la Comisión, publicado en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 148, de 21-06-1996, p. 1.

3.6. Importancia económica del arroz en Extremadura

Extremadura se ha consolidado, en los últimos años, como la segunda región, a nivel estatal, en el cultivo del arroz, con casi 25.000 hectáreas de extensión muy concentradas en las Vegas Altas del Guadiana. Para conseguir que el valor añadido de esta producción se quede en la propia región, cinco cooperativas de distinto grado han puesto en marcha la Sociedad Cooperativa Extremeña de Arroces en Miajadas, que surge de la necesidad de las cooperativas de la zona por lanzar al mercado un producto procedente de un sector sin desarrollo alguno en Extremadura, como es el caso del arroz. Fue inaugurada el 12 de diciembre del 2002, con capacidad para la elaboración y procesado de 50 millones de kilogramos de arroz.

Ya en 1998 se planteó que las cooperativas ejecutaran un proyecto conjunto de industria transformadora de arroz. En ese momento se estaban produciendo campañas de comercialización muy duras, los márgenes comerciales eran cada vez más estrechos y era necesario buscar un valor

añadido. El sector hallábase muy monopolizado y no dejaba de producirse una disminución de precios que afectaba a la renta de los arroceros. Aunque existían muchos secaderos de arroz en régimen cooperativo era necesario dar un paso más para su elaboración, envasado, expedición y venta.

Extremeña de Arroces agrupa a la mayor parte del sector arrocero de la región y se ha constituido con el objetivo de integrar y coordinar las actividades de almacenamiento, acondicionamiento, transformación y comercialización del arroz de sus socios. Está formada por las cooperativas Acorex y Acopaex de Mérida, Casat de Don Benito, La Encina de Palazuelo y San Juan de Puebla de Alcollarín. Estas cinco sociedades tienen un potencial productivo aproximado de 75.000 toneladas de arroz, siendo la mayoría de la variedad larga *Thaibonnet*, de grano cristalino. La superficie total que engloban las cinco sociedades es, aproximadamente, de 15.000 hectáreas, lo que supone el 80% de la superficie de arroz de Extremadura. En cuanto al número de socios, está próximo a los mil agricultores arroceros de la región.

La industria, que ocupa una extensión de cuatro hectáreas, ha supuesto una inversión total de unos 6 millones de euros, incluyendo una planta de vaporizado, dada la enorme demanda que se está produciendo en nuestro país en cuanto al consumo de este tipo de arroz, todo ello con el objetivo de procesar, como ya se ha dicho, unas 50.000 Tm. de arroz. En sus instalaciones trabajan quince personas y existen dos líneas independientes, una destinada al blanqueo del arroz tradicional y la otra al vaporizado de arroz cáscara con líneas de envasado. Las cooperativas entregan el arroz limpio y seco y en esta planta se descortica y se vaporiza. La idea de sus promotores es venderlo con la marca “La garza blanca” a granel y como marca blanca para la distribución.

3.7. Importancia económica del arroz en Andalucía

El arroz en la Comunidad Andaluza se produce básicamente en Sevilla, y se concentra en las marismas del Guadalquivir, concretamente en los municipios de Isla Mayor, Puebla del Río, Coria del Río, Los Palacios y

Villamanrique de la Condesa. En Isla Mayor, municipio arrocero por excelencia, el arroz es el único cultivo posible y la única fuente de riqueza y empleo junto a la industria auxiliar cangrejera, totalmente vinculada al cultivo del arroz, puesto que de él depende su materia prima.

Sevilla es, con 35.000 hectáreas, la primera provincia española en producción de arroz. En el año 2000 se recolectaron en la marisma de Sevilla 301.435 Tm de arroz (un 38% de la producción española), cifra que se vio incrementada en el 2001 en casi 20.000 toneladas. Un aumento de producción que se alcanza sin necesidad de incrementar la superficie de siembra, ya que ese año volvió a ser del entorno de las 35.000 Ha. El incremento en la producción se debió fundamentalmente a las buenas condiciones climáticas y a la mejora y consolidación de los sistemas de lucha integrada, que permiten tratar las parcelas de forma integrada y tras un seguimiento preciso de la incidencia de las plagas en el cultivo, habiéndose generalizado unas técnicas de cultivo plenamente compatibles con el medio ambiente.

Tabla 2.24. Producción de arroz en Sevilla, Andalucía y España de 1998 a 2001

PRODUCCIÓN DE ARROZ (Tm)	1998	1999	2000	2001
SEVILLA	280.000	317.774	301.435	321.000 *
ANDALUCÍA	299.040	342.551	317.778	350.000 *
ESPAÑA	804.300	845.100	797.800	793.500 *

Fuente: Ministerio de Agricultura, ASAJA-Sevilla y Federación de Arroceros (*: Estimación)

Tabla 2.25. Superficie de cultivo del arroz en Sevilla, Andalucía y España de 1998 a 2001

SUPERFICIE DE ARROZ (Ha)	1998	1999	2000	2001
SEVILLA	36.000	36.000	36.100	36.100*
ANDALUCÍA	37.380	38.700	38.279	39.318
ESPAÑA	110.200	112.100	113.000	113.317 *

Fuente: Ministerio de Agricultura, ASAJA-Sevilla y Federación de Arroceros. (*: Estimación)

En cuanto a la producción realizada durante la campaña 2002 en las 36.603 hectáreas sembradas de arroz en la provincia de Sevilla, fue de 311.947 toneladas, con unos rendimientos medios de 8.527 kilos por hectárea.

La Federación sevillana explicó que la campaña arrocerera de ese año había sido irregular debido a la climatología, marcada por una primavera lluviosa, que provocó el retraso en la cosecha y a un verano con temperaturas suaves.

La mayor parte de la producción de la provincia de Sevilla fue de grano largo (91,4%), siendo mayoritarias en superficie cultivada las variedades *Puntal* 82,66% (30.257 hectáreas) y *Thaibonnet* (6,44%), coincidiendo con los mayores rendimientos medios registrados. La variedad *Puntal* registra también el récord en rendimiento máximo con 12.302 kg/Ha y se consolidó gracias a su calidad en producción, en rendimiento industrial y en aceptación del comercio, ya que presta una perfecta sintonía entre el agricultor y la industria, al mismo tiempo que ha penetrado en el comercio sin problemas, según el informe de producción realizado por la Federación de Arroceros de Sevilla.

Como novedad en esta última campaña, veamos que se sembraron 3.153 hectáreas de arroz de grano redondo, las cuales generaron una producción de 25.190 toneladas, con unos rendimientos medios de 7.989 kilos por hectárea. En general, las variedades de grano largo presentan en esta zona un rendimiento medio algo mayor a las de grano redondo (8.573 kg/Ha), a pesar de que hay variedades del tipo Japónica como *Fonsa* que presentaron un rendimiento medio superior a cualquier variedad de grano largo (9.066 kg/Ha).

Los gráficos y tablas que se muestran a continuación han sido cedidos por el Departamento Técnico de la Federación Arrocerera de Sevilla y ponen claramente de manifiesto la importancia relativa de las diversas variedades de arroz cultivadas en dicha provincia andaluza, tanto por lo que se refiere a la producción como a las superficies y rendimientos.

Tabla 2.26. Datos generales de la campaña del arroz 2002 en la provincia de Sevilla

Variedades	Superficie total (Ha)	Producción total (Tm)	Rendimientos máximos (kg/Ha)	Rendimientos medios (kg/Ha)	Rendimientos mínimos (kg/Ha)	Registros
<i>Adelio</i>	67,36	480'00	7.126	7.126	7.126	1
<i>Arborio</i>	5,61	42'19	7.755	7.520	6.958	2
<i>Fonsa</i>	428,72	3.886'69	10.976	9.066	7.000	15
<i>Guadamar</i>	353,05	2.925'00	8.449	8.285	8.000	2
<i>Hispagran</i>	1.261,97	10.044'74	9.862	7.960	6.500	10
<i>Jacinto</i>	768,35	5.265'16	7.716	6.853	6.850	2
<i>Marisma</i>	119,25	900'59	10.860	7.552	5.500	6
<i>Maso</i>	832,31	6.168'86	11.388	7.412	5.000	38
<i>Puebla</i>	41,80	327'35	8.382	7.831	7.800	2
<i>Puntal</i>	30.257,42	261.343'77	12.302	8.637	4.006	927
<i>Thaibonnet</i>	2.356,94	19.667'29	11.000	8.344	4.000	36
<i>Thainato</i>	60,91	493'29	9.329	8.099	8.051	2
<i>Thaiperla</i>	50,11	402'15	9.676	8.025	7.948	2
TOTALES	36.603,80	311.947'08	--	8.522	--	1.045

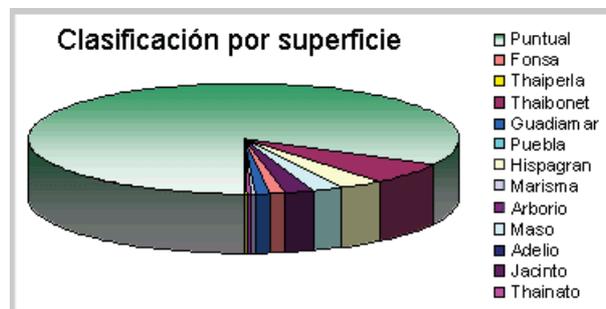


Figura 2.1. Clasificación de variedades por superficie sembrada en la provincia de Sevilla (año 2002)

Tabla 2.27. Superficie sembrada de distintas variedades de arroz en la provincia de Sevilla (año 2002)

Variedad	Superficie total (Ha)	Porcentaje
<i>Puntal</i>	30.257,42	82,66%
<i>Thaibonnet</i>	2.356,94	6,44%
<i>Hispagran</i>	1.261,97	3,45%
<i>Maso</i>	832,31	2,27%
<i>Jacinto</i>	768,35	2,10%
<i>Fonsa</i>	428,72	1,17%
<i>Guadamar</i>	353,05	0,96%
<i>Marisma</i>	119,25	0,33%
<i>Adelio</i>	67,36	0,18%
<i>Thainato</i>	60,91	0,17%
<i>Thaipera</i>	50,11	0,14%
<i>Puebla</i>	41,80	0,11%
<i>Arborio</i>	5,61	0,02%
TOTALES	36.603,80	100,00%

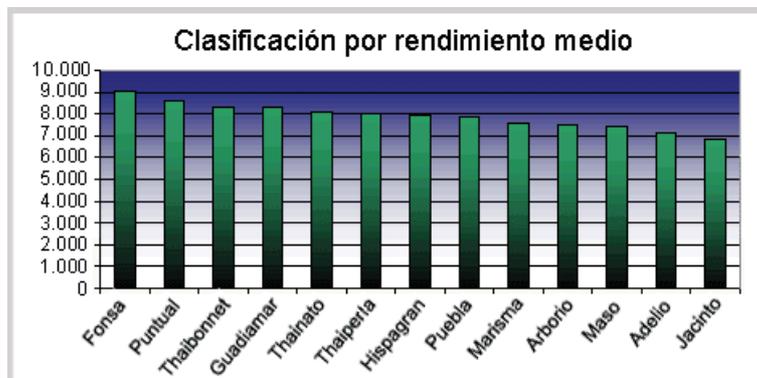


Figura 2.2. Clasificación por rendimiento medio de algunas variedades de arroz en la provincia de Sevilla (año 2002)

Tabla 2.28. Rendimiento medio de algunas variedades de arroz en la provincia de Sevilla (año 2002)

Variedades	Rendimiento medio (kg/Ha)
<i>Fonsa</i>	9.066
<i>Puntal</i>	8.637
<i>Thaibonnet</i>	8.344
<i>Guadamar</i>	8.285
<i>Thainato</i>	8.099
<i>Thaiperla</i>	8.025
<i>Hispagran</i>	7.960
<i>Puebla</i>	7.831
<i>Marisma</i>	7.552
<i>Arborio</i>	7.520
<i>Maso</i>	7.412
<i>Adeliz</i>	7.126
<i>Jacinto</i>	6.853
MEDIA	8.522

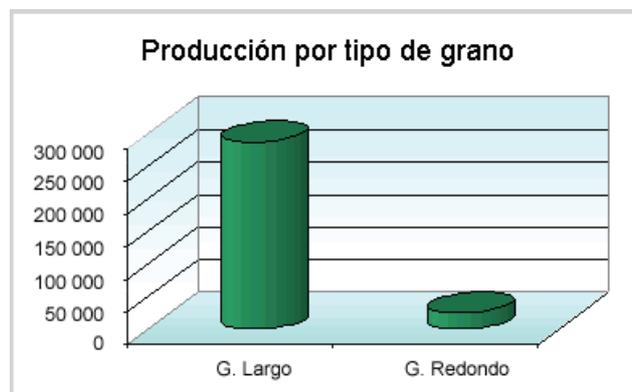


Figura 2.3. Producción por tipo de grano en la provincia de Sevilla durante el año 2002

Tabla 2.29. Datos generales sobre variedades de grano largo del año 2002 en la provincia de Sevilla

Arroces de Grano Largo			
VARIEDAD	Superficie (Ha)	Producción (Tm)	Rendimiento medio (Kg/Ha)
<i>Adelio</i>	67,36	480,00	7.126
<i>Jacinto</i>	768,35	5.265,16	6.853
<i>Puntal</i>	30.257,42	261.343,77	8.637
<i>Thaibonnet</i>	2.356,94	19.667,29	8.344
TOTALES	33.450,07 *	286.756,22	8.573

* 91,4% de la superficie total

Tabla 2.30. Datos generales sobre variedades de grano redondo del año 2002 en la provincia de Sevilla

Arroces de Grano Redondo			
VARIEDAD	Superficie (Ha)	Producción (Tm)	Rendimiento medio (kg/Ha)
<i>Arborio</i>	5,61	42,19	7.520
<i>Fonsa</i>	428,72	3.886,69	9.066
<i>Guadamar</i>	353,05	2.925,00	8.285
<i>Hispagran</i>	1.261,97	10.044,74	7.960
<i>Marisma</i>	119,25	900,59	7.552
<i>Maso</i>	832,31	6.168,86	7.412
<i>Puebla</i>	41,80	327,35	7.831
<i>Thainato</i>	60,91	493,29	8.099
<i>Thaiperla</i>	50,11	402,15	8.025
TOTALES	3.153,73*	25.190,86	7.988

* 8,6% de la superficie total

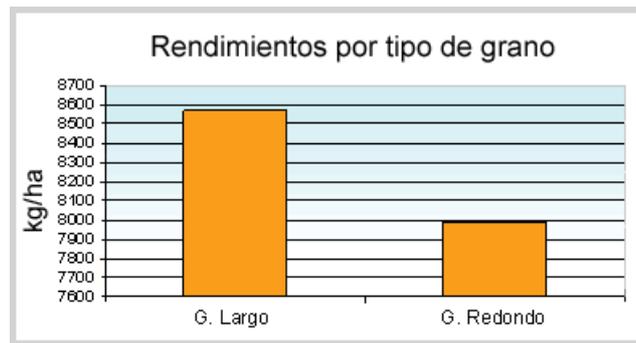


Figura 2.4. Rendimiento según tipo de grano obtenidos en la provincia de Sevilla (año 2002)

4. Problemática medioambiental asociada al cultivo

4.1. Casuística general

El cultivo del arroz es, ecológicamente hablando, uno de los usos agrícolas más compatibles con el medioambiente. Su inundabilidad hace que se convierta en un auténtico “almacén” de especies acuáticas, plantas e invertebrados en general, así como en una exquisita despensa que atrae a distintos tipos de aves. Sin embargo, no sólo se trata de beneficios al medioambiente lo que actualmente produce el arroz. El cultivo en sí apenas produce daños, aunque el uso actual que de él se hace está produciendo algunos. La intensificación de la producción, como consecuencia del incremento de la demanda, ha aumentado el uso de fertilizantes y pesticidas, haciendo del cultivo del arroz uno de los principales contaminantes de algunas zonas agrícolas especialmente sensibles.

Hasta aproximadamente el año 1970, la creciente demanda de arroz se cubrió en gran parte aumentando la superficie sembrada de este cereal de verano. Desde entonces, los cultivos han ido aumentando a través de la intensificación de los mismos. Según la FAO, los problemas que la producción intensiva genera se centran en los siguientes aspectos:

- Problemas causados por la contaminación con productos plaguicidas: consecuencias para las aves, mamíferos, seres humanos y muertes de especies para los que no iban destinados los pesticidas, mientras que algunas plagas que se intenta combatir se inmunizan a medio y largo plazo.

- Desequilibrio y disminución de los nutrientes del suelo, pues no se da tiempo a la regeneración de la tierra e incluso se agrava este exceso con la aplicación desequilibrada de fertilizantes químicos.

- Erosión del suelo, que se produce en las zonas con cultivos en lugares altos, montañosos. Este problema apenas afecta a las tierras bajas de regadío y secano que constituyen el 82'4% de la superficie sembrada de arroz y que producen más del 90% del mismo.

- Salinización de las tierras de regadío.

- Seguridad de los trabajadores agrícolas y acumulación de residuos de plaguicidas en los alimentos.

Se estima que el crecimiento de la demanda será de un 1'8% en el periodo 2001/10, lo que supone un cierto descenso respecto al decenio anterior. Se prevé que aumenten las hectáreas en once millones de arrozales, aunque se disminuirá la presión sobre los bosques en su conversión a arrozales, pues aumentarán principalmente las tierras de regadío.

La importancia de estos ecosistemas se está viendo reflejada en las distintas actuaciones que desde la UE se están fomentando. Las zonas húmedas o humedales -así se designan a los espacios que permanecen cubiertos de agua durante largos períodos de tiempo- son uno de los ecosistemas con mayor productividad biológica del mundo, aunque sean los que menos extensión ocupan en nuestro planeta azul. En el caso de España suponen sólo el 0'4% del territorio.

Esta elevada productividad les hace disponer de gran cantidad de recursos naturales de los que el hombre ha hecho uso y abuso. En España, las transformaciones agrícolas de secano en regadío, la ocupación irrestricta y acelerada del litoral por urbanizaciones de uso turístico y distintas instalaciones industriales y recreativas han amenazado seriamente la subsistencia de estos espacios dentro del territorio nacional.

La importancia de estos ecosistemas y su regresión en las últimas décadas llevó a crear en 1962 una lista de humedales de importancia internacional para posteriormente, en 1971, firmar un convenio a este respecto, fruto de las conversaciones mantenidas en la Conferencia Internacional sobre la Conservación de Zonas Húmedas y Aves Acuáticas en Ramsar (Irán). En él se incluían los humedales españoles. Por tanto, todas las cuestiones que se suscitan en torno a estos ecosistemas y sus usos tienen como fondo el mantenimiento y la mejora de las condiciones ecológicas.

El arroz, aunque fruto de la intervención del hombre, es un cultivo cuyas especiales condiciones permiten su compatibilidad con el equilibrio ecológico que requiere la flora y fauna de los humedales. Es su necesidad de permanecer inundado buena parte del año, lo que convierte al arroz en un aliado ecológico, aunque dicha circunstancia es también lo que encarece su producción. Tras la inundación, comienza la regeneración de las comunidades biológicas acuáticas, la mayoría de ellas adaptadas a los períodos del arroz. Así, pocos días después de introducida el agua en los campos, empiezan a aparecer las primeras plantas y animales invertebrados y se inicia la cadena que culmina con las aves. Éstas deben el 90% de sus recursos alimenticios al arrozal. El ciclo de inundaciones del arroz comienza en el mes de abril, en que se inunda el arrozal para que se sedimente, permanece inundado durante el cultivo hasta finales de agosto para comenzar la siega durante septiembre y luego se mantiene inundado desde noviembre hasta mediados de enero aproximadamente.

4.2. Un caso concreto: el delta del Ebro

El Delta del Ebro⁵ es una zona húmeda de categoría internacional. Sus 320 km² constituyen el hábitat acuático más importante del Mediterráneo Occidental después de la Camargue francesa y el segundo de España, después del Parque Nacional de Doñana. Su considerable papel biológico contrasta con la profunda humanización de una gran parte de su superficie y con su no menos considerable peso agrícola.

La Generalitat de Cataluña creó, por un Decreto del año 1983, ratificado y ampliado en 1986, un Parque Natural que ocupa parte de su territorio (concretamente 7.736 ha, de las cuales 3.979 ha corresponden a la comarca del Montsià y 3.757 ha a la del Baix Ebre), y que comprende las lagunas de les Olles, el Canal Vell, el Garxal, l'Alfacada, la Platjola, la Tancada y l'Encanyissada, las islas de Buda, Sant Antoni y Sapinya, las penínsulas de la Punta de la Banya y del Fangar, los *ullals* de Baltasar y los yermos de Casablanca. Conviven en él 515 especies vegetales, algunas de ellas exóticas, repartidas en los ambientes de los salobres o sosares, los cañizares, el bosque de ribera, los arrozales y los arenales. La diversidad de hábitats y el clima húmedo y templado propician la presencia de multitud de invertebrados destacando, de la herpetofauna, las numerosas serpientes de agua. La avifauna es la más característica y su importancia cualitativa y cuantitativa sobrepasa, con mucho, el ámbito estrictamente local, por lo que en diversas convenciones aparece como zona del máximo interés por las colonias de cría de anátidas, limícolas y aves marinas así como por el paso de las aves migratorias hivernantes.

Constituye un conjunto con funcionamiento equilibrado en cuanto al movimiento y manejo de sus aguas, tanto para el riego estacional de los arrozales, como para el mantenimiento de los mismos inundados en invierno, o como para el manejo de las aguas en todas sus redes de desagüe que se hallan conectadas, en un sinfín de puntos, con las lagunas y cañizares del

⁵ Vide José Ma. Franquet Bernis, "Con el agua al cuello, 55 respuestas al Plan Hidrológico Nacional" Ed. Littera Books, S.L. Barcelona, 2001.

Parque Natural. Con ello se mantiene un control adecuado, tanto de la circulación de las aguas como de los niveles más convenientes para el cultivo agrícola y para el ecosistema de las lagunas, en las que ya se han abierto, en los últimos años, varios puntos de entrada de agua procedente de los canales con un flujo dirigido por compuertas, algunas de ellas en los desagües, de funcionamiento automático. Si bien la dirección y control de las aguas de riego así como las circulantes por la red de desagües está en manos de las Comunidades de Regantes de ambas márgenes (La Comunidad General de Regantes del Canal de la Derecha del Ebro y la Comunidad de Regantes-Sindicato Agrícola del Ebro), deberá existir cada vez más una buena relación de gestión y colaboración entre todas las partes implicadas para beneficiar el delicado equilibrio del ecosistema deltaico, sin perjudicar a ninguno de los legítimos intereses que han de convivir en él.

La "Propuesta Técnica de Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro", en la forma en que está redactada, puede ser lesiva para la economía del Delta y por tanto totalmente negativa para las gentes que en él y de él viven, en la medida en que tiende a la reducción de los caudales que se están utilizando y que son imprescindibles para su supervivencia.

En esta propuesta se hacen detalladas consideraciones, zona por zona y para cada Junta de Explotación, constatando su estado actual y las necesidades de demanda, en base a lo cual se proponen grandes obras de infraestructura, tanto para mejorar lo existente como para establecer miles de ha de nuevos regadíos, en terrenos con altas concentraciones salinas, que en muchos casos, como ya se ha señalado, pueden producir trastornos gravemente perjudiciales para las aguas del río.

Cabe traslucir, incluso, un claro objetivo de reducir, los "excesivos caudales que se consumen en el Delta"; pero es que además, no se refleja la realidad actual en cuanto a los consumos que viene ejerciendo dicho Delta desde muy antiguo. Tampoco puede admitirse que a través del Plan Hidrológico se pretendan imponer ideas teorizantes, totalmente inaceptables para el sensible sistema deltaico, **con el único objetivo de reducir el**

consumo de agua en una zona que tradicionalmente la viene usando de forma racional, y en donde la economía y la vida de sus gentes está basada en la utilización correcta de estas aguas.

Todos los nuevos planes, basados lógicamente en una buena regulación de cada uno de los recursos posibles de la Cuenca, con seguridad podrían perjudicar los intereses del Bajo Ebro, tanto por la derivación de importantes caudales, como por la perniciosidad de los retornos que, con gran concentración de sales, deteriorarán la calidad de las aguas del tramo final.

En efecto, el agua, a través de la red de canales de riego, en primer lugar se distribuye capilarmente a los arrozales, que constituyen el único cultivo posible actualmente, dado el bajo nivel de los terrenos respecto al mar, cuya influencia mantiene un nivel freático alto, con un exceso de sales difíciles de contener sin un tirante de agua conveniente.

Por ello, actualmente ningún otro cultivo que no sea el arroz puede desarrollarse con garantía de continuidad, habida cuenta de su característica específica de cultivo a plena inundación. Y esta permanente inundación del campo arrozal precisa de un caudal continuo entrando en la parcela de cultivo, que es imprescindible se filtre en profundidad hasta el nivel freático para contrarrestar eficazmente la subida de la salinidad; y también resulta imprescindible que se vierta en parte horizontalmente hacia el desagüe, al objeto de producir una necesaria renovación del agua que garantice la sanidad agrícola del cultivo, ya que sería totalmente pernicioso para éste, en el Delta, mantener el arrozal con aguas estancadas sin renovación. Como también se ha comprobado altamente perjudicial e inaceptable que las parcelas del arrozal no tengan una cota superior suficiente sobre la lámina de agua de los desagües para permitir la filtración hacia el subsuelo, cuestión ésta que resulta imprescindible para contrarrestar el alto grado de salinidad del mismo y posibilitar un permanente lavado, lixiviación o saneamiento del horizonte superior de cultivo.

Las experiencias de cultivo arrozal en el Delta vienen ya desde 1850 y a pesar de que, con el paso de los años, se han venido modernizando continuamente las técnicas de cultivo, tanto en las diversas operaciones como en la maquinaria utilizada, en ningún caso ha sido conveniente reducir la dotación de agua, y se tiene muy claro y comprobado que un aumento del volumen del agua circulante en las parcelas mejora los rendimientos unitarios de dicho cereal de verano, considerado como el alimento básico de la civilización oriental, pero también esencial en la nuestra.

5. Tipos de arroz según el proceso industrial del grano

El grano de arroz, tal y como sale del campo, es un grano vestido y se llama *arroz-cáscara* o *paddy*. A continuación, ha de sufrir un proceso de transformación industrial que consiste, básicamente, en las siguientes operaciones: limpieza preliminar y secado, aspiración, descascarado, separación del grano, pulido y abrillantado del grano, almacenaje, clasificación, envasado, etiquetado y expedición.

Según la particularidad del proceso industrial, se pueden obtener diferentes tipos de arroz, a saber:

1. **Arroz cargo:** conocido también como “arroz integral”, es el arroz en que los granos han sido desprovistos de la cáscara (las glumelas) pero todavía conservan el pericarpio y la testa. Es por este motivo que poseen un color oscuro.
2. **Arroz blanco:** en el cual los granos han sido desprovistos del pericarpio y la testa mediante un esmerado proceso de pulido. Éste es el arroz de consumo corriente en casi todo el mundo.
3. **Arroz vaporizado** (*arroz sancochado*): llamado, a veces también, arroz “medio cocido”. Es el arroz que se ha sometido inicialmente a un tratamiento con agua y vapor y a un secado posterior. De esta manera, se facilita la posterior cocción y los granos quedan más sueltos. Además, una parte de las vitaminas y de los minerales de las capas

externas pasan a su interior y no se eliminan en el proceso de pulido. Tiene un color amarillento.

4. **Arroz tratado:** la legislación prevé la posibilidad de elaborar arroces tratados, sometiendo el arroz blanco a procesos especiales de elaboración. Se consideran como arroces tratados: el arroz satinado, el arroz matizado y el arroz enriquecido.

Los arroces blanco y vaporizado se comercializan en diferentes categorías: extra, primera (I) y segunda (II), en función de los contenidos de granos enteros y de granos rotos o partidos presentes en la muestra.

6. Calidades del grano de arroz

Los fragmentos de granos de arroz la longitud de los cuales es igual o inferior a las tres cuartas partes de la longitud media del grano entero, constituyen lo que se conoce con el nombre de *arroz roto o quebrado*.

A continuación, se definen los distintos tipos de grano y las diferentes clases de arroz partido de calidad reprochable que se pueden encontrar:

- Granos enteros: son los que, independientemente de las características propias de cada fase de elaboración, se les ha quitado, como máximo, una parte del diente.
- Granos despuntados: se trata de granos a los que se les ha quitado todo el diente (protuberancia del grano contigua al germen, correspondiente al alojamiento del mismo).
- Granos medianos, partidos o rotos: si se desprenden del grano porciones mayores que el diente. Los partidos comprenden, a su vez:
 - partidos gruesos: fragmentos de grano de longitud igual o superior a la mitad del grano, sin llegar a ser un grano entero.
 - partidos de tamaño medio: fragmentos de arroz de longitud igual o superior al cuarto de la longitud del grano, pero que no llega a tener el tamaño mínimo de los granos partidos gruesos.

- partidos pequeños: fragmentos de granos de longitud inferior a la de un cuarto de grano, pero que no atraviesan un cedazo de 1,4 mm de anchura de malla.
- fragmentos: pequeñas porciones o partículas de un grano que pueden atravesar un cedazo de 1,4 mm de anchura de malla. Se equiparan a los fragmentos los granos partidos por su sección longitudinal.
- Granos verdes: se trata de granos que no han llegado a la plena maduración, por lo que adoptan la expresada coloración externa.
- Granos con deformaciones naturales: se entiende por “deformaciones naturales” las deformaciones de origen hereditario o no, respecto a las características morfológicas típicas de la variedad.
- Granos yesosos: granos de arroz opacos y harinosos, que ofrecen un aspecto de yeso al menos en sus tres cuartas partes.
- Granos veteados de rojo: presentan, en diferentes intensidades y tonalidades, estrías rojas es sentido longitudinal, que son debidas a restos del pericarpio.
- Granos variolados o moteados: presentan un pequeño círculo bien delimitado de color oscuro y de forma más o menor regular. También se incluyen en este apartado los granos que presentan estrías negras superficiales y no en profundidad; las estrías o manchas no han de presentar una aureola amarilla u oscura.⁶
- Granos manchados: presentan en una parte de su superficie un color diferente del normal. Las manchas podrán presentar diferentes coloraciones (negruzcas, rojizas, rosa, marrón, etc.), y además también se consideran manchas las estrías profundas de color negro. Se consideran granos amarillos los que tienen manchas con una intensidad de color (negro, rosa, marrón rojizo) de manera que se percibe inmediatamente y en una medida igual o superior a la mitad de los granos.
- Granos amarillos: se trata de granos que, por un procedimiento que no es el propio del secado, han sufrido una modificación de su color natural,

⁶ Son distintos a los denominados, por la legislación española, granos "picados", producidos por la picadura de insectos Pentatómidos (chinche o "pudenta").

en parte o en toda su superficie, y presentan tonos amarillos que van desde el amarillo limón al amarillo anaranjado.

- Granos cobrizos o ambarinos: los que han sufrido una pequeña alteración uniforme y general del color por un procedimiento que no es el secado. Esta alteración hace que el color de los granos se transforme en un color amarillo-ámbar claro.

Otro aspecto importante, a la hora de calificar la calidad del grano de arroz, es su **perlado**. Entre los diferentes mercados europeos, hay unas determinadas preferencias por el aspecto del arroz respecto a su total transparencia o presencia de “perla”. Generalmente, se tiende a considerar la perla como defecto, mientras que en Italia y en el estado español, contrariamente, tiene frecuentemente un valor añadido.

En el comercio internacional se prefieren los tipos de grano estrecho, largo y cristalino. Se ha tendido, engañosamente, a confundir el grano perlado con el “yesado” y por eso normalmente se juzga mal este defecto en las variedades cultivadas en Europa.

En la tabla siguiente, se puede observar una clasificación de las variedades de arroz según la transparencia de su grano, calificándose en este sentido de “cristalino”, “semiperlado” y “perlado”.

Tabla 2.31. Clasificación de variedades de arroz según la transparencia de su grano

Variedades	de	grano	Cristalino	Variedades de grano semiperlado	Variedades de grano perlado
<i>Betis</i>	<i>Niara</i>	<i>Koral</i>	<i>Lemont</i>	<i>Tebre</i>	<i>Senia</i>
<i>Italpatna</i>	<i>Veneria</i>	<i>Kido</i>	<i>Leda</i>	<i>Riva</i>	<i>Bahía</i>
<i>Niva</i>	<i>Bellemont</i>	<i>P. Marchetti</i>	<i>Mareny</i>		<i>Lomellino</i>
<i>Ariete</i>	<i>Gulfmont</i>	<i>Ringo</i>	<i>Thaibonnet</i>		<i>Clot</i>
<i>Europa</i>	<i>Newbonnet</i>	<i>R. Marcheti</i>	<i>Star</i>		<i>Thainato</i>
<i>Giara</i>	<i>Skybonnet</i>	<i>Smeraldo</i>	<i>Tabonnet</i>		
			<i>Alba</i>		

7. El valor nutritivo del arroz

El arroz es pobre en sustancias nitrogenadas, por cuyo motivo no puede ser considerado como un alimento completo. La harina de arroz, por su riqueza en féculas, sirve para elaborar materias alimenticias diversas y se emplea también, en algunos casos, en las fábricas de cerveza con el fin de lograr una suficiente riqueza alcohólica gastando poca malta. Así mismo, la paja de arroz, mezclada con otras materias, se usa como combustible y también para elaborar loza, porcelana y cristal; también se emplea en la fabricación de celulosa y pastos para papel, así como para camas del ganado.

El arroz constituye un alimento básicamente energético ya que su componente más importante son los glúcidos o hidratos de carbono (almidón). Por el contrario, es pobre en sustancias nitrogenadas (composición media: 8%), y el contenido en materia grasa (lípidos) es insignificante, con poco más del 1%.

La variabilidad de la composición y de las características del arroz es muy amplia y depende de la variedad y de las condiciones ambientales en las que se efectúa el cultivo. En el arroz descascarillado el contenido proteico oscila entre el 7% y el 12%, pudiendo variar hasta 6-7 puntos porcentuales, para la misma variedad, según las condiciones ambientales de cultivo. Así mismo, el incremento de la fertilización nitrogenada aumenta el contenido porcentual de algunos aminoácidos, mientras que disminuye o bien no varía para otros.

En el siguiente cuadro comparativo se puede observar el contenido nutricional de los cereales más importantes en la alimentación humana. También se puede ver la diferencia nutritiva entre el arroz pulido (blanco) y el no pulido (integral).

Tabla 2.32. Cuadro comparativo de nutrientes en granos por cada 100 gramos

Parámetros	Arroz pulido	Arroz no pulido	Maíz	Trigo
Humedad (%)	31,1	12,9	12,5	13,2
Hidratos de carbono (g)	73,4	77,8	64,7	61,0
Proteínas (g)	6,8	7,2	8,6	11,7
Lípidos (g)	0,6	2,2	3,8	2,0
Fibra (g)	1,4	2,9	9,2	10,3
Magnesio (mg)	64,0	157,0	120,0	147,0
Calcio (mg)	6,0	23,0	15,0	43,7
Fósforo (mg)	120,0	325,0	256,0	344,4
Hierro (mg)	0,6	2,6	-	3,3
Potasio (mg)	103,0	150,0	330,0	502,5
Sodio (mg)	2,0	9,0	-	-
Cenizas (g)	0,6	1,2	-	-
Valor energético (kJ)	1.454	1.461	1.389	1.310
Valor energético (cal)	342	344	327	309

En cuanto a las vitaminas y minerales, se presentan diferencias significativas entre las diferentes clases de arroz. El arroz integral es rico en algunas vitaminas, principalmente B₁ o tiamina (0,34 mg), B₂ o riboflavina (0,05 mg), niacina o ácido nicotínico (4,7 mg) y PP. En cambio el arroz blanco es pobre en vitaminas (0,09 mg de vitamina B₁, 0,03 mg de vitamina B₂ y 1,4 mg de niacina) y sales minerales, ya que éstas se encuentran mayoritariamente en las capas externas del grano, las cuales se eliminan con el proceso de pulido o “blanqueado”. El arroz “parboiled” es rico en estas vitaminas como consecuencia de su especial proceso de elaboración, si bien en menos cantidad que el arroz integral.

Los procedimientos de cocción, por su parte, pueden reducir también la riqueza en vitaminas y minerales del arroz; en efecto, la cocción se realiza frecuentemente con abundante agua que después se desprecia y gran parte de estos nutrientes se disuelven en el agua de cocción y se eliminan de no utilizarse como “caldo”.

Cabe destacar la gran digestibilidad de este alimento, conocida desde antiguo, por lo que resulta especialmente recomendable en dietas específicas frente a procesos patológicos estomacales e intestinales, así como en la alimentación de ancianos y niños.

8. Gastronomía del arroz

Carnes, verduras, exquisitos mariscos o pescados de roca, inclusive exiguas raspas o la más sencilla de las hortalizas, pueden resultar como el mejor de los manjares cuando son cocinados, con sapiencia y cariño, con un buen arroz, ya sea caldoso, meloso, marinero, en paella, etc.

¿Qué enigmático secreto esconde esta gramínea que, siendo insulsa y aburrida en solitario es, sin embargo, capaz de ensalzar, en las más diversas combinaciones, cualquier otro alimento?. Pues bien, no hay secreto ninguno en estos granos sino es el de cumplir con una modesta pero importantísima función: CONDUCIR EL SABOR de sus compañeros de viaje. El arroz liga y enlaza, cual personaje de conocida tragicomedia, sabores, aromas y texturas para ofrecernos una interminable colección culinaria.

Pero realizar esta afirmación de una forma tan general sería impreciso y podría llevarnos a sonoros fracasos gastronómicos. No todos los arroces son capaces de expresarse de una forma tan especial. Así, por ejemplo, las variedades de arroz largo que, cocinadas en guarnición quedan siempre sueltas y de textura firme y consistente, fracasarían cocinadas en paella, arroz caldoso, marinero, etc. Precisamente por su incapacidad de conducir sabores, encontrándonos con un arroz relativamente insípido (aunque, eso sí, suelto y entero, con una mayor longevidad conservativa). Desengaños similares encontraríamos si utilizáramos arroces vaporizados, glutinosos, integrales, etc., de uso tan en boga en los últimos tiempos. Habrá que recurrir, por ejemplo, al arroz *Bomba* para encontrar un grano que reúna una larga serie de características favorables desde el punto de vista gastronómico y organoléptico.

Entonces, ¿qué variedades debemos utilizar para estos platos?. Hoy por hoy, recomendamos utilizar únicamente tres variedades: *Bahia*, *Senia* y *Bomba*. Cualquiera de esas tres variedades, especialmente la última, cumplirá a la perfección este papel de conductor del sabor. Son arroces de grano redondo, caracterizado por su uniformidad en la cocción, homogeneidad de grano y gran porcentaje de perlado. La perla del arroz es una mancha blanca que se observa en el centro del grano, formada por almidón, y que es responsable de la absorción de los sabores de los ingredientes que lo acompañan.

El arroz *Bomba* ha adquirido un mayor renombre. Se diferencia de las otras dos variedades por ser de grano más corto que cuando cuece no se abre longitudinalmente, como los otros arroces, sino que aparece estratificado o fisurado transversalmente y con un aumento de longitud de dos a tres veces la del grano crudo. Además no se empasta después de cocido, manteniendo la consistencia y sabor agradable de las otras dos variedades aunque con una textura un tanto menos cremosa y una menor expulsión de sólidos solubles durante la cocción.

Aparte de su empleo directo como alimento humano fundamental, el arroz se emplea también para la obtención de bebidas alcohólicas (como el “sake”) y del almidón. Es un ingrediente fundamental en la cocina oriental y en buena parte del recetario de la cocina occidental, fundamentalmente en las recetas de las zonas lacustres del levante español y del norte y mediodía de Italia.

Desprovisto de las capas superficiales oscuras, el arroz se compone de un 75% de fécula, un 7% de almidón, agua y pequeñas cantidades de azúcares y grasas.

Como ya se ha expresado anteriormente, es originario de la India y de la China, donde aparece ligado a antiguas tradiciones que lo hacen regalo de Shiva a la humanidad. El arroz llegó a Occidente europeo con los árabes, cuando ya se había afianzado en Japón, en el delta del Mekong y en las orillas de los grandes ríos chinos. En la actualidad, se encuentra cultivado en todos

los países cálidos del mundo, constituyendo el alimento principal para la mitad de la humanidad. El 90% de la cosecha mundial se obtiene entre India, China y Japón.

En España, el cultivo del arroz se conoce desde la dominación árabe. En la cocina suele presentarse sin cáscara, aunque en ella se conservan los principios vitamínicos que evitan el *beri-beri* y otras enfermedades humanas. Se suele cocinar hervido, como pan de arroz, o bien a la cazuela, ligeramente sofrito. Las fórmulas culinarias occidentales más sabrosas son las recetas marineras del levante español, que han hecho de la tradicional “paella valenciana” un plato archiconocido a nivel mundial. En Italia son famosos y exquisitos los “risottos” a la milanesa. Fermentado, da lugar a la cerveza característica del Japón y al “sake”.

Cabe destacar las características químicas que posee la variedad denominada “Bomba”, las cuales suponen un comportamiento diferente en la cocción (se pega menos). Esto está respaldado por un análisis químico que demuestra que el *Bomba* tiene normalmente un 23% de amilasa frente a un 18% del *Senia* y otras variedades similares. Se comporta más bien como las variedades largas de tipo índico (más resistentes a la cocción), pero también hay que aclarar que no todas las variedades largas son más resistentes a la cocción: existen algunas de “tipo Índica” que no son tan resistentes a la cocción como el propio *Bomba*.

El *Thaibonnet* (una variedad del “tipo índica”) es una variedad de grano largo y talla baja. Si se cuece este arroz se observa que resiste bien la cocción (o sea, se mantiene íntegro: no se deshace ni se “pega”). Éste es el tipo de arroz que se prefiere en los países europeos, porque se consume siempre como guarnición de otros platos o bien como arroz blanco. El *Bomba*, aunque sea un grano más corto incluso que el *Bahía* y tenga perla, se comporta en este sentido más bien como el *Thaibonnet*.

Otro uso interesante de este cereal, por lo que a la gastronomía se refiere, es para la obtención de vinagre. En efecto, los vinagres chinos no

suelen ser resultado de la fermentación acética del vino de uva, dado el escaso número de hectáreas que se dedican, en ese país, al cultivo de la vid. Normalmente, el vinagre que se utiliza como condimento es de arroz, resultado de la fermentación de un vino de arroz de muy baja graduación. Los cocineros lo utilizan para rebajar la potencia de algunos sabores, al tiempo que con él consiguen variar los aromas. Para ello, utilizan vinagres añejos, característicos de la provincia de Shanxi, o bien perfumados, un tipo de vinagre de arroz que se elabora en Zhen jiang. También tiene justa fama el vinagre rosado de arroz de esta misma provincia china.

El arroz, en fin, es uno de los productos básicos de toda cocina y participa como ingrediente de decenas de sustanciosos y sabrosos platos. Se trata de un alimento astringente y de fácil digestión.

Como ya se ha comentado anteriormente, el almidón es uno de los componentes esenciales del arroz que influye en los métodos de cocción. En arroces como el *pilaf*, para no espesar el líquido de cocción, es necesario lavar el arroz antes de la cocción con un chorro de agua fría hasta que salga clara. El arroz cocido normal puede conservarse en el frigorífico 3 ó 4 días y hasta seis meses en el congelador.

El arroz se puede cocer durante 15 – 20 minutos en abundante agua o bien sofreírlo y añadir la cantidad de agua justa para su cocción. También puede hacerse al vapor.

CAPÍTULO 3

- CARACTERÍSTICAS MORFOBOTÁNICAS DE LA *ORYZA SATIVA*, L. -

1. Descripción general botánica del arroz

El arroz, en las especies y variedades conocidas en los países europeos, es una planta herbácea anual que se cultiva en condiciones casi permanentes de inundación. Está formada por tallos rectos dispuestos en macolla, con raíces delgadas, fibrosas, cilíndricas y fasciculadas. La planta, provista de 7-11 hojas durante la fase vegetativa, alcanza una altura variable comprendida entre los 80 y los 150 centímetros, según la variedad y las condiciones ambientales de cultivo (fenotipo).

El tallo es erguido, cilíndrico y glabro, formado por entrenudos de diferente longitud, limitados por nudos; en cada nudo se inserta una vaina foliar que envuelve el entrenudo inmediato superior. En el extremo más alto de la vaina, donde se articula el limbo foliar, se observa: una lígula hialina, generalmente bífida y laciniada, de 5 - 15 milímetros de longitud, y dos aurículas en forma de hoz, más o menos vellosas; éstas son hialinas o, con mayor frecuencia, pigmentadas de color verde, rojo o violeta, en correlación con la coloración de otros órganos. Las hojas son alternas envainadoras, de limbo lineal, agudo, largo y plano, provistas o no de pigmentos antocianicos. Tienen una longitud muy variable, incluso en plantas de la misma variedad; las situadas más abajo, o sea, las formadas en primer lugar, son generalmente más cortas y estrechas. La anchura varía entre 10 y 30 milímetros.

La inflorescencia es una panícula más o menos compacta de 10-25 centímetros de longitud, sostenida por el último entrenudo llamado "cuello"; está formada por el raquis del que parten, con disposición variable, 7-15 raquillas o ramificaciones primarias, de diferente longitud, que forman los racimos. Cuando madura la inflorescencia adopta una posición en arco más o menos péndula, según la variedad. Las flores, de color verde blanquecino y sostenidas por pedúnculos o pedicelos, están dispuestas a lo largo de las raquillas y en la cima de las mismas. Cada raquilla lleva 5-15 flores o más. La flor es una espiguilla unifloral con seis estambres y dos estigmas plumosos. Está formada por dos pequeñas glumas, de pigmentación variable, y por dos grandes glumillas, también diversamente pigmentadas según la variedad, que envuelven la cariósida (fruto). Ambos órganos de revestimiento son muy síliceos, están muy lignificados y son pubescentes o glabros. La glumilla inferior, llamada "lema", puede estar provista de arista o bien ser mítica; la superior o pálea es más pequeña que su homóloga inferior.

2. Sistemática del arroz

Siguiendo escrupulosamente al profesor Tinarelli, veamos que entre las plantas fanerógamas monocotiledóneas, el arroz, en el orden de las Glumiflorales, pertenece al género *Oryza*, de la tribu de las *Oryzaceae*, en la familia de las *Gramineae*; la tribu de las *Oryzaceae* está adscrita actualmente a la subfamilia de las *Poaceae*.

Las diversas especies de *Oryza* han sido objeto de numerosas clasificaciones. Inicialmente, se hizo referencia exclusivamente a criterios morfológicos; más recientemente algunos autores han considerado como elementos diferenciales auxiliares, también, otros criterios: anatómicos, citogenéticos y filogenéticos.

La primera clasificación la realizó el botánico H. Baillon (1894); el género *Oryza* se dividía en 4 secciones con pocas especies. Después, Roschevitz (1931) llevó a cabo un estudio sistemático amplio y esmerado; la clasificación comprendía 19 especies agrupadas en 4 secciones.

En 1963, en las conclusiones del Simposio sobre genética y citogenética del arroz, que tuvo lugar en Los Baños (Filipinas), se incluía una lista de 25 especies; pero a causa de 6 de ellas, su validez resulta dudosa. Recientemente, una clasificación que comprende 22 especies ha sido propuesta por Tateoka (1964) y más tarde por Sharma (Sharma y Shastri, 1965).

Los estudios más recientes reconocen 15 especies, a las que se suman especies adscritas a otros géneros, sinónimos y taxones no comprobados como especies, en número total de 23.

Todas las formas cultivadas de arroz pertenecen a las especies *O. sativa* y *O. glaberrima*.

El centro de diferenciación originario, para la primera de las dos especies, se considera el Sudeste asiático: la India o bien la península de Indochina. Por lo que se refiere a la *Oryza glaberrima*, cultivada casi exclusivamente en África, parece ser originaria del delta central nigeriano ¹.

Con motivo de la gran variabilidad expuesta de la *Oryzeae* se ha supuesto, por parte de muchos investigadores, un origen polifilogénico de todas las especies, cultivadas o no. Actualmente, con motivo de la semejanza existente entre *sativa* y *glaberrima* y por la existencia de otras formas intermedias, los taxonomistas se inclinan, para las especies cultivadas, hacia la hipótesis de un origen monofilogénico a partir de una única forma ancestral. Se trata de *O. perennis*, presente también en América del Sur, además de en Asia y África.

Todos los autores reconocen que *O. sativa* ha sufrido una evolución posterior, diferenciando tipos que se han adscrito a la subespecie "japónica" o bien a la "índica". Las barreras de esterilidad que se encuentran para demostrar la variabilidad genética de estos dos grupos, en el caso de cruzamiento entre las subespecies Índica y Japónica, constituyen un razonamiento válido para sustentar la tesis expuesta.

¹ Fuente: SINCAT, Grupo Edison. División de exportación - Milán (623). *¿Están seguros de que el ARROZ que Uds. cosechan les rinde lo máximo?*.

Tabla 3.1 Comparación de las características de los cultivares de arroz
(OKA, 1988 y TAKAHASHI, 1984)

Características	Tipo Japónica	Tipo Índica
Grano (longitud/anchura)	Corto	Estrecho
Número de ahijados	Elevado	Elevado
Crecimiento de los ahijados	Erecto	Tendido
Altura de la planta	Baja	Alta
Resistencia a bajas temperaturas	Alta	Baja
Resistencia a la sequía	Baja	Alta
Resistencia al encamado	Alta	Baja
Respuesta al nitrógeno	Alta	Baja
Capacidad competitiva	Baja	Alta
Temperatura mínima para germinar	Baja	Alta
Longevidad de la semilla en almacén	Corta	Larga

Algunos estudios taxonómicos más recientes subdividen la especie *Oryza sativa* en las cuatro subespecies siguientes:

- *Sativa* (= *Índica*)
- *Japónica*.
- *Brevindica*.
- *Brevis*.

Las especies del género *Oryza* tienen un número de cromosomas diploide $2n = 24$ ó $2n = 48$. Las especies cultivadas, *sativa* y *glaberrima*, pertenecen al primer grupo, siendo ambas diploides: $2n = 24$. A Baldi (1969) se debe el siguiente esquema de las relaciones filogenéticas existentes entre las especies del grupo “*Sativa*”. A saber:

Tabla 3.2. Las especies y el número de cromosomas en el género *Oryza* (Chandraratna, 1964)

Especies	Número de cromosomas (2n)	Autor
1. <i>O. alta</i> Swallen	48	Nezu (1959)
2. <i>O. Australiensis</i> Domin	24	Sampath y Ramanathan (1949)
3. <i>O. Brachyantha</i> A. Cheval y Roehr	24	Morinaga y Kuriyama (1954)
4. <i>O. Breviligulata</i> A. Cheval y Roehr	24	Sampath e Rao (1951)
5. <i>O. Coarctata</i> Roxb	48	Parthasarathy (1938)
6. <i>O. Eichingeri</i> Peter	48	Pathak (1940) Sampath y Rao (1951)
7. <i>O. Glaberrima</i> Steud	24	Ramanujam (1938) Sampath y Rao (1951)
8. <i>O. Grandiglumis</i> (Doell) Prod.	24	Sampath y Rao (1951)
9. <i>O. Granulata</i> Nees y Aru <i>O. Granulata</i> Nees y Aru	48 24	Sampath y Rao (1951) Krishnaswamy et al. (1954)
10. <i>O. Jeyporensis</i> Govindaswami et Krishnamurthy	24	Govindaswami y Krishnamurthy (1958)
11. <i>O. Latifolia</i> Desv	48	Goton y Okura (1933), Hayn Sampath y Rao (1951)
12. <i>O. Malampuzhaensis</i> Krishanaswami Chandrasekharan	48	Krishnaswami y Chandrasekharan (1958)
13. <i>O. Meyeriana</i> (Zoll y Mor.) Baill	24	Heyn (1936), Sampath y Rao
14. <i>O. Minuta</i> Presl	48	Nandi (1936), Morinaga (1942)
15. <i>O. Officinalis</i> Wall	24	Nandi (1936)
16. <i>O. Perennis</i> Moench	24	Totoh y Okura (1933)
17. <i>O. Punctata</i> Kotschy y Steud	24	Richaria (1960)
18. <i>O. Ridleyi</i> Hook	48	Nezu (1959)
19. <i>O. Rifipogon</i> Griff	24	Heyn (1936), Sampath y Rao
20. <i>O. Sativa</i> L.	24	Kuwada (1910) Rau (1929) Selin (1930) Morinaga y Fukushima (1931) Sakai (1935) Nabdi (1936) Ramanujam (1936)
21. <i>O. Satpfi</i> Roschev	48	Darlington y Ammal (1948)
22. <i>O. Subulata</i> Nees	24	Horowitz y Pogliaga (1934)
23. <i>O. Ubanghensis</i> A. Cheval	24	Richaria (1960)

3. Variedades de arroz

3.1. Definición y características

La noción de variedad descansa sobre un hecho genético, bien sencillo de expresar: la heredabilidad de los caracteres. Es una variedad o "cultivar" aquella cuya simiente reproduce, para todas las características, plantas iguales a aquellas de las que procede la semilla, e idénticas entre sí. Esto sucede cuando se trata de especies y variedades autógamias (fecundación por la propia flor, autofecundación o hermafroditismo), como es el caso del arroz. Esta

consideración tiene gran importancia porque los métodos de mejora aplicables al grupo de plantas autógamias, en su mayor parte, son diferentes de los aplicables a las especies alógamas. La diferencia más importante entre estos dos grupos es debida a la influencia de la consanguinidad y de la exogamia en la estructura genética de las poblaciones.

Si estas condiciones no se cumplen se llega gradualmente al concepto de población para las formas más heterogéneas.

Para algunos caracteres el problema, para el fin de la individualización y fijación de la variedad, es simple porque -como puede ser la coloración de algunos órganos vegetativos- se trata de conseguir la presencia o ausencia del carácter mismo; para la mayor parte de los caracteres, por el contrario, se observa una fluctuación de una planta a otra o en condiciones distintas de cultivo, producida por las condiciones climáticas propias de cada ambiente, por las distintas situaciones nutritivas, por las prácticas de cultivo y por otros muchos factores; la amplitud de las fluctuaciones depende también de características genéticas de cada variedad individual.

Los caracteres para los que se pueden producir variaciones permanentes de tipo genético, o sea, hereditario, o fluctuaciones fenotípicas, o sea, ocasionales, son muy numerosos; aproximadamente, son 120 los caracteres que, actualmente en mejora genética, se consideran sujetos a variaciones.

Para obtener resultados económico-productivos elevados y uniformes, es necesario el estudio genético y la selección de mejores variedades, con características estables y muy uniformes en el ámbito de la población en cultivo.

3.2. La búsqueda de nuevas variedades

En España se han venido cultivando tradicionalmente diversas variedades de arroz, cuya relación reviste importancia desde el punto de vista de la cultura histórica de dicha gramínea, pero que posiblemente ya no se volverán a mencionar en nuestro estudio, habida cuenta de que han perdido su interés

comercial o agronómico. Se trata, por ejemplo, de las denominadas *Sequial*, *Balilla*, *Sollana*, *Francés*, *Stirpe*, *Matusaka*, *Bombón*, *Bombilla*, *Robino*, *Colusa*, *Nano*, *Sueca*, *Benlloch*, *Insen*, *Tremesino*, etc., y sus diferentes cruzamientos.

La investigación y la búsqueda de nuevas variedades de arroz solamente se puede llevar a cabo por estamentos oficiales o por empresas privadas que hayan realizado una importante inversión para poseer unas modernas instalaciones con la última tecnología y dotación de personal muy especializado.

Encontrar una variedad casi perfecta llevaba mucho tiempo, alrededor de diez o doce años, lo que significa que las variedades que están saliendo al mercado ahora mismo se empezaron a desarrollar hace ya bastantes años. También debe tenerse en cuenta que lo que entonces demandaba el molinero o industrial no es lo mismo que lo que se demanda actualmente. Afortunadamente, la mejora se ha acelerado y en la actualidad existen técnicas modernas que reducen el tiempo que transcurre entre el inicio del proceso de mejora hasta el hallazgo definitivo de la nueva variedad.

Los factores principales que se tienen en cuenta a la hora de obtener nuevas variedades son básicamente: lograr una mayor productividad, un grano sano que no se rompa durante el proceso industrial, una planta de ciclo corto y de una altura más bien baja, que no favorezca el encamado y sí la recolección mecanizada. También se intentan obtener variedades resistentes al abonado y se buscan también determinados tipos de grano (corto, mediano o largo, perlado o cristalino, etc.).

3.3. Clasificaciones de las distintas variedades de arroz

3.3.1. Clasificaciones históricas

Para facilitar el estudio y aprovechamiento de las distintas variedades de arroz cultivadas en el mundo, se ha pretendido clasificarlas adecuadamente. A lo largo de la historia se han realizado diversas clasificaciones, con escaso valor

práctico, basadas casi todas ellas en los caracteres externos del grano. Estas agrupaciones no pueden realizar una buena y clara clasificación del arroz a causa de la gran cantidad de variedades que se originan debido al área de cultivo del cereal y a las particularidades del suelo y del clima (factores edafo-climáticos).

JUMELLE ² agrupa las variedades, atendiendo a las necesidades de su cultivo, en “acuáticas o de llanura”, y de “secano o montaña”, que vegetan sin más agua que la que les facilita la lluvia. También señala la agrupación de los arroces en “glutinosos” y “no glutinosos”.

BINGHAM COPELAND, en su tratado sobre el arroz, estudia las diversas clasificaciones y señala las dificultades existentes para llegar a una clasificación natural; reúne tales inconvenientes en cinco grupos:

- 1º: del grandísimo grupo de variedades existentes;
- 2º: del escaso número proporcional de variedades conocidas y suficientemente estudiadas y descritas;
- 3º: de las modificaciones que sufren los caracteres en un medio distinto de aquel en el cual se estudió la planta;
- 4º: de los cambios de los dos factores de mayor importancia en el estudio práctico de las variedades, rendimiento y ciclo vegetativo, que están sujetos a modificaciones fundamentales como consecuencia del clima y del cultivo;
- 5º: de que la mayor parte de las llamadas variedades no son homogéneas, siendo casi todas ellas verdaderas mezclas.

Recoge en su obra diversas clasificaciones, de las cuales cabe destacar la de GRAHAM, que constituye cinco grupos basados en la conformación de las glumillas, a saber:

- Grupo I.- Glumillas superior e inferior ligeramente convexas.
- Grupo II.- Glumillas superior e inferior convexas.
- Grupo III.- Glumillas superior e inferior muy convexas.
- Grupo IV.- Glumilla superior ligeramente convexa, glumilla inferior convexa.
- Grupo V.- Glumilla superior ligeramente convexa o recta, glumilla inferior recta o ligeramente cóncava.

² Fuente: “El arroz: su cultivo, molinería y comercio”, por Rafael Font de Mora. Salvat Editores, 1939.

Las clasificaciones clásicas del arroz son las de DEVAUX³ y HEUZÉ, y su mayor defecto reside en no dar idea de las exigencias agrícolas de las variedades de cada grupo y conceder importancia fundamental a caracteres no fijos, como la presencia o ausencia de barbas, que en muchas variedades no depende sino de la fertilidad del suelo.

Las cuatro agrupaciones de la clasificación de DEVAUX son las siguientes:

1. ARROCES CON ARISTA Y SEMILLA LARGA (20):

1. Arroz del Piamonte (*Oryza sativa pubescens*).
2. Arroz vulgar (*O. s. comunissima*).
3. Arroz barba roja (*O. s. rufibarbis*).
4. Arroz frajado (*O. s. marginata*).
5. Arroz largo (*O. s. elomgata*).
6. Arroz precoz (*O. s. praecox*).
7. Arroz precoz de la China (*O. s. imperialis*).
8. Arroz vivo (*O. s. sub-perennis*).
9. Arroz oloroso (*O. s. suavis*).
10. Arroz de monte o arroz seco (*O. s. montana*).
11. Arroz glutinoso (*O. s. glutinosa*).
12. Arroz negro (*O. s. aterrina*).
13. Arroz colorado (*O. s. rubra*).
14. Arroz oscuro (*O. s. nigrescens*).
15. Arroz grueso (*O. s. grossa*).
16. Arroz de color (*O. s. sub-colorata*).
17. Arroz amarillo (*O. s. lutescens*).
18. Arroz paloma (*O. s. colombaria*).
19. Arroz variado (*O. s. descolor*).
20. Arroz de Sumatra (*O. s. sumatrensis*).

³ Fuente: "El arroz: su cultivo, molinería y comercio", por Rafael Font de Mora. Salvat Editores, 1939.

2. ARROCES CON ARISTA Y SEMILLA REDONDEADA (5):

21. Arroz corto (*Oryza sativa brevis*).
22. Arroz minuto (*O. s. minima*).
23. Arroz redondo (*O. s. globosa*).
24. Arroz del Japón (*O. s. japonica*).
25. Arroz perdigón (*O. s. bulbosa*).

3. ARROCES SIN ARISTA Y CON SEMILLA GLOBOSA (2):

26. Arroz mijo (*Oryza sativa milacea*).
27. Arroz sorgo (*O. s. sorghoides*).

4. ARROCES SIN ARISTA Y CON SEMILLA LARGA (3):

28. Arroz sin barbas (*Oryza sativa denudata*).
29. Arroz oscuro (*O. s. sordida*).
30. Arroz de cobre (*O. s. cuprea*).

La clasificación de HEUZÉ agrupa primeramente en cinco las especies del género: *Oryza sativa* o arroz ordinario; *Oryza glutinosa* o arroz glutinoso; *Oryza japonica* o arroz del Japón; *Oryza mutica* o arroz sin arista; *Oryza montana* o arroz de montaña. Las variedades se clasifican en los siguientes grupos:

1. ARROCES CON ARISTA:

a) De grano largo y glumillas amarillas (9):

1. Arroz común o nostrano (*Oryza sativa communissima*).
2. Arroz americano o de la Carolina (*O. s. candida*).
3. Arroz del Piamonte (*O. s. pubescens*).
4. Arroz de Novara (*O. s. lutescens*).
5. Arroz de Mantova (*O. s. striata*).
6. Arroz de grano largo oloroso (*O. s. elongata*).

7. Arroz de grano de oro (*O. s. ochracea*).

8. Arroz filipino (*O. s. villosa*).

9. Arroz de grano grueso (*O. s. maxima*).

b) De grano blanco y glumillas rojizas (3):

10. Arroz de grano ferruginoso (*O. s. ferruginosa*).

11. Arroz de glumillas rosáceas (*O. s. rufiglumis*).

12. Arroz pardo (*O. s. nigrescens*).

c) De grano blanco y glumillas rosáceas (3):

13. Arroz rojo (*O. s. rubra*).

14. Arroz precoz imperial (*O. s. imperialis*).

15. Arroz cárnico (*O. s. carnea*).

d) De grano escotado (1):

16. Arroz de grano escotado (*O. s. emarginata*).

e) De grano glutinoso (4):

17. Arroz glutinoso blanco (*O. s. glutinosa*).

18. Arroz glutinoso negro (*O. s. nigra*).

19. Arroz glutinoso rojo (*O. s. rubra*).

20. Arroz glutinoso violeta (*O. s. violacea*).

f) De grano pequeño (6):

21. Arroz del Japón (*O. s. japonica*).

22. Arroz redondo (*O. s. japonica globulosa*).

23. Arroz de Sumatra (*O. s. elongata*).

24. Arroz de pie de pichón (*O. s. rostrata*).

25. Arroz oloroso (*O. s. suavis*).

26. Arroz delgado o menudo (*O. s. minima*).

2. ARROCES SIN ARISTA:

a) Con glumillas amarillas (1):

27. Arroz Bertone (*O. s. mutica*).

b) Con glumillas negras (1):

28. Arroz imberbe (*O. s. mutica nigra*).

Mencionadas las dificultades para llegar a una clasificación natural basada en los caracteres botánicos de la planta, que permita conocer sus exigencias agrícolas, rendimiento y calidad del producto, no es de extrañar que se tienda a generalizar las clasificaciones y que tengan un carácter práctico. La agrupación de los arroces elaborados en los Estados Unidos de Norteamérica crea los tipos de arroz de grano largo, corto y redondo, aplicándose también a los arroces descortezados.

La clasificación de las variedades por el número de días necesarios para el completo desarrollo de su ciclo vegetativo, al estilo del maíz, podría dar resultados positivos si a la agrupación se acompañasen los datos de temperatura diurna media, máxima y mínima, con lo que tendría un indudable valor práctico.

Se han intentado otras clasificaciones, según la naturaleza y calidad del producto, como la elaborada en Filipinas por RUNDLES, que reúne arroces de naturaleza vítrea, muy vítrea, ligeramente vítrea y opaca o almidonosa. Se han intentado también otras agrupaciones, en función del volumen de agua que absorben durante su cocción, en forma descascarillada.

Veamos, en fin, que con el estudio de las biometrías de cada variedad de arroz, junto con particularidades botánicas especiales, se puede llegar a conseguir una agrupación de variedades con carácter científico y práctico.

3.3.2. Clasificación moderna

Arroz de grano largo:

Arroz cuyos granos tienen una longitud media superior a 6'0 mm y una razón longitud / anchura superior a 3.

Arroz de grano semilargo o medio:

Arroz cuyos granos tienen una longitud media comprendida entre 5'2 mm y 6'0 mm y una razón longitud/anchura inferior a 3.

Arroz de grano redondo:

Arroz cuyos granos tienen una longitud media inferior o igual a 5'2 mm y una relación longitud/anchura inferior a 2.

4. Morfología y desarrollo de la planta de arroz

4.1. La germinación

La semilla de arroz, sana y perfecta, puesta en condiciones favorables de humedad y temperatura, germina según formas que dependen de la variedad y de las condiciones externas o del medio. Existen algunas variedades con precocidad del ciclo vegetativo o con genotipos que tienen mayor velocidad de germinación, a temperaturas bajas, que otras.

La latencia es una característica genética por la que, en determinadas variedades, la semilla manifiesta su capacidad de germinar sólo cuando ha transcurrido un intervalo de tiempo más o menos largo desde la maduración. Este problema no existe para las variedades cultivadas en España, pero éstas reaccionan de diferente forma, particularmente al variar las condiciones externas, en lo que se refiere a la duración de la germinación y a la rapidez de desarrollo del coleóptilo, del mesocótilo y de la planta embrionaria⁴.

⁴ Se entiende por planta embrionaria el conjunto formado, en el momento de la germinación, por la semilla, radícula, coleóptilo y, en su caso, el mesocótilo.

Las temperaturas de germinación son:

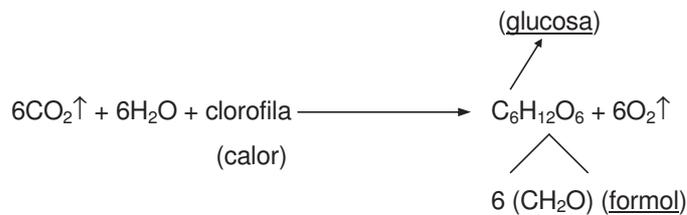
- Mínima: 10 - 12°C
- Óptima: 28 - 30°C
- Máxima: 40 - 45°C

La germinación de la semilla tiene lugar en diversas fases sucesivas, a saber:

- a) Hinchamiento de la cariósida.
- b) Rotura de la envoltura externa, aparición de la punta del coleóptilo, emergencia del mesocótilo y desarrollo de la primera hoja cilíndrica.
- c) Formación de la raíz primaria, de forma simultánea con el crecimiento del coleóptilo, y formación de las raíces secundarias.

En condiciones aerobias se desarrolla más rápidamente el sistema radicular que el aéreo; lo contrario sucede cuando el terreno se encuentra cubierto de agua.

Hasta la formación de la segunda o tercera hoja, la planta embrionaria vive de forma autónoma, mediante los elementos nutritivos que obtiene de las reservas acumuladas en la propia semilla. Después, la planta se desarrolla alimentándose de los nutrientes del terreno, mediante el aparato radicular secundario, y del aire, a través de la fotosíntesis que se realiza en las hojas, como es sabido; de hecho la planta absorbe del aire dos elementos gaseosos: el oxígeno, necesario para la respiración de los tejidos, por el cual se obtiene energía mediante la combustión de diversas sustancias, y el dióxido de carbono (anhídrido carbónico), que se emplea en la función clorofílica, mediante la cual, y a través del pigmento verde denominado "clorofila", el agua y la energía que recibe de la luz solar, elabora la planta por síntesis las sustancias hidrocarbonadas, que integran la mayor parte de su organismo, según la siguiente reacción química reducida:



El arroz posee, pues, nutrición autótrofa, propia de las plantas verdes y de algunas bacterias. Gracias a su capacidad de producir y acumular energía libre (por fotosíntesis o quimiosíntesis) elabora sustancias orgánicas termógenas (almidón, glucógeno) a expensas de alimentos minerales (agua, sales minerales, CO_2) constituyendo el proceso inverso de la respiración.

Por lo que respecta a las diferentes reacciones de las variedades frente a las bajas temperaturas que se pueden producir en el momento de la siembra, se observa que con valores próximos a 0°C , en todas las variedades, la semilla se hincha sin comenzar la formación de los diferentes órganos vegetativos. Si las condiciones térmicas desfavorables se prolongan en el tiempo, la capacidad germinativa de la semilla se diferencia gradualmente entre las variedades, en sus comportamientos posteriores. En efecto, al restablecerse las condiciones térmicas óptimas, una gran parte de la semilla de algunas variedades se marchita rápidamente sin iniciar siquiera la germinación; la semilla de otras, en un porcentaje más o menos elevado, se mantiene largo tiempo activa y viva, y por fin germina. En el litoral mediterráneo español, por ejemplo, son bien conocidas las pérdidas de semilla a causa de las condiciones climatológicas adversas y, muy especialmente, debido a los persistentes temporales de levante en la época de siembra. Al respecto, veamos que la variedad *Balilla* es un ejemplo del primer caso; la *Cripto*, del segundo.

4.2. El sistema vegetativo

4.2.1. Las raíces

La raíz primaria no desempeña una función nutritiva, sino esencialmente de anclaje mecánico en el terreno.

Su configuración aproximada puede apreciarse en el siguiente dibujo:

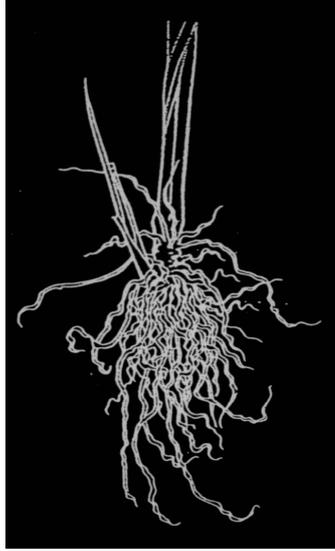


Figura 3.1. La raíz de una planta de arroz

Las raíces embrionales degeneran rápidamente y son substituidas por coronas de raíces que, posteriormente, se forman en cada nudo situado en la base del tallo. Después y progresivamente, las raíces se desarrollan en cada tallo formado durante el ahijamiento y a menudo también en los nudos más elevados, como en el caso del trasplante. Tal vez, en circunstancias particulares, también los nudos aéreos emiten raíces, cubiertas por las vainas foliares, principalmente como consecuencia de lesiones ocasionadas por el granizo o por otras causas mecánico-traumáticas.

El desarrollo máximo del sistema radicular se alcanza al término del ahijamiento, paralelamente con el máximo incremento porcentual del peso de la planta y de la absorción de nutrientes.

La extensión y densidad del aparato radicular están estrechamente correlacionadas con la forma de cultivo: aireación del suelo, altura de la capa de agua y sistema de riego, fertilización del suelo, etc. Durante la floración termina la formación y desarrollo de las raíces; la absorción de nutrientes cesa en la fase de maduración láctea, esto es, a los 10-15 días después de la floración.

Durante las primeras fases vegetativas las raíces se desarrollan junto a la superficie del suelo; después, en la fase de ahijamiento, también en profundidad: en función de la variedad y, en igualdad de condiciones, más o menos profundamente según que la modalidad de riego sea por turnos o con inundación continua. *Balilla* y *Ribe*, por ejemplo, extienden el sistema radicular más superficialmente que las variedades "Roma" y "Zenit". Normalmente, las variedades muy resistentes al encamado profundizan mucho más sus raíces que las sensibles.

La anatomía del aparato radicular del arroz, muy distinta de la de otros cereales, como por ejemplo el trigo, demuestra la gran adaptabilidad de la planta a las condiciones del cultivo bajo agua.

Las raíces consumen oxígeno, como las de las plantas cultivadas en suelo seco. Pero en el caso del arroz, el oxígeno no proviene de fuera de las raíces sino que se transporta desde las hojas y los tallos, tal y como pasa con las demás plantas acuáticas. En las raíces, tallos y hojas hay unos espacios intercelulares que se considera que forman un sistema de conducción y almacenaje de aire.

Desde el punto de vista fisiológico, el volumen y calidad de los exudados y desechos de la raíz desempeñan un importante papel, dependiendo de las condiciones de óxido-reducción del entorno, como sustrato para la microflora del terreno. Las raíces desprenden azúcares -glucosa en particular- y aminoácidos, en cantidad equivalente al 50% de aquellos y pequeñas cantidades de ácidos orgánicos; la exudación es mayor cuanto más desarrollada está la planta y, concretamente, las raíces, y más intensa es la respiración.

4.2.2. El ahijamiento y los tallos

Transcurridos 20-30 días desde la siembra, la plántula comienza la diferenciación de los tallos secundarios o de ahijamiento a partir de las yemas laterales, situadas en la base del tallo primario, en la axila de las hojas. El fenómeno se repite en los tallos nuevos, dando lugar a la formación de tallos de tercer orden. Según la variedad de que se trate, el ahijamiento se produce en un solo plano o bien en planos perpendiculares al de los primeros tallos formados.



Figura 3.2. El tallo de una planta de arroz

La intensidad y la fecha de inicio del ahijamiento depende de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar de cultivo y con las técnicas agrícolas empleadas. Pueden formarse hasta 50-60 tallos; en condiciones normales cada planta produce de 2 a 5 tallos fértiles.

Las temperaturas demasiado bajas reducen o inhiben el proceso de ahijamiento, como también la excesiva altura de la capa de agua, el terreno poco fértil, la elevada densidad de siembra, el transplante demasiado profundo o bien el realizado con plantas excesivamente desarrolladas; también lo dificultan las sustancias fitotóxicas acumuladas en el suelo y en el agua o las suministradas por los productos pesticidas, por la escarda química o por otras causas de distinto orden.

El ahijamiento termina simultáneamente con la formación embrional de los primeros esbozos florales. Por efecto de acciones traumáticas de tipo mecánico, de carácter químico o por otras causas no siempre conocidas (como al verificarse condiciones climáticas favorables), el ahijamiento puede reanudarse después del período indicado; en tal caso, en muy pocas ocasiones se emiten tallos fértiles, es decir, que los nuevos tallos no forman la panícula.

Después de la floración, la altura de los tallos formados durante el ahijamiento es similar a la del tallo principal. Los nudos situados en la base de los tallos están muy juntos: aproximadamente a 1 ó 2 mm; progresivamente se distancian de abajo a arriba. Los entrenudos superiores alcanzan longitudes variables según la variedad: de 7-8 a 18-20 cm. La altura de la planta está en función del número de los entrenudos, entre 10 y 15, y de su longitud; 5-7 son epigeos.

Los entrenudos son lisos, de color verde más o menos intenso. A veces tienen pigmentaciones antociánicas con estrías más o menos evidentes; la pigmentación se limita a la epidermis o llega también a los haces vasculares, hasta producir una coloración rojo-vinosa o bien de tonalidad violeta intenso.

La fragilidad del tallo y la de otros órganos vegetativos está controlada por factores genéticos; químicamente se debe a un contenido bajo de alfa-celulosa. Los nudos se caracterizan por el espesor, que es mayor que el de los entrenudos; se ensanchan por la presencia de un engrosamiento: el "pulvínulo"; sobre éste se articula la vaina foliar. El nudo puede tener coloraciones diversas relacionadas con la de otros órganos de la misma planta. Por distintas causas de carácter traumático, climático o simplemente por prácticas agronómicas, sobre cualquier nudo se puede formar, además de raíces adventicias ocasionales, ya citadas en otro lugar de este trabajo, un entrenudo corto en el interior de la vaina foliar, que sostiene una panícula corta, generalmente con pocas flores, que, a veces, por efecto de un proceso de autofecundación cleistógama, producen cariósides que maduran normalmente.

4.2.3. La hoja

La vaina foliar, que envuelve el entrenudo inmediato superior, se desarrolla en longitud en correlación con la dimensión del entrenudo; lo abraza más o menos ampliamente según las características varietales. La vaina gruesa y corta que circunda todo el entrenudo, también corto, indica una elevada resistencia al encamado.

En el punto de articulación de la vaina con el limbo foliar se diferencia la lígula y las aurículas; a veces se nota la ausencia de la lígula, como expresión genética particular.

Durante las fases vegetativas se forman tantas hojas como entrenudos no hipogeos. A medida que avanza el desarrollo de las plantas, las primeras hojas formadas terminan su función vegetativa y se secan.

Después de la floración cada tallo presenta sólo 4-7 hojas. El limbo foliar es más o menos pubescente, o incluso nada pubescente; tiene un porte más o menos erecto y forma un ángulo con la vaina, variable según su posición en la planta y la variedad de la misma. La longitud y la colocación son igualmente características de la variedad.

La última hoja se llama "bandera" u hoja panicular; a veces permanece erecta durante la floración y se inclina sólo en la maduración completa. Las hojas situadas en la base del tallo, ejercen una acción trófica esencialmente a favor del aparato radicular; la hoja bandera y la penúltima desempeñan, en mayor medida que las otras, un papel muy importante para la formación de la panícula y de los granos.

Las hojas presentan diversas adaptaciones ecológicas, a saber:

1. El número de estomas es mucho más alto que en el caso del trigo y en el del maíz. Esta característica facilita la entrada de aire al sistema

respiratorio de las raíces y, por otra parte, asegura una fotosíntesis eficiente en un ambiente de calor y humedad.

2. Las células del mesófilo son más pequeñas que las del trigo y las del maíz y tienen menos resistencia a la difusión de aire, lo que constituye una ventaja para los ambientes húmedos y calientes.
3. La orientación de las hojas y el hecho de que no se enrollen como las del trigo y la cebada también son ventajas adaptativas para este tipo de hábitats propios de los humedales arrozales.
4. Se trata de una planta C3. La baja resistencia de sus hojas a la entrada de aire, juntamente a un abundante suministro de agua, puede ayudar a la eficiencia de este sistema fotosintético. Por otro lado, los niveles de luz y de temperatura en los ambientes propios del arroz no son suficientemente elevados por ser favorables a la fotosíntesis tipo C4.

4.3. Los órganos de la reproducción

4.3.1. La panícula

El último entrenudo, el que emerge de la vaina de la hoja bandera, tiene una constitución distinta a la de los demás: más que cilíndrico posee nervios abultados y sobresalientes y, en algunas variedades, es sinuoso. Se llama “cuello” o “pedúnculo”.

El cuello se une al raquis de la panícula en el nudo panicular. La distancia que separa este nudo y la articulación vaina-limbo de la última hoja⁵ es muy variable entre las diferentes variedades y oscila dentro de las mismas.

El raquis, más o menos flexible, al llegar a la maduración permite que la panícula adopte un porte variable, esto es: semierecto, semipéndulo o colgante. Los tipos de panícula se distinguen por las siguientes características: longitud, distribución verticilada o no de las ramificaciones primarias; ángulo formado entre éstas y el raquis, que indica la forma de la panícula: cerrada, abierta y laxa;

⁵ Esta distancia permite justamente medir el grado de emergencia de la panícula.

densidad de la panícula, expresada por la relación existente entre el número total de flores y la longitud de la panícula.

El tipo de panícula, laxa y con raquis y pedúnculos muy finos, también parece ser que constituye una adaptación a los climas húmedos. Así mismo, el hecho de que las hojas, más que la panícula, proporcionen la mayor parte de los asimilados al grano, a diferencia de lo que pasa con el trigo y la cebada cultivados en lugares secos, constituiría también una adaptación ecológica. De hecho, esta característica se ha desarrollado considerablemente gracias a la mejora genética.

4.3.2. La flor o espiguilla

El pedúnculo o pedicelo es la última ramificación de la panícula; puede estar unido a una o más espiguillas, según la base genética que informa tal carácter.

En el punto de unión de la espiguilla, el pedúnculo se extiende en forma de cúpula. De la estructura anatómica y del funcionamiento variable del tejido de conexión, situado entre el pedúnculo y la espiguilla, depende el fenómeno de la tendencia o resistencia al desgrane y la caída del grano en la maduración.

Veamos, al respecto, la figura siguiente:



Figura 3.3. La flor o espiguilla del arroz

La flor está formada por las diferentes partes que se indican a continuación:

- a) Dos brácteas externas o inferiores: las glumas. Son pequeñas y de forma diferente. A veces poseen una coloración distinta de las glumillas.
- b) Dos brácteas internas o superiores: las glumillas. La insertada más abajo, llamada "lema", es la más grande y lleva cinco nervios; el dorsal, en el caso de variedades aristadas, se prolonga para formar una arista o raspa, más o menos larga. La glumilla superior, menos desarrollada, se denomina "pálea" y posee tres nervios. Las puntas de los dos nervios dorsales de cada glumilla se disponen juntas para formar un ápice del grano; tiene una forma y una pigmentación distinta, según la variedad; la coloración está frecuentemente correlacionada con la de otros órganos vegetativos. La superficie de las glumillas es reticulada; puede ser glabra o, más o menos intensamente, pelosa. La forma, el espesor, la coloración y la vellosidad de la glumilla están controladas por factores genéticos y constituyen caracteres varietales diferenciales.
- c) El periantio: está formado por dos pequeñas lodículas; tienen la función de abrir las glumillas en el momento de la antesis, al principio de la floración.
- d) El androceo: consta de dos verticilos de tres estambres cilíndricos cada uno; cada filamento termina en una antera formada por dos lóbulos o "tecas". En la floración los lóbulos se abren sobre la línea de unión dejando caer el polen.
- e) El gineceo: formado por un pistilo de un solo carpelo con ovario ovoide y dos estigmas plumosos, que sobresalen por encima del pistilo. Estos son normalmente blanco-hialinos, pero pueden estar diversamente coloreados.

4.3.3. Formación y desarrollo de la panícula: la floración y la fecundación

La formación embrional de la panícula se inicia 50-70 días después de la germinación de la semilla. El intervalo de tiempo que transcurre entre las dos fases es una característica varietal, pero que depende mucho de la intensidad

luminosa y de la duración del fotoperíodo y, particularmente, de la temperatura o integral térmica registrada.

Las condiciones nutritivas de la planta en esta fase, además de las térmicas y luminosas precedentes, determinan el número de flores de la panícula.

El primordio floral crece desarrollando gradualmente el último entrenudo del tallo, la panícula y las flores. En la fase de espiga en zurrón en estado avanzado, la inflorescencia ha alcanzado ya su dimensión final.

En esta fase la panícula está envuelta por la vaina de la hoja bandera tomando forma de huso o de pequeño tonel y llamándose fase de espiga en zurrón (“preñado” o “ventrellat”).

El espigado, o emergencia de la panícula, es simultáneo con la antesis y la floración de las flores situadas en el ápice de la panícula; las dos fases se confunden. En estas fases existe un elevado riesgo de deshidratación por vientos secos del norte, especialmente en el área levantina española y de inicio nocturno, dando lugar al fenómeno vulgarmente conocido como “espigas blancas”. La panícula emerge completamente en 8-15 días.

El número de días transcurridos entre la germinación y la floración es un carácter varietal generalmente en correlación positiva con el período de tiempo que separa la floración de la maduración. Es posible, sin embargo, observar frecuentemente, entre variedades de igual ciclo vegetativo, que algunas prolongan la primera fase disminuyendo la segunda; otras, por el contrario, presentan el fenómeno inverso. La duración de estas fases, aún dependiendo de factores genéticos, resulta variable, estando, para cualquier variedad, condicionada por la sensibilidad específica al fotoperíodo y al termoperíodo y por las condiciones de nutrición en las que la planta se cultiva.

La disminución de la temperatura durante las fases de la diferenciación de la inflorescencia y en las sucesivas etapas del desarrollo puede producir malformaciones y ser causa de esterilidad floral. Cuando la panícula ha emergido,

las flores, afectadas con anterioridad por condiciones térmicas negativas, aparecen con las glumillas blancas y no verdes, y son de menores dimensiones. A consecuencia de la esterilidad floral ocasional, algunas variedades, a diferencia de otras, pueden presentar estériles todas las flores situadas en la parte apical (esterilidad o falla apical) de la panícula, o bien en la basal. En el caso de que la esterilidad sea producida por el impacto del granizo, en una zona anular e intermedia de la panícula, se denomina esterilidad o “fallada anular”.

La apertura de las glumillas de la flor se denomina “floración”. El tiempo que la flor permanece abierta depende estrechamente del tipo varietal, aunque está muy condicionado por los factores climáticos, o sea: los valores de la temperatura, humedad del aire e intensidad luminosa.

En algunas variedades de arroz la flor permanece abierta durante 5-10 minutos, en otras hasta 60 minutos o incluso más. Cuando las temperaturas son frías y la luminosidad baja, la flor permanece abierta durante mayor tiempo; lo mismo sucede cuando el aire se encuentra sobresaturado de humedad; generalmente, en las variedades tempranas, la duración de la apertura es menor que en las de ciclo vegetativo largo.

Los días fríos y lluviosos sucesivos, al inicio del espigado, retrasan la floración, mientras que las condiciones climáticas caracterizadas por temperaturas de 25-30 °C, humedades relativas del aire en torno al 70-80% y una luminosidad alta, son las óptimas; la floración se verifica más intensamente durante el mediodía, entre las 11 y las 14 horas.

Los estambres, cuyas anteras estaban en contacto con la parte superior interna de la glumillas, al abrirse las flores, emergen fuera rápidamente en posición erecta y después, una vez que ha tenido lugar la dehiscencia de las anteras y tecas, se doblan. El exceso de humedad y la falta de calor y de luz retrasan la dehiscencia de las anteras y la maduración del polen.

En el arroz se realiza normalmente la autopolinización; sin embargo, la polinización cruzada es posible, tanto más cuanto mayor tiempo permanecen las

flores abiertas. El polen, en el momento de la dehiscencia, no se encuentra en condiciones de germinar, mientras que el óvulo ya puede recibir el tubo polínico cuando se abre la flor. El porcentaje de fecundación cruzada es muy variable. La facultad de germinación y fecundación del polen se mantienen buenas durante un tiempo variable entre 10 y 90 minutos, dependiendo fundamentalmente de las condiciones ambientales de humedad y temperatura.

Los granos de polen, una vez depositados sobre los estigmas, emiten el tubo polínico; uno de ellos alcanza el óvulo y lo fecunda. El proceso de la fecundación puede invertir de 1 a 3 horas, desde el comienzo de la antesis. Después de la fecundación, las glumillas se cierran encajando sus bordes; después de 4-5 días, los márgenes de las glumillas se silicifican y se sueldan entre ellos.

4.3.4. La cariósida (fruto) y la espícula (semilla)

La formación del grano se completa en un período de tiempo variable, oscilante entre los 30 y los 60 días después de la floración; sin embargo, el embrión se encuentra ya morfológicamente completo a los 10-15 días. Una vez formado el embrión, el grano de arroz se ensancha en su porción basal, y más tarde se alarga; la última parte en formarse es la central, donde en algunas variedades puede quedar una banda amilácea blanca, que resulta ser un índice o indicador de una maduración imperfecta. Ésta se completa 40-70 días después de la floración. Como consecuencia de ello, y después del transporte de los elementos plásticos acumulados por la planta en sus diversos órganos vegetativos, se forma el fruto llamado comercialmente arroz-cáscara o "paddy", que consiste en una cariósida envuelta por las glumillas, los vestigios de la flor.

La cariósida se compone de varias partes, a saber:

- de los tegumentos seminales que en su conjunto forman el pericarpio,
- de una capa de aleurona,
- del endospermo o albumen, y
- del embrión, también llamado "germen".

Todos o parte de los tegumentos de la semilla pueden tener un color distinto del normal, que es blanco-grisáceo. La coloración es variable en una amplia gama y matices de color, como el amarillo, el rojo o el violeta y está controlada por un par de factores genéticos. En ningún caso el endospermo está pigmentado. El endospermo es un tejido parenquimático, con células poligonales que contienen gránulos de almidón, rodeado por células planas de aleurona.

El grano de arroz puede tener un aspecto totalmente translúcido, con estructura compacta y cristalina, o bien puede ser opaco en una zona central o centro-lateral más o menos extensa del grano; esta zona, llamada "perla" y a la que ya nos hemos referido con anterioridad al hablar de las características comerciales del grano, es de color blanco-lácteo; su estructura celular es poco compacta, lagunar; la variabilidad de este elemento característico depende de la variedad y de las condiciones de maduración. A veces la "perla" es muy amplia y llega hasta la parte externa ventral del grano, formando la denominada "panza"⁶; cuando se extiende sobre toda la cariósida da origen a un "grano yesoso". En estas zonas del grano, la estructura del almidón es amorfa y harinosa, no cristalina.

Ello origina la diferenciación comercial: modernamente, se tiende a la búsqueda de arroces "cristalinos", esto es, con bajo contenido de hidratos de carbono (almidón).

El embrión de 1,5-2,5 mm de longitud está situado en la parte inferior y lateral, en una cavidad del endospermo y separado de él por una membrana celular: el "escutelo". Está formado por los primordios de la raíz embrional y por la plúmula o gémula, con los primordios de la primera hoja, que está recubierta por el coleóptilo. El hipocótilo une la radícula con la plúmula.

Distintas causas pueden producir el aborto, al interrumpir la formación de la cariósida o bien impedir la maduración completa; se trata, principalmente, de

⁶ En inglés se llama *white belly* y *striscia* en italiano.

infecciones parasitarias producidas por bacterias u hongos, del granizo y de las temperaturas excesivamente bajas.

También se pueden producir granos de arroz deformes, yesosos o no, y de dimensiones diferentes. Ello depende del grado de desarrollo y de maduración alcanzado por la cariósida en el momento en que se verifica el fenómeno negativo en cuestión.

CAPÍTULO 4

- OBJETIVOS DE LA MEJORA -

1. El comienzo de la mejora en España

1.1. Introducción

Una serie de años problemáticos, por las repetidas falladas del grano que culminaron en la gran fallada de 1911, desembocaron en 1913 en la creación por el gobierno, a petición de los agricultores arroceros valencianos, de la Granja Arrocerca de Sueca. Se iniciaron así los trabajos de mejora del arroz en España que inicialmente se basaron en la introducción de variedades extranjeras. Las variedades *Originario*, *Benlloch* y *Americano 1600* contribuyeron a paliar el problema existente. El siguiente paso importante fue la introducción en 1939 de la variedad *Balilla*, que aportó un nuevo nivel de producción y que ha sido un progenitor básico para variedades futuras. Es una variedad baja, de grano pequeño, espiga densa, hojas de color verde oscuro y buen ahijamiento, que responde bien a fuertes abonados nitrogenados. Estas características, con un grano mejorado, han pasado a algunos de sus descendientes más destacados como *Bahia*, *Sequial*, *Senia* o *Tebre*.

La primera variedad propia destacada es *BalillaxSollana*, más alta que *Balilla* y con mejor grano, aunque aún pequeño, y que sigue actualmente en cultivo pese a su altura algo excesiva. Debido a que su ciclo es un poco más corto, la hace adecuada para algunas zonas arroceras españolas más frías.

1.2. El auge de las variedades españolas

El cultivo del arroz sufrió a finales de los pasados años sesenta un cambio radical con la introducción de las cosechadoras autopropulsadas y los herbicidas y la sustitución, un poco posterior, del trasplante por la siembra directa. Este cambio potenció la rápida difusión de las nuevas variedades españolas *Bahía* y *Sequial*, que presentaban algunas ventajas importantes en cuanto al tamaño de grano, producción y resistencia al encamado de la planta.

Las razones por las que *Bahía* fue, a la larga, preferida a *Sequial* tienen que ver, en gran parte, con el tipo de grano, más ancho y perlado en el caso de *Bahía*. Esta preferencia del mercado tradicional por el grano ancho y perlado no es compartida por otros países, en los que los programas de mejora tienen entre sus prioridades la eliminación del grano perlado que, según estudios realizados sobre la fragilidad del grano en el molino, es una de las causas principales de las roturas durante el proceso industrial de elaboración. A favor de *Bahía* estaba su buena adaptación a las diversas zonas arroceras y, en contra, su mayor propensión al encamado. El mejor tipo de planta de *Sequial*, de talla más baja con hojas erectas y mejor resistencia al encamado, hizo que se utilizara frecuentemente como progenitor cruzándola, entre otras muchas variedades, con *Bahía*. De este cruzamiento procede la variedad *Senia*, registrada en 1986, junto con la variedad *Tebre* que ha tenido buena aceptación en Cataluña. La variedad *Senia* mejoraba a la *Bahía* en resistencia al encamado, en tamaño de grano y moderadamente en producción. Por otra parte, el grano, aunque mayor, corresponde al mismo tipo comercial (ancho y perlado) que ha predominado en el comercio interior. Con todas estas ventajas, tuvo una difusión inicial muy rápida en la zona de Valencia, siendo actualmente la variedad más cultivada.

2. Objetivos de la mejora

2.1. Introducción

El agricultor que se disponga a la elección de la variedad a cultivar tiene que proceder al examen de aquellas que se encuentran en el mercado, basándose en las exigencias de carácter agronómico, a las que se añaden otras que pueden adquirir incluso mayor importancia según el ambiente particular agronómico en el que el agricultor trabaja, o bien según condiciones de tipo económico-comercial concretas.

Las investigaciones relacionadas con la genética básica, pero que mediante la mejora vegetal tratan de conseguir mejores resultados prácticos, pueden ser realizadas sobre los siguientes caracteres, expresados a continuación de forma resumida en los epígrafes siguientes.

2.2. Aumento de la capacidad productiva

La consecución de este objetivo primario es factible mediante la mejora de los caracteres siguientes:

- Capacidad fotosintética: ligada a la selección de fenotipos que tengan un crecimiento inicial bastante rápido, de forma que la actividad fotosintética sea máxima bastante pronto. En este sentido, veamos que la hoja de porte erecto mejora y alimenta el potencial fotosintético de la planta.

- Máximo número de cariósides: la selección de genotipos que tengan la panícula con un elevado número de cariósides y una gran capacidad de ahijamiento para obtener el mayor número de panículas por unidad de superficie cultivada -compatible con la facultad de resistir, en tales condiciones, a las situaciones desfavorables que podrían reducirlas- es la meta perseguida por el seleccionador. La intervención del agricultor mediante la fertilización en el inicio

de la formación embrional de la panícula puede contribuir a exaltar esta facultad en el genotipo idóneo.

- Reducido índice de respiración: la respiración destruye sustancias plásticas de reserva acumuladas en la planta, lo que se traduce casi automáticamente en una pérdida energética y en la reducción consiguiente de la producción. No es posible eliminar completamente esta actividad, pero se tiende a que el genotipo ideal la realice en su más mínima expresión. No se conocen hasta la fecha, desgraciadamente, parámetros morfológicos o de otro tipo que estén correlacionados con este índice y que hagan posible la obtención y selección del genotipo buscado.

- Talla baja de la planta: prescindiendo de la resistencia al encamado, con la que está positivamente correlacionada, la menor altura de la planta permite una buena respuesta productiva al incremento del abonado; además, la panícula situada en una posición baja posee mayor resistencia a la esterilidad, producida por ocasionales bajas temperaturas del aire, durante la formación de los gametos polínicos a nivel de microspora.

- Peso medio de 1.000 semillas: es un valor o parámetro de una gran importancia, ya que constituye un factor esencial de productividad o rendimiento del arroz. Para el grano con cáscara, este valor puede oscilar entre 22 y 36 gramos. Cada variedad puede presentar intervalos de hasta el 25% (Tinarelli,1973). Son numerosos los factores que afectan este carácter, a saber: climáticos, edafológicos, agronómicos, etc.

- Capacidad germinativa: el número de semillas germinadas nos indica la capacidad genética de una determinada variedad para iniciar y completar la germinación. Este proceso tiene lugar a una temperatura mínima variable, entre 14 y 18°C. Según esto, se puede comprender que las circunstancias climatológicas de cada campaña son las que marcarán la capacidad de germinación de cada variedad.

- Ciclo vegetativo: se inicia con la siembra y finaliza en el horizonte temporal definido por el 80% de espigas maduras. Para realizar el control de este parámetro se tienen en cuenta los días naturales y los grados acumulados o integral térmica sobre el cero vegetativo. También se puede dividir el ciclo en dos partes: la primera desde la siembra hasta la floración, y la segunda, desde la floración hasta la maduración de la espiga. Las condiciones de abonado, temperaturas, fotoperíodo, etc., pueden hacer cambiar el ciclo vegetativo del arroz.

- Resistencia al desgrane: la causa de la caída del grano no es más que un proceso de suberificación y lignificación de las células que forman la base de la unión de la cariósida o el pedúnculo. Como regla práctica para determinar este carácter, se adopta la prueba de someter la espiga a una ligera presión manual, de manera que, cerrándola con la mano, se pueden desprender aquellos granos menos adheridos y que constituyen el número de referencia al desgranado.

2.3. Resistencia a las bajas temperaturas

Debe ser considerada en el período de la germinación y desde la formación embrional de la panícula hasta el término de la floración. Esta resistencia durante la primera fase, además de garantizar una mayor germinación o vigor germinativo, permite la siembra anticipada respecto a la época normal. Esto puede resultar conveniente con el fin de escalonar la operación durante un período de tiempo más amplio y, por consiguiente, para disminuir la necesidad punta de agua para la inundación. La resistencia a los bajos niveles térmicos durante la segunda fase mencionada garantiza el logro de mayores producciones, como consecuencia de la menor esterilidad y aborto floral.

La resistencia al frío, junto con una rápida germinación, constituyen la mejor defensa o garantía frente a los agentes criptogámicos, ya sean obligados u ocasionales o facultativos.

2.4. Rápida y adecuada recolección mecanizada

Talla baja, hojas erectas, tallo no demasiado frágil, glumillas místicas (sin aristas) y absolutamente glabras (sin pelillos en el grano), resistencia media al desgrane. Todos estos caracteres, aparentemente poco relacionados entre sí, tienen, conjuntamente, una gran importancia para el logro de una buena producción y para una rápida y adecuada recolección mecanizada. Concretamente, en el delta del Ebro convendría no rebasar el 15 de septiembre para no tenerse que enfrentar a circunstancias climatológicas desfavorables (lluvias y viento).

La estatura baja de la planta disminuye, generalmente, el riesgo del encamado y permite que la máquina cosechadora trabaje con menor cantidad de paja y, consecuentemente, con mayor rendimiento superficial y menor riesgo de averías.

Las hojas con porte erecto permiten, a su vez: mayor resistencia al encamado, por la mayor incidencia de la luz sobre las plantas, particularmente sobre la base del tallo, y el consiguiente aumento de su diámetro; mayor capacidad de producción como consecuencia de una síntesis clorofílica más activa incluso de las hojas con una posición más baja; mayor resistencia a las enfermedades, derivada de la menor humedad, como consecuencia de que el agua meteórica escurre mejor hacia el suelo (o el agua).

La menor fragilidad del tallo impide la rotura excesiva de la paja, permitiendo, consiguientemente, una mayor y más rápida separación del grano en las cribas o tamices y en los sacudidores de la trilla de la cosechadora.

Las glumillas místicas y absolutamente glabras retienen menor cantidad de agua, de rocío y lluvia, sobre el grano; de tal suerte, bajo la acción de fenómenos meteóricos favorables (sol, viento) pierden la humedad con mayor rapidez. De esa manera se puede anticipar la recolección en el comienzo de la jornada y

atrasar su término durante la tarde: se consigue, con ello, un aumento de las horas útiles para realizar los trabajos de recolección, con el pertinente aumento de rendimiento de esta tarea, así como un menor riesgo de infecciones criptogámicas.

La ausencia de pelos y otros restos vegetales favorece la separación en las cribas de la cosechadora y en las limpias; permite, además, un secado más fácil y rápido del producto.

La escasa resistencia al desgrane aumenta las pérdidas de grano antes de la recolección, con el consiguiente quebranto económico. La resistencia excesiva, por el contrario, impide el desgrane absoluto de la panícula y favorece la rotura de las raquillas más que la separación del grano; dificulta, por lo tanto, la separación o trilla y retrasa el secado del arroz-cáscara.

2.5. Maduración simultánea de todas las panículas y uniforme de las cariósides en cada una de ellas

En algunas variedades -principalmente las de panícula densa y de capacidad productiva superior- los granos situados en la base de la panícula maduran hasta 10-15 días después que los de la parte superior.

Otras variedades -especialmente bajo determinadas condiciones agronómicas- forman los hijuelos lenta y excesivamente distanciados en el tiempo: las distintas panículas maduran las cariósides de forma escalonada entre sí. Este tipo de situaciones dificultan la elección del momento adecuado para el corte y disminuyen el valor comercial del producto: hay un menor rendimiento de arroz elaborado por exceso de roturas y de granos inmaduros; el producto es menos uniforme. Por otra parte, aumenta también la humedad del grano, con el quebranto económico que suponen los mayores costes de secado del grano (que generalmente debe dejarse a una humedad media del 14%, para su posterior ensilado e industrialización).

2.6. Mejora de las características tecnológicas y comerciales

Entre los factores que aumentan el *rendimiento industrial* del arroz, podemos citar los siguientes:

- 1) maduración perfecta y uniforme de todas las carióspsides;
- 2) resistencia intrínseca de la variedad a la rotura durante la elaboración industrial;
- 3) menor presencia porcentual en peso de algunos subproductos.

En las variedades con carióspsides místicas y glabras, generalmente, el peso de las envolturas florales es menor: el peso en porcentaje del arroz descortezado ("carga") puede alcanzar valores iguales al 82-86%.

Desde el punto de vista económico-comercial, se prefieren -especialmente para el comercio exterior- las variedades con carióspsides **translúcidas** y entre éstas los tipos de grano largo y estrecho, que, como hemos visto, poseen una relación longitud/anchura superior a 3,0 y una longitud media superior a 6'0 mm. En el comercio interior italiano se prefieren todavía los tipos de arroz más o menos ampliamente perlados.

2.7. Aumento del valor biológico

Este aspecto novedoso de las características cualitativas del arroz es objeto de atención, desde el punto de vista de la investigación genética, sólo recientemente. El aumento del contenido proteico, principalmente de algunas fracciones de aminoácidos esenciales, puede estar correlacionado positivamente con una respuesta superior a las cantidades elevadas de fertilizantes.

A estos objetivos se añaden otros más específicos, como son: la adaptación a los terrenos turbosos, salinos, arenosos o la adaptabilidad al cultivo sin inundación y a la siembra más tardía.

Hay que hacer constar que todos estos objetivos se suman a aquellos que siempre han sido objeto de atención y que, junto con la mayor capacidad productiva de las variedades tempranas, son los siguientes: resistencia a las enfermedades parasitarias, a la podredumbre basal del tallo, a la *Pyricularia oryzae* en la hoja y en el cuello de la espiga y la resistencia al encamado.

La elevada capacidad productiva, junto con una satisfactoria regularidad de las producciones, es el objetivo final principal que lo engloba y resume todo; las producciones altas y constantes, año tras año, junto con unas características cualitativas excelentes, forman parte de un próximo objetivo, todavía más difícil de conseguir.

Estas afirmaciones se pueden ilustrar con unos ejemplos de variedades de arroz, como pueden ser la variedad *Bahía* y la *Senia*, de gran uso en la zona del delta del Ebro y en Valencia, debido al cumplimiento satisfactorio de dos condiciones importantes: la regularidad productiva y su adaptabilidad a las distintas condiciones climatológicas o de cultivo. Del mismo modo, se ha observado el fracaso de la variedad *Italpatna* debido a sus problemas de producción que, gracias a posteriores selecciones, se han paliado en buena parte. En los aspectos puramente agrícolas, se busca una mayor productividad, como en el caso de la variedad *Balilla*, aunque se ha desestimado modernamente su cultivo por su baja calidad comercial. Pero, de manera simultánea, se investiga la resistencia a distintas enfermedades y muy especialmente al temible encamado.

3. Variedades de arroz en la Comunidad Valenciana

3.1. Introducción

Desde hace aproximadamente 30 años, el cultivo del arroz en la Comunidad Valenciana se basa mayoritariamente en las variedades obtenidas por el Departamento del Arroz del Instituto Valenciano de Investigaciones

Agronómicas (IVIA), entonces ubicado en la Estación Arroceras de Sueca. Variedades obtenidas en el Departamento del Arroz como *BalillaxSollana*, *Sequial*, *Bahía* y *Senia* han sido, entre muchas otras, las que en periodos sucesivos alcanzaron mayor utilización. En este momento parece iniciarse el ascenso de *Leda*, una variedad registrada en 1990, y por otra parte se han presentado recientemente, en el Registro de Variedades, tres nuevas variedades de arroz.

3.2. Características de la planta y del grano de algunas variedades de arroz

En la tabla siguiente se recogen características de altura y tipo de grano de algunas de las variedades obtenidas en el mencionado Departamento del Arroz. Otras como *Liso* (que se cultivó en Italia como *Tizinese*), *Betis*, *Júcar*, *Niva* (que aún se cultiva, por ser más temprana) o *Tebre* se han excluido para simplificar la visión de conjunto.

Tabla 4.1. Características de altura y tipo de grano de algunas variedades de arroz

Variedad	Altura planta (cm)	Grano elaborado		
		Longitud (mm)	L/A	% perlado
<i>BalillaxSollana</i>	115	5.02	1.7	98*
<i>Bahía</i>	105	5.32	1.8	92*
<i>Sequial</i>	96	5.45	2.1	24
<i>Senia</i>	98	5.80	1.9	90*
<i>Leda</i>	85	5.90	2.1	20
<i>Albada</i>	97	6.02	2.2	16
<i>Mareny</i>	95	5.71	2.1	22
<i>Clot</i>	95	5.50	2.1	62
<i>Marjal</i>	80	5.89	2.1	30
<i>Ullal</i>	85	5.55	2.0	28
<i>Baixet</i>	72	5.78	2.0	49*

Se puede observar la reducción progresiva de la altura de la planta, expresada en centímetros y medida desde el suelo hasta la punta de las

panículas. Esta reducción en altura no constituye un fin en sí misma, aunque mejora la relación grano-paja, sino un modo de mejorar la resistencia al encamado. En este sentido, variedades como *Marjal* o *Baixet* representan una mejoría apreciable respecto a las anteriores. Por otra parte, aunque se dispone de líneas aún más bajas, este carácter suele ir acompañado de una menor productividad.

Las tres últimas variedades presentadas a Registro, *Marjal*, *Ullal* y *Baixet*, se caracterizan además por un sistema foliar erecto en el que las hojas bandera sobresalen de las panículas: un tipo de planta que los fisiólogos vegetales consideran conveniente para las variedades muy bajas.

En cuanto al grano veamos que hay bastante diversidad, tanto en la longitud, que va del grano corto, como *BalillaxSollana*, al largo A como el *Albada* con predominio del grano medio, como en anchura y perlado. Más adelante consideraremos los problemas de las variedades de grano largo B impropriamente llamadas *Índica* cuando botánicamente no lo son.

En la última columna de la tabla anterior que recoge el porcentaje de granos perlados, se ha señalado con un asterisco (*) aquellas variedades en que la perla es una perla central grande, como es el caso de las variedades *Bahía* o *Senia*. La cuestión del perlado merece un comentario más detenido. Técnicamente no es una buena característica dado que, como se ha dicho antes, está ligada directamente a la fragilidad del grano en el molino. Sin embargo, existe una preferencia tradicional española por este tipo de grano, preferencia (culinaria) que está ligada a un tipo determinado de cocción, distinta de la del arroz largo comercialmente llamado tipo *Índica*. Sin embargo ese tipo de cocción no depende necesariamente de la presencia de la perla. Un factor que dificulta a veces la difusión de una variedad es el que podríamos denominar su “mezclabilidad”, es decir, la mayor o menor facilidad con que, en caso de necesidad, puede almacenarse en el mismo silo que otra variedad. Otro factor a considerar sobre el perlado es que la existencia de un mercado que lo prefiere crea una inercia y, por otra parte, puede ser una defensa frente a la competencia de arroces importados de grano cristalino. Como mejoradores

es más fácil lograr buenos rendimientos industriales en molino con granos no perlados y por tanto debemos considerar, como en la mayoría de los países, la perla como un defecto, aunque existe una realidad comercial con la que hay que contar.

3.3. El ascenso de *Leda*

Dentro del predominio general mediterráneo español del cultivo de *Senia*, parece estar iniciándose un aumento apreciable del cultivo de la variedad *Leda*, incremento que no ha sido mayor, sin duda, por limitaciones en la disponibilidad de semilla. El motivo fundamental se cree que es su mejor rendimiento en granos enteros: en una comparación de 9 años ha superado a la variedad *Senia* en un 14,6% en kg/Ha de granos enteros. Con un grano mayor que el de *Senia* y una producción en cáscara superior en un 5% al de esta variedad, era su rendimiento industrial el que sobre todo marcaba la diferencia. Sobre este tema del rendimiento industrial, se aconseja que las variedades de grano corto y medio se recojan entre el 20 y el 24 por ciento de humedad y las de grano largo entre el 18 y el 21 por ciento¹. En la zona de la Comunidad Valenciana, los métodos de medición de humedad empleados dan, en ocasiones, lecturas bastante más altas que las que ofrecería el método oficial, evidentemente más lento y engorroso. La repercusión negativa de esas humedades en el precio, junto con el hecho de que el buen rendimiento en granos enteros no siempre resulta compensado económicamente, contribuyen a que el agricultor recolecte con frecuencia el arroz demasiado seco. Esta circunstancia, unida a la preferencia comercial ya expresada por las variedades perladas, hace que el problema de las roturas en el molino revista especial importancia en la zona.

3.4. El arroz largo

Puede parecer desconcertante que el cultivo del arroz largo B, comercialmente llamado tipo *Índica*, que desde hace años se ha venido

¹ *Rice Journal* (revista americana), ejemplar de enero de 1996.

repetiendo que iba a ser prácticamente obligado en un futuro inmediato, tenga tan poca implantación en el arrozal valenciano y, por cierto, tampoco en el catalán. Hay varios factores que dificultan el cultivo, sobre todo la rigidez del sistema de riego del arrozal valenciano y catalán que, con su quita de aguas a fecha fija, hace más arriesgado el empleo de variedades que, por ser de ciclo más largo, puedan padecer de mal acabado por falta de agua en la fase final. También hay en estas variedades una mayor sensibilidad al frío en las fases tempranas del cultivo. Pero todo esto no sería un obstáculo decisivo si se ofreciera por ellas un precio claramente superior al del arroz de tipo tradicional. La variedad *Thaibonnet*, es decir el L 202 californiano, se está cultivando en Italia y Francia en climas más desfavorables que el nuestro y en el Departamento del Arroz se cultiva todos los años como testigo con buenos resultados, a veces excelentes y a veces menos buenos, en especial cuando hay frío al principio del cultivo, pero sin grandes inconvenientes. En cualquier caso, el Departamento del Arroz ha concentrado parte de su trabajo en este tipo de variedades y, en años próximos, se registrará alguna variedad de este tipo de grano y con la calidad de cocción requerida por el mercado europeo.

3.5. Otras variedades extranjeras

Siempre han habido variedades italianas en la zona de Valencia que, en general, se cultivan a instancias de industriales interesados en ellas. Algunas llegaron a alcanzar cierta difusión, como en los casos de *Rubino*, *Venería*, *P.M.*, *Ribe*, *Lido*, etc., pero a la larga estas variedades no han durado demasiado y el interés se ha desplazado a otra novedad. Actualmente, parece que hay cierto interés en la variedad *Elvo* así como también en la *Vialone Nano*, en este caso en relación con un mercado de especialidades en el que la más cotizada es, sin duda alguna, la variedad *Bomba*. Esta última variedad ya se cultivaba en Valencia en el siglo XIX y es, desde luego, el arroz más apreciado para hacer paellas; si pese a su elevada cotización no se cultiva más es porque algunas de sus características, en particular su altura elevada (escasa resistencia al encamado), proclividad a contraer la *Pyricularia Oryzae*,

limitación al abonado nitrogenado y su poca producción, hacen su cultivo poco atractivo para el agricultor.

Debe mencionarse también la variedad californiana M 202, conocida en Europa como *Thainato*, que es productiva y de buen rendimiento en molino, aunque algunas veces muestra una mayor sensibilidad a *Pyricularia* y por otra parte tiene un grano medio no perlado que se sale del tipo tradicional en la zona.

3.6. Algunas perspectivas científicas

En el arrozal valenciano el mayor problema de plagas y enfermedades es el causado por el insecto “taladro” o barrenador del tallo, *Chilo suppressalis*, Walk., que obliga a la realización de tratamientos aéreos anuales que plantean problemas de daños a otras especies en relación con la zona protegida de la Albufera. A largo plazo, una solución al problema podría alcanzarse a través de la ingeniería genética, con la creación de plantas resistentes mediante la incorporación a variedades existentes de genes relacionados con las toxinas insecticidas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Hay proyectos de investigadores franceses y españoles para trabajar en este tema. Por otra parte, en el I.R.R.I. se trabaja en la creación de un nuevo tipo de planta que, a través de estudios de modelización informática, se espera podría aumentar la producción en un 20%. La idea es que el actual tipo de planta ha llegado a un techo asintótico de productividad y que para superarlo se requiere un nuevo tipo cuyas características principales sean, entre otras, menor ahijamiento con supresión de tallos improductivos y floración más sincronizada, panículas con un número de granos mucho mayor, tallos más gruesos y robustos y un sistema foliar eficiente, erecto, de hojas gruesas de color verde oscuro. Parte de estas características proceden del arroz javánica o bulu de Indonesia, también llamado *Japónica* tropical, y se trata de incorporarlas a los arroces de tipo *Japónica* templado, es decir, a los del tipo que se cultivan en nuestras zonas españolas.

3.7. Conclusiones

La zona valenciana, pionera entre las españolas, cultiva mayoritariamente *Senia*, una variedad del Departamento del Arroz del I.V.I.A cuyas variedades han dominado el cultivo en la zona desde hace 30 años, complementadas por algunas variedades extranjeras, predominantemente italianas. El tipo de grano preferido es el medio perlado y, aunque hay algunos problemas de ciclo y sensibilidad al frío, si el arroz largo no se cultiva más es sobre todo, al menos en nuestra opinión, una cuestión de precio. Si el mercado aconsejara cultivar mayoritariamente arroz largo siempre podría retrasarse unos días, la fecha de quita de aguas. La rigidez del sistema de riego empleado en la zona fomenta el empleo de variedades de ciclo similar a la predominante o ligeramente más corto. El arroz se recoge en ocasiones más seco de lo que técnicamente conviene para optimizar el rendimiento industrial en granos enteros, algo que debería cuidarse en especial con las variedades de grano perlado que predominan. Corregir esto depende de una mejor medición de la humedad, dada su repercusión en el precio que percibe el agricultor, y de primar los buenos rendimientos en enteros. El futuro de las variedades, y en general del arroz en la zona, está amenazado, además de por una posible falta de agua, por la evolución de los precios en el mercado internacional, por las nuevas tendencias de la OMC y por la reforma de la PAC, que sitúa nuestros arroces en competencia desleal frente a los importados. Creemos que hay variedades, propias y extranjeras, que permiten atender cualquier nueva orientación del consumo y, en previsión de posibles cambios, un criterio básico de la mejora en el Departamento del Arroz ha sido la diversificación del tipo de grano. El peligro más grave para los agricultores, no obstante, radica en la posibilidad de que el precio con que el arroz exterior entre en nuestro mercado llegue a ser menor que el precio al que es posible cultivar el arroz en la zona con un beneficio razonable. Se espera que esa situación no llegue a producirse, pese a los riesgos que una mal entendida “globalización” de la economía entrañan para casi todos los sectores productivos.

4. Objetivo específico del Plan de Mejora en el delta del Ebro

Los objetivos perseguidos en esta zona, especialmente, son los siguientes:

- Gran capacidad de ahijamiento.
- Máximo número de cariósides por panícula.
- Talla baja.
- Panícula caediza al final del ciclo (para quedar protegida por la propia planta de los vientos).
- Glumillas místicas y glabras (secundario).
- Buscar variedades translúcidas.
- Resistencia a la *Pyricularia oryzae* y a *Helminthosporium* (secundario).
- Valores altos de rendimiento en molino.

5. Experimentaciones diversas

5.1. Obtención de variedades resistentes a la salinidad del suelo

5.1.1. Introducción

Durante la campaña 1995, en el IRTA/EEE (*Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària*, dependiente del *Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca* de la *Generalitat de Catalunya*, en su Estación Experimental del Ebro situada en Amposta, Tarragona) se llevó a cabo un interesante estudio con la finalidad de averiguar cuáles son los factores que inciden en el rendimiento del arroz.

Un primer y muy contundente resultado de este estudio fue que la salinidad del suelo era el factor más importante, mientras que otros, como las prácticas agronómicas realizadas por los arroceros o los niveles de infestación de malas hierbas, no tenían prácticamente ningún impacto, con mucha probabilidad debido a la buena práctica de los agricultores de la zona que hizo que, en

general, los campos estuviesen limpios de malas hierbas y raramente presentasen una grave carencia nutricional.

De una manera esquematizada, las reducciones en el rendimiento debido a los niveles de salinidad del suelo fueron las siguientes:

Tabla 4.2. Reducción del rendimiento de la cosecha en función de la salinidad del suelo

kg/Ha	CE (dS/m)	Reducción cosecha (%)
8.913	1.5-2	0
7.662	2-3	14
7.023	3-4	21
5.991	>4	33

Es necesario tener en cuenta que aproximadamente sólo el 50% del delta del Ebro esta constituido por tierras donde no hay ningún impacto por la sal, pero el otro 50% tiene, en mayor o menor grado, un impacto apreciable por la calidad del suelo.

En el mejor de los casos, se podría pensar en una reducción de la cosecha de arroz del orden del 14%; esto representaría aproximadamente 1.250 kg/Ha menos que, multiplicados por las aproximadamente 10.000 Ha de arroz cultivadas en el Delta y a razón de un precio de 0,30 euros/kg (50 PTA/kg), sumarían un total de 3,75 millones de euros (624 millones de las antiguas pesetas).

El elevado grado de salinidad en el suelo del delta del Ebro se debe, en gran parte, a que el terreno de cultivo está prácticamente al mismo nivel del mar y, en las zonas más hundidas, el agua salada llega también por vía subterránea mediante su ascenso capilar desde la capa freática próxima a la superficie del terreno. Hasta ahora, la mejor manera de contrarrestar la salinidad de los terrenos consistía en inundar los campos de agua dulce procedentes de las numerosas acequias de riego que tienen su origen en los canales de ambas márgenes del río Ebro para que aquella, por carga hidrostática y lavado o lixiviación, eliminara o redujera la salinidad. Pero, para reducir verdaderamente la salinización sería necesario un buen sistema de drenaje superficial (acequias a cielo abierto) o

subterráneo (tubos drenantes) que facilitara la renovación del agua que inunda los campos continuamente, así como una aportación abundante de agua dulce y de baja salinidad, circunstancia ésta cada vez más penosa de conseguir debido a la disminución de las aportaciones del propio río y de los canales observada en los últimos tiempos, tanto en cantidad como en calidad. La puesta en marcha, en fin, de los trasvases del Ebro previstos en el PHN podría agravar aún más esta situación en el futuro, hasta el punto de imposibilitar el cultivo del arroz en esta área y perjudicar irreversiblemente los espacios naturales circundantes.

Por el momento, las variedades de arroz sembradas en el delta del Ebro se han obtenido en otros lugares donde no hay problemas de salinidad, pero los claros resultados del estudio de los factores de producción llevado a cabo por el IRTA hacen evidente la necesidad de encontrar y/o obtener variedades de arroz resistentes a la salinidad del suelo.

5.1.2. SCREENING varietal sobre la tolerancia a la sal

Se trataba de ensayar, en cuatro lugares diferentes del Delta, el mayor número posible de variedades potencialmente tolerantes a la sal (foráneas y propias) para evaluar su tolerancia a este pernicioso componente del suelo.

El *screening* de las variedades se realizó sembrando 4 líneas de 2,50 metros lineales por variedad, separadas entre ellas 35 cm, y la distancia entre plantas (con dos hojas, de aproximadamente un mes de edad) fue de entre 15 y 20 cm.

5.1.3. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo *Bahia*. Campaña 1997

5.1.3.1. Metodología

En el IRTA/EEE (*Estació Experimental de l'Ebre*) se está trabajando desde 1992, en colaboración con el Departamento del Arroz del IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias), en la obtención de nuevas variedades.

Hasta ahora, todo el proceso de selección y mejora se ha llevado a cabo en la finca que el IRTA dispone en Amposta, cuyo suelo es de gran calidad para el cultivo del arroz.

Así pues, el estudio de los factores de producción llevado a cabo durante el año 1995, en la estación experimental del Ebro del IRTA, puso de manifiesto el importante impacto que la salinidad del suelo tiene sobre el rendimiento de la planta del arroz. Unos niveles de salinidad de más de 4 dS/m (del extracto de saturación del suelo) producen un descenso en el rendimiento de aproximadamente un 33%, como ya se ha dicho. A la vista de estos resultados, se puso en marcha un estudio para encontrar alternativas a la variedad tradicional *Bahia*, que fueran más resistentes a la salinidad del **suelo**, a las enfermedades y con un potencial productivo mayor.

Desde la estación de experimentación mencionada, se realizó una llamada a los mejoradores de variedades de arroz nacionales, europeos y al IRRI (Centro Internacional de Investigación del Arroz, sito en Los Baños, Filipinas) para que facilitaran material vegetal resistente a la salinidad del suelo y con unas características de grano parecidas al *Bahia*. Pero, en general, ningún mejorador conocía la tolerancia de sus variedades a la salinidad del suelo, de manera que se cambió la estrategia para la compilación de las variedades. Entonces se pidió a los mejoradores que facilitaran **variedades de arroz** con unas dimensiones aproximadas del grano en "descascarillado" de 5,8 mm de longitud y 3,2 mm de anchura, para realizar el **estudio de su comportamiento agronómico en diferentes condiciones edafológicas en el delta del Ebro**. No se pidió en ningún momento que, además, las variedades fueran de grano perlado, ya que entonces el número de las mismas hubiera sido muy reducido. Cabe decir que, a nivel de mejora, se buscan variedades translúcidas (no perladas), porque tienen un incremento en el rendimiento en el molino.

El ensayo se llevó a cabo en dos zonas claramente representativas de la gran diversidad edafológica del delta del Ebro. Las características del suelo de cultivo fueron las siguientes: en primer lugar, la parcela llamada "Marquesa" que se encuentra cerca del mar y de textura arenosa (71% de arena) y salina (1,6

dS/m 1:5); en segundo lugar, la parcela llamada "IRTA" que es arcillosa (5% de arena) y con un bajo contenido en sal (0,7 dS/m 1:5).

En el campo del IRTA se efectuó un único abonado de fondo, mientras que en la Marquesa se realizó, además, un abonado de cobertera. Se evaluaron un total de 57 variedades de arroz procedentes de Egipto (6), Australia (5), Francia (6), Portugal (4), Filipinas (1), Italia (15) y España (20). Como ya se ha dicho, el *screening* se realizó sembrando 4 líneas de 2,50 metros lineales, separadas 25 centímetros por línea.

En ningún caso se realizaron tratamientos para el control del taladro o barrenador del arroz (*Chilo simplex* o *suppressalis*) ni con productos funguicidas. El control o escarda de las malas hierbas se realizó de forma manual.

Los seguimientos efectuados fueron de los siguientes tipos:

- Agronómicos:
 - poder germinativo de la semilla (se pusieron a germinar 3 placas con 50 semillas a la temperatura ambiente)
 - fecha de la floración.
 - altura de las plantas (desde la base de la planta hasta el final de la espiga).
 - resistencia al encamado.
 - resistencia al desgranado.
 - fecha de la maduración.

- Fitopatológicos:
 - sensibilidad al *Chilo suppressalis*, Walk (se contaron el número de tallos afectados por el taladro para así poder determinar el porcentaje de tallos afectados).
 - sensibilidad a enfermedades (en el caso de *Pyricularia oryzae* se valoró en % de espigas afectadas; en el caso de hongos que afectan principalmente las hojas, se adoptó la escala de: 0 (ausencia) - 4 (muy afectado); para determinar el hongo causante de la enfermedad, se realizó visualmente una inspección mediante la descripción sintomática).

- Cualitativos:
 - biometría del grano (midiendo la longitud y anchura del grano sin cáscara y blanqueado) y determinación del perlado. Se cogieron, a tal efecto, 3 muestras de 25 semillas por variedad y lugar.
 - rendimiento en el molino. Se tomaron 2 muestras de 100 gramos de arroz en cáscara por variedad y lugar.

A partir de todos estos factores, se escogieron las variedades que mejor se adaptaron al medio. Hubieron unas variedades que claramente no sobrevivieron a las condiciones climáticas del Delta y no pudieron completar su ciclo. De las 57 variedades testadas se escogieron solamente 15 para continuar y completar los estudios el siguiente año, sobre todo en cuanto al potencial productivo. Se tuvieron especialmente en cuenta todos los factores positivos de cada variedad: adaptabilidad a los terrenos salinos, momento de muerte de la planta, duración del ciclo, crecimiento de la planta, volumen del grano y rendimiento en el molino.

La siguiente campaña se sembraron estas 15 variedades en pequeñas parcelas de unos 20 metros cuadrados cada una para estudiar sus niveles de productividad. De esta manera, en el año 1996 se disponía de plantas desde F3 hasta F7.

La resistencia a la sal es de baja heredabilidad y es incluso recomendable testarla en grados avanzados de fijación del material. Es por ello que se podría aprovechar una gran parte del material vegetal y añadirlo al *screening* varietal que se contempla en el apartado anterior, pero hay material al cual le quedan algunos años para ser fijado y mejorado. Es conveniente, incluso, añadir nuevos cruces en función de la demanda del mercado. De esta manera, se podrá sembrar en cada zona del Delta la variedad de arroz de mayor rentabilidad según sean las condiciones de salinidad de un suelo caracterizado por ser de aluvión y de textura o granulometría variable franco-arenosa-arcillosa.

5.1.3.2. Conclusiones

Una de las conclusiones obtenidas durante la campaña 1997, **sobre la tolerancia a la salinidad del suelo**, fue que las variedades escogidas para ser estudiadas la siguiente campaña serían: *Bas, Loto, Clot, Mareny, San Pietro, Leda, Cirad ca1, Fonsa, Albada, Calca, Marjal, Ullal, Illebong, Fangar, Maso y Diana*.

La selección de las variedades se realizó teniendo en cuenta cada una de las características estudiadas. Haciendo un análisis de cada una de estas características, se observa que hay unas que claramente ayudan a despreciar una variedad, como es el caso del ciclo, que hace descartar, por ejemplo, las variedades egipcias. Pero hay otros parámetros que son totalmente subjetivos, como es el caso de la biometría del grano, o la presencia/ausencia de perla y el hecho de que una variedad se escoja o no esté en función de la demanda de un tipo de arroz determinado y que puede ser del todo transitoria y/o cambiante.

Aunque se hayan seleccionado unas variedades determinadas, en el informe titulado "*Estudi de la tolerancia a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus Bahía*", confeccionado por Maria del Mar Català Forner y Agustí Torres Royo (IRTA/EEE - enero de 1998) se ofrecen todos los resultados y las herramientas necesarias para reconsiderar y modificar la lista de las variedades escogidas.

En una reunión posterior que tuvo lugar en la EEE reseñada con representantes de las cooperativas arroceras del Delta, se llegó a la conclusión de que las variedades que al año siguiente se debían incluir en los ensayos en parcelas para la determinación de la producción eran: *Bas, Mareny, Leda, Cirad ca1, Fonsa, Albada, Calca, Marjal, Ullal, Illebong, Fangar, Maso y Diana*. También se determinó hacer un *screening* para las **variedades de arroz de nueva introducción en el Delta**, donde se incluyó la variedad *Elvo* y otras seleccionadas del proyecto europeo denominado "Recursos Genéticos del arroz

para Europa", teniendo en cuenta que aquel año se habían ensayado 186 variedades.²

5.1.4. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo *Bahia*. Campaña 1998

5.1.4.1. Metodología

Durante la campaña 1998, el **ensayo sobre la tolerancia a la salinidad del suelo** se realizó con 15 variedades seleccionadas durante la campaña anterior, juntamente con la variedad de referencia *Bahia*. Esas fueron: *Bas*, *Mareny*, *Leda*, *Cirad ca1*, *Fonsa*, *Albda*, *Calca*, *Marjal*, *Ullal*, *Illebong*, *Fangar*, *Maso*, *Diana*, *Loto* y *Galatxo*. Estas variedades fueron sembradas en dos zonas: una llamada "IRTA", de baja salinidad (1,9 dS/m extracto saturado) y de textura arcillosa; y la otra denominada *Bassa*, de elevada salinidad, con 6,4 dS/m extracto saturado, y de textura arenosa. Ambas zonas son representativas de la diversidad edafológica del delta del Ebro.

El diseño estadístico fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y en parcelas de 20 m². No se realizaron tratamientos para el control del taladro o barrenador del arroz, ni tampoco tratamientos fungicidas para el control de las enfermedades. El control de las malas hierbas se realizó mediante escarda química y manual.

El seguimiento realizado consistió en la realización de las siguientes operaciones:

- Disposición de un termohigrógrafo para registrar la humedad y temperatura de cada lugar.
- Determinación de la CE (conductividad eléctrica) del agua de la solución del suelo a 15 cm de profundidad.
- Poder germinativo de las semillas.

² Vide "Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus *Bahia*". Autores: Maria del Mar Català Forner y Agustí Torres Royo. IRTA/EEE. Enero-1998.

- Densidad de plantas/m².
- Fecha de floración.
- Densidad de espigas/m².
- Sensibilidad al *Chilo suppressalis*, Walk.
- Altura de las plantas.
- Sensibilidad a las enfermedades.
- Resistencia al encamado.
- Fecha de maduración.
- Resistencia al desgranado.
- Fecha de la siega.
- Porcentaje de humedad del arroz una vez segado.
- Producción.
- Biometría del grano.
- Rendimiento en el molino.

El ensayo de las parcelas se puede resumir en que la variedad *Ullal* fue la más productiva, con 8.387 kg/Ha de arroz cáscara y 4.698 kg/Ha de grano entero en IRTA (rendimiento del 56%); mientras que en *Bassa* la más productiva fue la variedad *Bas* con 8.550 kg/Ha de arroz cáscara y 4.351 kg/Ha de grano entero (rendimiento del 51%). Además, estas dos variedades destacaron agrónomicamente. Cabe añadir que la variedad *Bahia* dio 2.322 kg/Ha y 3.336 kg/Ha de grano entero en IRTA y *Bassa* respectivamente. También cabe destacar la selección de las variedades *Leda*, *Albada*, *Calca*, *Fangar*, *Maso* y *Cirad* ca1 que, aunque medianamente sensibles a las plagas y enfermedades, destacan por su producción y/o buenos rendimientos en granos enteros.

En cuanto al **estudio de las variedades de nueva introducción en el delta del Ebro**, fueron ensayadas 31 variedades de arroz juntamente con la *Bahia*, *Senia*, *Tebre* y *Ullal*, en el mismo lugar que el ensayo anterior. Cada variedad estuvo representada por tres líneas de 2,50 metros de longitud. Sólo 8 se mostraron resistentes a plagas y enfermedades, con un ciclo parecido al de *Bahia*, pero si se realiza una selección por biometría del grano, destaca la variedad *San Pietro* (SA.PI.SE. Italia).

En el informe realizado el año siguiente titulado "*Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus Bahía. Campaña 1998*", confeccionado así mismo por Maria del Mar Català Forner y Agustí Torres Royo (IRTA/EEE - febrero de 1999) se pueden consultar los resultados íntegros obtenidos en la realización de este ensayo.

5.1.4.2. Conclusiones

En cuanto a las conclusiones del **ensayo sobre variedades resistentes a la salinidad**, se puede afirmar que el número de plantas/m² fue un 62 % superior en la zona de la Bassa que en la de IRTA, debido al fuerte ataque de quironómidos que se produjo en esta última, aunque se realizaron los tratamientos fitosanitarios oportunos. Las parcelas de IRTA se sembraron dos veces debido a una fuerte fitotoxicidad por molinato. A pesar de ello, en el campo del IRTA las plantas se recuperaron y ahijaron muy bien, llegando a tener un 18% más de espigas que las obtenidas en la Bassa.

Aunque en IRTA no se realizó ningún abonado de cobertera, numerosas parcelas se encamaron y por cierto muy pronto, por lo cual en ellas no se pudo realizar el conteo de densidad de espigas/m².

La superficie afectada por *Helminthosporium* en hoja fue superior en la zona de la Bassa (2,1%) que en la de IRTA (0,6%). Lo mismo pasó con el "rovell", con un promedio de 1,5% y 0,2% en la Bassa y en IRTA respectivamente.

En la Bassa, el ataque de *Chilo suppressalis* fue nulo, mientras que en IRTA afectó al 1,56% de los tallos. El 23% de las espigas se vieron afectadas en la parcela de IRTA por *Pyricularia oryzae* mientras que en la Bassa sólo resultó afectado el 2,8%.

El "moscado" fue superior en la Bassa (6,8%) que en IRTA (1,6%).

La producción, expresada en kg/Ha, fue superior en la parcela IRTA en un 2,3% y el rendimiento en el molino también fue superior en IRTA en un 8%.

En general, a pesar de los problemas sufridos al inicio de la campaña, el desarrollo de los ensayos se realizó de forma correcta.

La salinidad del suelo, medida como conductividad eléctrica (CE), se fue siguiendo durante todo el cultivo y se mantuvo más elevada en *Bassa* que en IRTA.

Se concluyó que encontrar una alternativa a *Bahia* no es tarea fácil, ya que raramente una variedad destaca en todos los aspectos agronómicos, pero es importante evaluar la importancia relativa de estos caracteres.

En IRTA, *Mareny* ofreció baja producción, con 5.146 kg/Ha, *Fonsa* fue muy sensible al taladro o barrenador del arroz, además de dar un bajo rendimiento en el molino del 45,65%, *Albada* fue muy sensible a la *Pyricularia oryzae* con un 36% de espigas totalmente muertas, *Calca* también fue muy sensible a la *Pyricularia oryzae* con un 15,38% de espigas totalmente afectadas y un 8,3% parcialmente afectadas. La *Marjal* dió bajo rendimiento en molino, con sólo 45,7% de granos enteros, la *Illebong* mostró mucha sensibilidad a *Chilo suppressalis* y a *Pyricularia* (41% de espigas), mientras que *Fangà*, fue muy sensible a *Pyricularia* (42,5%) y al encamado. La variedad *Loto* fue la más sensible a la *Pyricularia*, con un 74% de espigas afectadas, además de encamarse totalmente. *Galatxo* fue muy poco productiva (4.742 kg/Ha) y dió bajísimo rendimiento en molino (33,32%). Finalmente, *Bahia* fue medianamente afectada por *Pyricularia* (12,3%), la más sensible al *Helminthosporium* (3,6%), poco productiva (4.984 kg/Ha) y con bajo rendimiento en molino (46,9%).

Las variedades *Bas*, *Leda*, *Ullal* y *Diana* han tenido un comportamiento agronómico muy bueno, siendo además bastante resistentes a plagas y enfermedades. De estas cuatro variedades, solamente *Ullal* no se encamó. El resto lo hizo con una puntuación de 2 en una escala oscilante de 0 a 3.

Bas (una variedad que no está registrada) ha sido la segunda en producción (7.601 kg/Ha) detrás de *Ullal* (8.387 kg/Ha). El mejor rendimiento en

molino lo dió *Leda* (56%), con una producción de 7.396 kg/Ha. *Diana* no se puede despreciar porque agronómicamente se ha comportado bien, manifestando bastante resistencia a plagas y enfermedades, con una producción de 7.337 kg/Ha y un rendimiento en granos enteros del 52%.

Ullal ha sido la mejor variedad ensayada en IRTA, con una producción de 8.387 kg/Ha y 56% de enteros, lo que resulta 4.697 kg de enteros/Ha, pero cabe recordar que se trata de un grano no perlado.

En *Bassa* no hubo una incidencia remarcable de plagas y enfermedades. Las variedades *Mareny*, *Fonsa*, *Calca*, *Marjal*, *Ullal*, *Illebong*, *Fangar*, *Maso*, *Diana* y *Galatxo* tuvieron un rendimiento en molino por debajo del 50%. En cambio, *Albada* resultó dar el mejor rendimiento en molino (58,92%) con una producción de 7.070 kg/Ha. La mejor producción fue para *Bas* (8.550 kg/Ha) con un rendimiento del 50,81%.

En cuanto al **ensayo de las variedades de nueva introducción en el delta del Ebro**, se observó una importante incidencia de plagas y enfermedades en el IRTA, mientras que en *Bassa* fue prácticamente nula.

En *Bassa* no hubo ataque por *Pyricularia oryzae*, ni en hoja ni en espiga, mientras que en IRTA el promedio fue del 14% de espigas afectadas. El "moscado" tuvo un comportamiento muy parecido en las dos parcelas.

El 50% de las variedades del ensayo fueron sensibles a la *Pyricularia* con más del 10% de las espigas afectadas.

El "rovell" se manifestó de manera más importante en la parcela de la *Bassa* que en la IRTA. Esta sintomatología es indicativa del estrés que sufrió la planta. En cambio, la incidencia de *Helminthosporium* en hoja resultó prácticamente igual en ambas parcelas ensayadas.

Solamente las variedades *Flipper*, *Allorio Lambda*, *Stirpe à Feulliage violet*, *Antrona*, *Savio*, *San Pietro*, *Perla* y *Vialone nano* resultaron ser interesantes

desde en punto de vista agronómico y claramente adaptables a las condiciones de cultivo del Delta. Pero sólo *San Pietro* tiene un grano de calidad, si se entiende por el término “calidad” aquello que quiere el mercado nacional: grano grande, redondo y perlado.³

5.1.5. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo *Bahia*. Campaña 1999

5.1.5.1. Metodología

A) Variedades con dos años de selección

Durante la campaña 1999 se han ensayado seis variedades (*Montsianell*, *Ullal*, *Fangar*, *Maso*, *Fonsa* y *Bahia* como testigo o comparable) de las que ya se había realizado la selección durante los dos años anteriores. Los ensayos se llevaron a cabo en cuatro localizaciones distintas. Cada parcela elemental tenía una superficie aproximada de unos 2.188 m² (≈0,22 Ha), equivalente a un jornal de tierra medida del país (1 jt = 2.190 m²). Las parcelas han sido cultivadas por los distintos agricultores y siguiendo su propio criterio, y las únicas modificaciones que se llevaron a cabo fueron: no realizar ningún tipo de control contra el taladro o barrenador del arroz ni tampoco llevar a cabo ningún tratamiento fungicida. Se realizaron seguimientos muy intensivos de la salinidad del suelo durante todo el ciclo del cultivo. Las pocas diferencias de salinidad que existían entre las cuatro localizaciones expresadas se vieron camufladas por la fuerte incidencia que hubo de *Pyricularia oryzae*, pero ésta no apareció de forma suficientemente consistente como para poder hacer una buena selección de resistencia varietal a dicha enfermedad criptogámica. Así que, teniendo en cuenta que las variedades *Ullal*, *Maso*, *Fonsa*, *Fangar* y *Montsianell*, juntamente con la *Bahia*, dieron buenos resultados los dos últimos años, se creyó razonable y justificado repetir el ensayo un segundo año.

³ Vide: "Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus *Bahia*". *Campanya* 1998. Autora: Maria del Mar Català Forner. IRTA/EEE. Febrero-1999.

Cabe destacar el hecho de que, por primera vez, se introdujeron dos variantes: 1) testar variedades de grano largo B y 2) ensayar en parcelas de 2.188 m² (0,22 Ha) las variedades con mejor comportamiento agronómico durante los dos años anteriores. De esta manera, se pretendía obtener variedades de arroz comercialmente aceptables que toleren la salinidad del suelo.

Así pues, el procedimiento llevado a cabo para la experiencia fue separar las parcelas elementales, anteriormente citadas, mediante un cordón de tierra con uno o dos boquetes para dejar pasar el agua de un cuadro de cultivo al otro. En los boquetes se colocaron mallas plásticas con una luz suficiente para dejar pasar el agua pero no las semillas. A continuación se midió la superficie final de cultivo para realizar el cálculo de la semilla necesaria.

Para realizar el control de la salinidad del agua alrededor del sistema radicular de las plantas, se instaló un tubo de PVC para la recogida de las muestras, operación que se realizaba semanalmente. También se tomaba muestra del agua del cuadro.

También se llevó a cabo un análisis de tierra de cada una de las cuatro fincas, en el que se examinó la fertilidad, la textura simple, el contenido en nitrógeno (por el método Kjeldahl), la CIC y CE (extracto de saturación). Semanalmente se recogían los datos registrados por el termohidrógrafo colocado en la finca *Bassa l'Arca*.

La densidad de siembra de cada variedad fue de 500 semillas viables/m². Para saber la dosis de siembra adecuada se realizaron las pruebas pertinentes. Ésta se realizó de forma manual, habiéndose dejado la semilla en remojo las 24 horas anteriores. Posteriormente, se determinó la fecha de nacimiento de las plántulas y la densidad de éstas, así como el momento preciso de iniciación de la panícula y la fecha de floración. Días más tarde, se computó la densidad de panícula (en grano lechoso).

También se llevó a cabo la valoración de enfermedades en cada parcela elemental: de *Pyricularia oryzae* en grano lechoso, de *Pyricularia oryzae* en estado del grano pastoso-duro y de la misma enfermedad antes de la siega.

Se realizó la medida de la altura de las plantas de cada parcela elemental, tomándose la misma desde la base hasta el final de la panícula. También se hizo la valoración de la incidencia de *Chilo suppressalis*, W., realizada por los técnicos de las dos Agrupaciones de Defensa Vegetal (ADV) para el arroz que existen en la zona⁴, de la resistencia al encamado y al desgranado, y se tomó la fecha de maduración de cada variedad en cada localización.

Se segó manualmente el arroz con un porcentaje de humedad correcto (aproximadamente un 20%) y se tomó una muestra de cada parcela elemental. Más tarde, se segó con cosechadora automotriz tomando una muestra de cada una de las cuatro localizaciones y se midió el porcentaje de humedad de cada una. Éste se utilizó posteriormente para calcular la producción obtenida.

Con el objetivo de determinar el rendimiento en molino de las muestras tomadas en cada una de las parcelas elementales ensayadas, se siguió el procedimiento siguiente: trillado de la muestra de cada parcela elemental, limpieza de cada muestra mediante corriente de aire, pesada de tres muestras de 200 gramos de arroz en cáscara por cada parcela elemental, descascarillado de cada muestra, pesada y blanqueo. Para determinar el tiempo adecuado de blanqueo de cada variedad, se blanquearon cinco muestras de 200 gramos de cada variedad con cinco tiempos diferentes y, a continuación, se midió con un colorímetro el grado de blanqueo. Después se volvieron a pesar las muestras; se separaron los granos enteros, rotos, verdes, yesosos, rojos, picados y manchados, realizándose la pesada de cada subproducto y obteniéndose el porcentaje de cada uno de ellos. También se realizó la biometría en 25 granos de cada muestra, obteniéndose los promedios y la relación existente entre la longitud y la anchura del grano de cada variedad, así como el porcentaje de granos perlados.

⁴ Éstas son: “ADV per a l'arròs a la dreta del delta de l'Ebre” y “ADV per a la lluita integrada de l'arròs”.

Al margen de las pruebas realizadas y citadas hasta el momento, se midió el grado de blanqueo de seis paquetes de arroz “Extra” comercializado, haciendo también tres repeticiones por muestra, obteniéndose que 46-47 es el grado de blanqueo más frecuente en el mercado. También se obtuvieron unas conclusiones interesantes en cuanto al tiempo de blanqueo más adecuado para cada variedad de arroz: 50 segundos para obtener un grado de blanqueo de 47 para las variedades *Montsianell* y *Fangar*; 1 minuto para obtener un grado de blanqueo de 46 en *Bahia* y *Maso* y de 40 en *Ullal*. Para obtener el mismo grado de blanqueo en la variedad *Fonsa* es necesario, en cambio, un tiempo medio de 70 segundos de tratamiento.

Las labores de cultivo se realizaron según el buen criterio de cada agricultor, así como el abonado. No se realizaron tratamientos para el control del barrenador o taladro del arroz ni tratamientos fungicidas para el control de las enfermedades criptogámicas.

B) Variedades con un año de selección

De la variedad *San Pietro* se realizó la selección la campaña anterior y ha sido la única ensayada en las parcelas de 20 m², juntamente con *Bahia* como variedad testigo. Se realizó un diseño estadístico en bloques al azar con cuatro repeticiones, en dos tipos de suelo: suelo salino y arenoso en *Bassa l’Arena* y suelo con bajo contenido en sal en la zona llamada IRTA.

La variedad *San Pietro*, al igual que la *Bahia*, ha tenido muchos problemas de germinación y nascencia. De todas maneras no se tienen suficientes datos como para desestimar dicha variedad a efectos comerciales.

Las labores realizadas para el ensayo fueron muy parecidas a las que se llevaron a cabo para el ensayo de las variedades con dos años de selección. Las diferencias básicas son las que se explican a continuación.

En el ensayo que nos ocupa se aplicó un abonado de fondo en forma de compuesto 9-18-27 y en forma simple (sulfato amónico del 21%), aportando: 150 UF de N, 70 UF de P₂O₅ y 105 UF de K₂O.

En cuanto a la valoración de las enfermedades que incidieron en el cultivo, además de *Pyricularia oryzae* en hoja, panícula y en tallo, también se valoró el "moscado" en panícula y *Helminthosporium* en hoja.

Con las muestras resultantes de la siega se realizaron las mismas determinaciones que en el ensayo anterior, a excepción de la determinación del tiempo de blanqueo, que se hizo en función del protocolo de trabajo de las cooperativas arroceras.

Al igual que en el ensayo anterior, no se realizaron tratamientos para el barrenador o taladro del arroz ni para el control de enfermedades. Se eliminaron las malas hierbas manualmente a lo largo del ciclo y cada vez que fue necesario. Al principio del cultivo, se realizaron tratamientos periódicos para combatir los quironómidos.

C) Variedades de nueva introducción en el delta del Ebro

Se ensayaron 29 variedades y 4 testigos en dos localizaciones diferentes: IRTA y *Bassa l'Arena*.

No se trató para el taladro o barrenador del arroz ni para el control de enfermedades. Sí se realizaron, en cambio, tratamientos periódicos contra quironómidos, al principio del ciclo vegetativo. Se eliminaron las malas hierbas manualmente varias veces durante el ciclo.

El proceso seguido para realizar el ensayo fue el que se ha descrito en el apartado anterior con algunas pequeñas variantes, entre las que destaca el transplante del arroz sembrado y germinado (en estado de dos hojas) sobre la misma parcela donde se encuentra, repartiéndose en 4 líneas de 2,50 metros de longitud, separadas 35 centímetros entre ellas y golpes separados a unos 15-20

centímetros dentro de la misma fila. Se observó la sensibilidad a *Pyricularia oryzae* valorando las espigas afectadas total o parcialmente por este hongo⁵.

5.1.5.2. Conclusiones

A) Variedades con dos años de selección

Los análisis de suelo realizados antes de la preparación del terreno ofrecieron unos niveles de salinidad superiores a 3 dS/m, lo que significa que todos los campos tenían niveles de salinidad en el suelo suficientemente altos como para producir una disminución significativa en la producción.

Durante el periodo de cultivo, esta conductividad se mantuvo estable o tendente a la baja en el caso de *Illa de Riu* y *Rafel*, mientras que en los campos *Juanito* y *Bassa* ésta fue aumentando. En cuanto a la conductividad eléctrica (CE) del agua de alrededor del sistema radicular de las plantas, en el caso del suelo arenoso, ésta coincidía con la del agua de la parcela, probablemente debido a la filtración de este agua dentro de los tubos que la recogían, mientras que en los suelos arcillosos, la conductividad bajaba.

Se observó que las variedades ensayadas en *Bassa l'Arena* y *Illa de Riu* (fincas arenosas) se han comportado productivamente de manera muy parecida (con un promedio de 6.250 kg/Ha), mientras que *Juanito* y *Rafel* (fincas arcillosas) formaron otro grupo homogéneo (5.780 kg/Ha) pero diferente del anterior y con producción más baja.

En todo caso, los campos se han mantenido limpios de malas hierbas durante el cultivo y la incidencia de *Chilo* ha sido variable, pero en general ha resultado baja en *Bassa l'Arena* y en *Juanito*, mientras que en el resto fue alta. También es de destacar que *Bahia* y *Fonsa* han sido las variedades más atacadas por este barrenador o taladro.

⁵ El orden cronológico de la metodología seguida y los resultados de los tres ensayos se pueden encontrar en la memoria y anexos del informe titulado "*Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació de noves varietats de gra tipus Bahia*". Autora: Maria del Mar Català Forner. IRTA/EEE. Febrero de 2000.

La incidencia de *Pyricularia oryzae* ha sido para el grupo de variedades cultivadas en parcelas arenosas del 3,1% de granos afectados, mientras que en las arcillosas ha sido muy superior: del 15,4%. Esta diferencia entre las fincas arenosas y las arcillosas podría atribuirse a que, en general, en las zonas costeras la humedad relativa no supera el 90%, mientras que en las interiores siempre supera este valor.

Ese año, los daños producidos por *Pyricularia oryzae* fueron muy extendidos por toda la zona arrocerera del Delta y, teniendo en cuenta que en ningún caso se realizaron tratamientos fungicidas, esto ocasionó en muchos campos merma de la cosecha que pudo llegar incluso a enmascarar otros resultados. En la finca de *Rafel*, la *Pyricularia* en el nudo de la panícula resultó muy importante. *Fonsa* y *Bahia* fueron las variedades más resistentes.

Con el análisis estadístico de los datos, se llegó a las siguientes conclusiones:

Se encontraron diferencias significativas entre la variedad testigo (*Bahia*) y el resto de variedades analizadas en los siguientes aspectos:

- altura: todas fueron más bajas que *Bahia*.
- ciclo: *Ullal* tuvo un ciclo más corto que *Bahia*.
- encamado: *Bahia* fue -con diferencia- la variedad que más se encamó.
- *Fangar* y *Ullal* presentaron menos sintomatología de manchas muy pequeñas y rojizas en las hojas.
- *Fonsa* tuvo menos "moscado".
- *Fonsa* presentó más granos rotos.

Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas entre el testigo (*Bahia*) y el resto de las variedades en los siguientes aspectos:

- densidad de plantas.
- densidad de espigas.
- sensibilidad al taladro o barrenador del arroz.
- hojas vivas en la siega.

- *Helminthosporium* en hoja.
- síntomas de manchas rojizas sin halo y con límites lineales en las hojas.
- *Fusarium* y/o *Sclerotium* en el pie del tallo.
- *Pyricularia oryzae* en el nudo del tallo.
- *Pyricularia* en el nudo de la panícula.
- % de granos afectados por *Pyricularia* en grano pastoso.
- % de granos afectados por *Pyricularia* en grano maduro.
- producción.
- % de granos enteros.
- % de granos picados y manchados.
- % de granos verdes y yesosos.

Como se puede comprobar, las alternativas a la variedad *Bahia* no son abundantes, ya que pocas variedades presentan parámetros estadísticamente superiores a *Bahia*, por lo cual se describe a continuación cada una de las variedades ensayadas con sus caracteres más relevantes.

Ullal: es una variedad de grano cristalino. Tuvo algunos problemas de nascencia y el hongo de *Pyricularia* le afectó cuando el grano estaba ya maduro pero, aún así, se ha observado una relación de éste con el rendimiento. La producción media fue de 6.276 kg/Ha, con un 51,98% de granos enteros.

Montsianell (Bas): bastante sensible a los hongos del género *Pyricularia*, tanto en la hoja como en el nudo de la panícula. La producción se ha relacionado con la *Pyricularia* en grano pastoso y maduro. Posee un bajo rendimiento en granos enteros (49,3%) y en una de las fincas (*Rafel*) experimentó un elevado porcentaje de granos picados y manchados.

Maso: trátase de una variedad bastante tolerante al *Chilo*; no presentó *Pyricularia* en hoja pero sí en el nudo de la panícula. El rendimiento en granos enteros fue del 52,62% y la producción relativamente baja: 5.673 kg/Ha. El grano resultó un poco menos perlado que el de *Bahia*.

Fangar: tuvo una buena nascencia, buena densidad de espigas y resultó bastante tolerante al *Chilo*. La planta acaba con 2,8 hojas verdes. El hongo *Pyricularia*, al nudo de la panícula, le afecta con el grano maduro. En uno de los campos afectó al 100% de las panículas pero la producción resultó ser relativamente alta. El rendimiento en granos enteros fue del 52% y la producción media de 5.546 kg/Ha. Se mostró un poco más sensible a las enfermedades que afectan el pie del tallo (*Sclerotium* y *Fusarium*).

Fonsa: es una planta de bajo porte, relativamente tolerante a enfermedades y de elevada producción (6.643 kg/Ha). En contrapartida, es sensible a *Chilo suppressalis* y da bajo rendimiento en granos enteros (44,72%) con el 24% de granos rotos. El grano presenta una hendidura que, en algún caso, podría ser motivo de desprecio comercial o incluso causa de tan elevadas roturas, por lo que sería conveniente contemplar su mejora en este punto.

En el rendimiento en molino todas las variedades tuvieron un comportamiento muy diverso. La más estable fue *Bahia*. Si se habla de kg/Ha de grano blanco entero, sólo se puede afirmar que *Bahia* es, según los datos de un año, la mejor variedad, con resultados más estables.

La conclusión final fue que, debido a los daños ocasionados por *Pyricularia*, se enmascararon algunos resultados. Desde luego, ninguna variedad de las analizadas se mostró resistente a esta enfermedad. La variedad más sensible fue *Fangar*, mientras que *Fonsa* y *Bahia* fueron las que mostraron mayor resistencia.

B) Variedades con un año de selección

La única variedad ensayada fue *San Pietro*, pero numerosos problemas de nascencia obligaron a resembrar las parcelas. A pesar de ello, la densidad de planta ha sido mínima, de manera que la producción no se tuvo en cuenta. Con estas elevadas limitaciones, no se tuvieron datos suficientes como para desestimar objetivamente dicha variedad. Así pues, lo mejor sería incluirla otra vez en las parcelas de 20 m² para efectuar ensayos en las próximas campañas.

C) Variedades de nueva introducción en el delta del Ebro

En la campaña arrocera del año 1999, y por primera vez, se ensayaron variedades de grano largo. La incidencia del hongo *Pyricularia oryzae* fue muy elevada en la parcela IRTA; incluso alguna variedad se "quemó" totalmente y numerosas variedades fueron parcialmente afectadas en más del 10% de los granos.

Los daños causados por el taladro o barrenador del arroz no fueron muy elevados, a excepción de una sola variedad. En la parcela *Bassa l'Arena* también hubieron daños producidos por *Pyricularia*, pero estos fueron un poco inferiores. Algunas variedades tienen un grano sin calidad comercial destacable, por lo cual se han desestimado.

Tanto para la parcela IRTA como para la *Bassa*, no se pudieron tener en cuenta los resultados de rendimiento en molino, ya que las muestras tenían un elevado porcentaje de humedad que podría desfigurar, en mayor o menor grado, los rendimientos finales.

A pesar de la incidencia antes expuesta, se tuvieron suficientes datos como para realizar una selección de las variedades y poder afirmar que las L300, L531, *Condor*, *Gladío*, *Perseo*, *Gemini*, *Pegaso*, *Andolla*, *Adelio*, *Eolo*, *Saturno*, *Mercurio* y *Ganao* se podrían ensayar la siguiente campaña (2000) en parcelas de 20 m², juntamente con las *Bahia* y *Thaibonnet*. A excepción de las *Ganao* y *Bahia*, que son biométricamente semilargas, todas esas variedades son de grano largo.⁶

⁶Vide: "Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació de noves varietats de gra tipus *Bahia*". IRTA/EEE. Febrero 2000.

5.1.6. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano largo B y semilargo. Campaña 2000

5.1.6.1. Metodología

Se ensayaron ese año 14 variedades, 7 de grano largo B (*Gladio, Puntal, Adelio, Thaibonnet, Mercurio, Alena* y L-300) y 7 de grano semilargo (*Maso, Ullal, Bahia, Fonsa, Fangar, Montsianell* y *Ganao*). Las variedades *Thaibonnet* y *Bahia* se tomaron como referencia. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las tareas de cultivo se realizaron a criterio de cada agricultor, así como el abonado. No se realizaron tratamientos insecticidas para el control del taladro o barrenador del arroz ni tampoco tratamientos fungicidas para el control de las diversas enfermedades criptogámicas.

Los trabajos preparatorios consistieron en la localización del ensayo, que fue la misma que en la campaña 1999. Cada zona se dividió en parcelas de 1.000 m² (parcelas elementales), separadas entre ellas por un cordón o malecón de tierra y con entrada y salida de agua independiente. Se midió la superficie útil de cada una de ellas y se realizaron análisis de los suelos para determinar el pH, conductividad eléctrica (C.E.), el contenido en fósforo, potasio y nitrógeno, la textura simple y la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.).

Cada dos semanas se analizó la C.E. del agua de cada parcela y la del suelo. A mitad de la campaña, se tomó una muestra de tierra de cada una de las 4 repeticiones, para poder realizar un estudio completo de la salinidad.

En cuanto a la siembra, se realizó de forma manual y se calculó la semilla necesaria para obtener una densidad de 600 semillas/m². También se obtuvo el poder germinativo, la fecha de nascencia y la densidad de planta en las zonas de ensayo.

Semanalmente, se realizó un seguimiento del estado fenológico de cada parcela elemental. Se determinó la fecha de inicio de formación de la panícula, de floración, la densidad de espigas, así como la altura medida desde la base del tallo hasta el final de la panícula y la fecha de maduración.

También se valoró la incidencia de enfermedades causadas por los hongos: *Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium*, *Fusarium spp.* y *Sclerotium*. Se realizó el seguimiento observando la sintomatología en las hojas, panículas y tallos. Así mismo, se valoraron los daños causados por el insecto *Chilo suppressalis*, Walk. y la incidencia del encamado.

En el momento de la cosecha, las muestras tenían una humedad del 20-22%. Éstas se trillaron, se descascarillaron, se blanquearon y se realizó la separación de los granos enteros, rotos, verdes, yesosos, rojos y picados, calculándose el porcentaje de cada tipo. También se efectuó la biometría de los granos blanqueados de cada parcela elemental y el porcentaje de granos perlados.

5.1.6.2. Conclusiones

La C.E. del agua en la finca *Rafel* y *Illa de Riu* (ambas en el margen derecho del Delta) fue durante todo el cultivo inferior a 1 dS/m (equivalente a 0,6 gramos de sal/l). En el campo *Juanito* (en el margen izquierdo del Delta) la C.E. aumentó de 0,8 a 1,2 dS/m (equivalente éste último a 0,8 g. de sal/l). En *Bassa l'Arena*, en el margen izquierdo y muy próxima al mar, la C.E. aumentó de 0,8 a 2,0 dS/m (equivalente este último valor a 1,3 g. de sal/l).

En cuanto a la salinidad del suelo, tres de las cuatro fincas tienen una C.E. superior a 3,5 dS/m y en la *Rafel* hay dos partes bien diferenciadas: una con una C.E. de 2,32 dS/m y la otra con una C.E. de 3,32 dS/m. A partir de estos datos, se puede concluir que el ensayo se realizó en unas condiciones claras de salinidad del suelo.

Dado que no se tenían los datos de germinación de los diferentes lotes de siembra, se calculó una dosis de 600 semillas de arroz por metro cuadrado, sin condicionar la dosis al poder germinativo de la simiente. De esta manera, la variedad *Gladio* se tuvo que resembrar, dado que el porcentaje de germinación en placa resultó ser prácticamente cero, y lo mismo había pasado en campo (la empresa suministradora facilitó semilla de dos campañas anteriores).

En la parcela *Juanito*, se tuvo que realizar una resembrada debido a una fitotoxicidad sobrevenida de la cual no se dispone de ningún tipo de resultado.

La nascencia, a excepción de lo citado anteriormente, en general fue bastante buena, siendo *Ganao* y *Montsianell* las variedades con la nascencia más temprana, mientras que *L-300*, *Ullal*, *Puntal* y *Fonsa* necesitaron más días, diferenciando estadísticamente de *Bahia*. *Bahia* es la variedad más alta y, por lo tanto, la que se encama más, lo que acarrea graves problemas en los estadios ulteriores del cultivo. La variedad *Ganao* forma la panícula muy pronto (59 días), *Bahia* a los 71 días y *L-300* y *Thaibonnet* a los 73 y 74 días, respectivamente. Normalmente, cuanto más tiempo tiene una variedad para llenar la panícula, más puede producir.

En cuanto al ciclo, las variedades más tempranas fueron *Gladio*, *Adelio*, *Ganao* y *Fonsa*, mientras que la de ciclo más largo fue la *Bahia*.

La incidencia de *Pyricularia oryzae* fue muy baja y no surgieron diferencias significativas entre variedades en cuanto al porcentaje de espigas afectadas por este hongo, a excepción de la zona *Juanito*, donde *Fangar* se vió afectada en el 100% de las panículas y *Maso* y *Fonsa* con el 50%. En la variedad *Bahia*, sin embargo, solamente resultó afectado el 0,4%. La variedad *Mercurio* no se vió afectada por esta enfermedad, mientras que en *Gladio* y *Alena* el ataque fue inferior al 2%.

Adelio destaca por su sensibilidad al "rovell" y *Maso* es la única que se diferencia del *Bahia* en el "moscado", siendo esta última la variedad más sensible.

El *Chilo suppressalis* Walk fue controlado de manera indirecta en los campos de alrededor de la zona de ensayo, mediante la colocación de trampas adecuadas. Dentro de las parcelas no se colocaron trampas ni se realizó ningún tratamiento insecticida. Solamente en la finca *Illa de Riu* es remarcable la incidencia de esta plaga y con un valor máximo de 3 panículas por metro cuadrado. No hay diferencia significativa entre variedades, pero destaca *Adelio* del resto, con 1,33 tallos/m² de promedio.

La valoración de granos picados puede dar una idea de la incidencia de la "pudenta" y no se observan diferencias significativas entre las variedades ensayadas. A excepción de *Alena* (0,6%) todas ellas están por encima de las exigencias definidas por la reglamentación de "arroz extra".

En cuanto a las biometrías y perlados, se confirmó que las variedades ensayadas son muy parecidas a la *Bahia* y que la variedad *Ullal*, así como las de grano largo B son de grano cristalino.

En esta experiencia, no se observó diferencia significativa alguna entre las variedades por lo que respecta a producción y rendimiento en granos enteros. *Bahia*, a pesar de no presentar diferencias significativas, destacó del resto con una producción unitaria de 6.902 kg/Ha, seguida de *Fonsa* con 6.338 kg/Ha y de *Thaibonnet* con 6.328 kg/Ha.

En cuanto al rendimiento en el molino, L-300 tuvo el máximo con un 62%, siguiéndole *Mercurio* con un 61% y *Maso*, *Gladío* y *Bahia* con el 60%.

Si la producción se expresa en kilogramos de grano entero por hectárea, no hay diferencias significativas, pero destacó *Bahia* con 4.210 kg/Ha, seguida de *Maso* y *Gladío* con 3.534 kg/Ha.

Como se puede observar, la mayor parte de los resultados no son significativos y por tanto no hay ninguna variedad que destaque estadísticamente por su producción ni por su rendimiento en molino.

Así pues, se deduce que *Bahia* sigue siendo la variedad más adaptada al Delta de todas las variedades de grano semilargo ensayadas y *Gladío* y *Thaibonnet* como variedades de grano largo, aunque estas últimas no ofrecen la productividad de *Bahia*.

5.1.7. Ensayo de susceptibilidad varietal a *Pyricularia grisea* en la zona del delta del Ebro. Resultados de la campaña 2002

5.1.7.1. Objetivos

Un interesante trabajo de investigación llevado a cabo por IRTA/EEE (*Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaria/Estació Experimental de l'Ebre*) pone de manifiesto las variedades que tienen una reacción susceptible ante el hongo de la *Pyricularia grisea*, las que presentan una reacción moderada o bien las que se manifiestan resistentes a dicha enfermedad.

Así pues, mediante dicho ensayo se pretendió obtener los siguientes objetivos: conocer la reacción de distintas variedades de arroz frente a la *Pyricularia grisea*, conocer los genes de virulencia presentes en las variedades del delta del Ebro e incorporar “resistencia de campo” para hacer recomendaciones útiles a los productores de la zona.

5.1.7.2. Metodología

Para la realización del ensayo se colocaron tres bloques de la variedad evaluada de 15 plantas cada uno (3 filas de 5 plantas cada una). Entre los bloques de plantas de arroz se implantaron dos filas de variedades muy sensibles al hongo: una de *Baixet* y otra de *Thaiparla*. Todo ello se rodeó de 2 filas de plantas de *Baixet*. Las variedades de arroz sensibles tuvieron la función de poner el agente infeccioso al alcance de la variedad a estudiar. La evaluación de los daños causados por dicho hongo se realizó utilizando la escala del Sistema Estándar de Evaluación (*Standard Evaluation System – S.E.S. IRRI 2002*) y la escala de S.H. para diferentes tipos de infección (1982).

5.1.7.3. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas, a partir del ensayo realizado, son las que se presentan a continuación.

- Las variedades de reacción **susceptible** al hongo en algún órgano son las siguientes:

01	<i>Maso</i>	<i>Galatxo</i>	KF1	<i>Hispagran</i>
97	<i>Ullal</i>	<i>Baixet</i>	KF2	<i>Maratelli</i>
<i>Fonsa</i>	<i>Marisma</i>	L-5320	KF3	<i>Guara</i>

Las variedades que se citan a continuación son susceptibles en el cuello de la panícula y tienen una reacción moderada en las hojas. A saber:

<i>Ganao</i>	<i>Guadiamar</i>	<i>Susan</i>	<i>Thainato</i>	<i>Thaiparla</i>
--------------	------------------	--------------	-----------------	------------------

- Las variedades de reacción **moderada** que, mediante los tratamientos adecuados, pueden adquirir lo que se llama “resistencia de campo”, son:

<i>Bahía</i>	<i>Fragance</i>	<i>Poseidone</i>	<i>Sènia</i>	<i>Vega</i>
<i>Bomba 1</i>	<i>Gladío</i>	<i>Puebla</i>	<i>Sillaro</i>	
<i>Clavel</i>	<i>Montsianell</i>	<i>Puntal</i>	<i>Tebre</i>	

- Las variedades de reacción **resistente** son aquellas que no se ven afectadas por el hongo pero que, al cabo de dos o tres años, pueden pasar a ser variedades de reacción susceptible, perdiendo así su resistencia inicial a la enfermedad criptogámica. Éstas son:

<i>Adriano</i>	<i>Cala</i>	<i>Ibis</i>	<i>Thaibonet</i>	<i>Niva</i>
<i>Alena</i>	<i>Fidji</i>	<i>Jacinto</i>	<i>L-300</i>	<i>Spina</i>
<i>Bomba 2</i>	<i>Hidalgo</i>	<i>Kalao</i>	<i>Lamone</i>	<i>XL</i>

5.2. Enfermedades del arroz

El uso de fungicidas en los arrozales del delta del Ebro está siendo cada vez más extendido.

Según el estudio sobre costes del cultivo del arroz que el IRTA/EEE realizó en base a las campañas 1992 y 1994, uno de los resultados a comentar es el siguiente:

- En 1992, el 50% de las fincas encuestadas y el 100% de las fincas de más de 50 Ha, realizó tratamientos fungicidas.

- En 1994, el 70% de las fincas encuestadas y el 100% de las fincas de más de 20 Ha realizó tratamiento fungicidas.

Los datos del último trabajo del "Estudio de factores de producción en 1995" dieron como resultado que el 63% de los campos controlados realizaron de manera sistemática tratamientos fungicidas preventivos.

En general, el "bajo coste" de estos tratamientos (según afirman los propios agricultores) y las facilidades que tienen para realizarlos (sólo es necesario encargar el tratamiento y la empresa pertinente lo realiza en el momento oportuno con medios terrestres o aéreos) hacen que cada vez las aplicaciones fungicidas sean más numerosas. Ello se ha correlacionado, en los últimos tiempos, con un aumento sensible de los rendimientos.

Los agricultores han manifestado repetidamente la necesidad de iniciar estudios en este campo para evaluar la eficacia de los productos empleados, ya que hay mucho desconocimiento o desinformación al respecto.

Teniendo en cuenta que desde 1988 hasta 1990 se realizó el proyecto INIA "Etiología, distribución e importancia de las enfermedades de los cereales en Cataluña", mediante el cual llegamos a tener conocimientos exhaustivos de las

enfermedades que afectan al cultivo del arroz, ahora se deberían aprovechar los conocimientos adquiridos para poder analizar las siguientes cuestiones:

- La evolución de las enfermedades.
- La eficacia de los productos fitosanitarios empleados (materias activas, dosis y momentos de aplicación).
- La resistencia/sensibilidad de las diferentes variedades de arroz.
- El establecimiento de las bases para poder realizar un sistema de producción en relación a los datos climáticos y a los niveles de inóculo.

5.3. Obtención de plantas transgénicas resistentes al *Chilo suppressalis*, Walk

La biotecnología molecular permite la modificación de los genes de un organismo (organismos genéticamente modificados o OGM), la adición, eliminación o modificación de genes en el genoma y puede permitir el intercambio de material genético entre individuos de diferente especie. La modificación de los genes de una misma especie es una práctica típica de la agricultura tradicional. La biotecnología moderna lo que permite son las modificaciones mucho más rápidas, efectivas, selectivas y con muchas más posibilidades, incluidas las combinaciones de genes de especies diferentes; en definitiva, unas posibilidades impensables con las técnicas clásicas de la mejora genética. Los organismos transgénicos son, estrictamente, los que contienen genes de otras especies, y los alimentos procedentes de estos organismos son los que conocemos como transgénicos. Pero la denominación “transgénico” también incluye todo un abanico de alimentos en la confección de los cuales se utilizan técnicas de ingeniería genética o biotecnología, que provienen de los conocimientos modernos de la Bioquímica y la Biología Molecular. **En particular, son ATG los alimentos que están constituidos por organismos genéticamente modificados o que los contienen, o bien que tienen productos procedentes de organismos modificados.** Esta definición deberá tenerse bien en cuenta a efectos de consideraciones ulteriores de interés.

La transferencia de genes de unas especies a las otras es un fenómeno habitual en la evolución y la mejora de las plantas y animales. Esta transferencia, que hasta hace poco se ha supuesto que estaba limitada a la que se podía hacer por la vía de la reproducción sexual, puede extenderse ahora a cualquier gen conocido con el uso de los métodos de transformación genética. Estos métodos constituyen, probablemente, una gran oportunidad para el desarrollo de la ciencia y tienen aplicaciones evidentes muy útiles en la medicina y también en la agricultura, siempre que no se realice un uso abusivo e incontrolado de los mismos.

La Unidad Mixta CSIC-IRTA de Genética y Biotecnología Vegetal se constituyó el año 1991 por los departamentos de Genética Molecular del CID-CSIC de Barcelona y el de Genética Vegetal del IRTA con el objetivo de potenciar la investigación en biotecnología vegetal en Cataluña por la vía de la concentración de esfuerzos y la complementariedad de las áreas de actuación de ambos departamentos. La Unidad Mixta CSIC-IRTA está integrada actualmente dentro del Centro de Referencia en Biotecnología de la *Generalitat* de Cataluña, y lleva a cabo siete proyectos de colaboración, de los cuales tres son de ámbito europeo. De estos proyectos, tres tienen relación con el arroz, que se ha convertido, de este modo, en una de las líneas de trabajo más importante del grupo. Una aplicación es la de obtener plantas de arroz resistentes al taladro (*Chilo suppressalis*, Walk), conocido insecto parásito de esta especie, que es ventajosa tanto para la agricultura como para la ecología.

El taladro o barrenador es un insecto que constituye galerías internas en el tallo, de manera que debilita mecánica y fisiológicamente la planta y provoca una pérdida de producción de grano del orden del 15-20%, además de producirse un grano de peor calidad.

Las estrategias más utilizadas para proteger los campos de arroz contra el taladro son:

- El control químico mediante 2 ó 3 tratamientos con insecticidas de los tipos piretroides de amplio espectro. Se ha demostrado que estos tratamientos

tienen una eficacia reducida por su poca persistencia y por el hecho de que, al desarrollarse la larva en el interior del tallo, es muy difícil que llegue a eliminarla. Por otra parte, estos productos tienen un efecto negativo sobre el ecosistema.

- La utilización de insecticidas biológicos, como son las formulaciones con toxinas de *Bacillus thuringiensis*. Estos insecticidas parecen ser más específicos y menos perjudiciales para los ecosistemas que los químicos, pero pueden afectar a otras especies de insectos, incluso benéficos.
- La obtención de variedades resistentes mediante la mejora genética. Aunque se puede encontrar variabilidad para la tolerancia al taladro entre las diversas variedades de arroz, la herencia de este carácter es compleja, por lo que su transferencia es lenta y difícil.

Las tres estrategias clásicas reseñadas presentan limitaciones importantes. Una alternativa es la obtención de plantas transgénicas con genes que producen proteínas tóxicas para el propio insecto. La ventaja de esta tecnología es que estas sustancias están presentes en el tejido vegetal y pueden actuar sobre el insecto al principio mismo del ataque. A pesar de que se ha demostrado la eficiencia de esta tecnología en cuanto al control del taladro, todavía no existe ninguna variedad transgénica resistente que se haya llegado a cultivar.

Para poder distribuir variedades modificadas genéticamente, es necesario que además de tener los genes que los hacen resistentes a los insectos, se pueda asegurar su sanidad como alimento y un nulo impacto ambiental que permita su aceptación por parte de la sociedad, cada día más sensibilizada por estos temas.

Para controlar la posible aparición de poblaciones de insectos resistentes se utilizan varias estrategias, como la introducción simultánea de más de un gen de resistencia y la utilización de promotores (secuencias de ADN -ácido desoxi ribonucleico- que determinan el momento, lugar y cantidad en los que se produce

la proteína que codifica el gen) más potentes que aumentan el nivel de expresión de los genes.

Para obtener un producto final aceptado por parte de los consumidores, se utilizan promotores que permitan que el gen se exprese solamente en los tejidos atacados por el insecto y que en ningún caso lo hagan en el grano. Además se eliminan, mediante cruzamientos u otras técnicas, los genes de selección utilizados durante el proceso de transformación.

Otro aspecto abordado ha sido el estudio y la evaluación del flujo de genes. Aunque el arroz es una planta que se autofecunda, siempre existe una cierta tasa de cruzamiento que es muy difícil de detectar por tratarse de valores muy bajos. Una buena herramienta para cuantificar este flujo puede ser el uso de plantas transgénicas de arroz a las que se les haya incorporado un gen marcador. Así, en el año 1999 se diseñaron dos ensayos en forma de círculos concéntricos con el fin de estudiar la influencia del viento en el transporte (anemógamo) del polen. En el centro de los círculos se sembró una variedad que tenía integrado un gen de resistencia al herbicida “glufosinato de amonio” y alrededor a un metro y a 5 metros de distancia se sembraron plantas no transgénicas de la misma variedad. Al final del cultivo se recolectaron las semillas y se hicieron germinar. Las plántulas a analizar, concretamente más de 200.000, se trataron con herbicida para detectar las plantas resistentes. El análisis molecular de estas plantas demostró la existencia de un flujo genético sumamente escaso (inferior al 0,1%) comprobándose además una cierta influencia del viento en el círculo situado a un metro de distancia. También se estudia hasta qué punto existe la posibilidad de flujo genético hacia el arroz salvaje.

Así pues, el desarrollo de este proyecto permite la identificación de genes que inducen en el arroz una resistencia al taladro, además de estudiar diversas estrategias orientadas a dirigir la expresión de los genes, evitar la aparición de poblaciones de insectos resistentes o a cuantificar el riesgo de flujo genético, permitiendo la obtención de un producto final más aceptable por la sociedad en general.

Para realizar la transferencia genética se utiliza la técnica del clonaje y la de *in vitro*. Una vez introducido el gen, se debe observar que la planta se desarrolle normalmente y que su producción no se vea afectada. Así pues, en 1999, al cabo de un año de pruebas en laboratorio, se procedió a plantar las primeras plantas transgénicas de nuestro país, y el lugar escogido fue el delta del Ebro.

En el anexo IV se muestran los resultados de una evaluación en campo sobre la resistencia de ciertas variedades transgénicas de arroz frente al taladro o barrenador (*Chilo suppressalis*, W.). Así mismo, en el anexo V se recogen los resultados de un ensayo que evalúa el flujo genético entre plantas transgénicas de arroz y arroz salvaje y plantas no transgénicas de la misma variedad, así como su comportamiento agronómico. Ambas experiencias fueron llevadas a cabo durante el año 2001 por el IRTA.

5.4. Obtención del “arroz dorado”

A comienzos de los años 90, el grupo Potrykus propuso al Programa de Biotecnología de la Fundación Rockefeller emprender un proyecto para modificar genéticamente la ruta de la provitamina A en el endospermo del arroz. Tras ocho años de trabajo, se logró aislar arroz normal con la actividad fitoenosintasa, que producían buenas cantidades de fitoeno en su endospermo. Finalmente, en un determinado experimento se obtuvo una variedad de arroz cuyo endospermo, de color amarillo (de ahí su denominación de “arroz dorado”), contenía provitamina A y otros terpenoides de singular importancia nutritiva. La mejor línea de arroz dorado producía suficiente provitamina A (1'6 microgramos por gramo de endospermo) como para esperar un efecto positivo en el alivio de la deficiencia de la vitamina A en la dieta habitual de muchas personas del mundo.

El “arroz dorado” es, pues, un arroz modificado genéticamente para acumular en su embrión betacaroteno y otros carotenos, que son precursores de la vitamina A. Este betacaroteno “extra” es el que le otorga un característico y

peculiar color dorado y da origen a su nombre. Constituye un ejemplo de una planta transgénica obtenida en un programa de investigación con fondos públicos cuyo objetivo es contribuir a mejorar las condiciones nutricionales de extensas poblaciones del Tercer Mundo (principalmente de Asia) y así reducir la incidencia de enfermedades ligadas al déficit de vitamina A.

El “arroz dorado” fue presentado en 2001 como el primer organismo modificado genéticamente en el que se ha conseguido expresar el betacaroteno y la primera variedad vegetal creada para luchar contra la falta de vitamina A en los países en desarrollo. Por ello resulta tan importante su caso, ya que en la breve historia de los OMG ha resultado ser muy bien aceptado por el consumidor

Una de las tareas a realizar actualmente es colaborar con los países en desarrollo para transferir el carácter dorado (que solamente está en una variedad experimental) a las variedades de arroz propias de estos países.

El “arroz dorado” está libre de patentes para los países más pobres, de forma que los agricultores podrán comprar la variedad mejorada genéticamente una sola vez y mantenerla por sí solos. Los señores Peter Beyer y Ingo Potrycus, descubridores del arroz dorado, otorgan la licencia comercial a quienes la solicitan. En este momento seis países disponen ya de esta variedad, entre ellos La India, Filipinas, Vietnam, China y Sudáfrica.

Veamos, en fin que en la sociedad de los países desarrollados existe cierta repulsa a los productos que son fruto de la biotecnología molecular. Esto también origina una serie de problemas en la comercialización de este arroz tan peculiar, retrasando su cultivo hasta tres o cuatro años. En cualquier caso, es importante que este producto pueda distribuirse gratis y libre de limitaciones y barreras para los países pobres, así como asegurar que carezca de efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana⁷.

⁷ *Vide*: Boletín informativo núm. 4 (noviembre de 2002) de Semillas Certificadas Castells, S.L.

5.5. Control del arroz salvaje

El arroz salvaje o silvestre es uno de los principales problemas del cultivo del arroz, junto con el control de las malas hierbas, pues dan lugar a grandes pérdidas económicas. Este tipo de arroz procede de la especie *Oryza sativa* al igual que las variedades, pero éste se ha originado debido a la facilidad de retrogradación hacia sus orígenes genéticos de las variedades cultivadas. La presencia de arroz salvaje en el cultivo de arroz ha sido constante, incrementándose en los últimos años debido a varios factores: la siembra directa, el aumento de las variedades cultivadas, la imposibilidad de llevar a cabo una cierta rotación de cultivos en la mayoría de las explotaciones arroceras españolas y el empleo indiscriminado de semilla no certificada.

El aspecto del arroz salvaje es similar a las variedades cultivadas diferenciándose sólo en algunos detalles: más robustez, coloración verde más intensa en hojas y caña, muy fácil desgranado, espigas aristadas y gran poder de germinación en condiciones adversas. El control químico resulta complicado debido a la similitud genética con el arroz cultivado, por tanto no existen herbicidas específicos o selectivos. La escarda manual sólo es posible cuando el porte de la planta de arroz salvaje es mayor que la del arroz cultivado, distinguiéndose de esta última con suficiente claridad.

Los “arroz salvajes” son variedades o razas procedentes de los centros de origen del arroz, principalmente del sudeste de Asia, que pertenecen al mismo género y especie de las variedades cultivadas, o sea, *Oryza sativa*, y en consecuencia, de posible cruzamiento entre todas ellas. Sus granos son tan comestibles y nutritivos como los de las variedades comúnmente cultivadas.

El arroz salvaje se diferencia básicamente de las variedades cultivadas por tener los granos con arista (barba), con pericarpio rojo y autodesgrane precoz. Dichas plantas también suelen diferir en rasgos físicos como altura y grosor del tallo, longitud, anchura y color de las hojas, pigmentación rojiza o violácea de los nudos, etc.

En realidad, son los tres caracteres referentes al grano los que perjudican el rendimiento y la calidad de la cosecha, y pueden estar presentes en los granos de una misma panícula los tres, dos o uno, es decir, formando parte de la constitución genética de los 120 genes o caracteres hereditarios que se asignan al arroz, que pueden combinarse al azar, en el momento de la fecundación de las flores, para generar las semillas. Su respectivo comportamiento depende de varios factores acumulativos (polímeros), que son dominantes en relación a sus oponentes (alelomorfos): mítico (sin arista), pericarpio blanco y resistente al desgrane.

Aunque el arroz es una planta autógena, la autofecundación de sus flores no es absoluta, como ya se ha puesto de manifiesto en otros capítulos de este mismo libro, y normalmente, se producen fecundaciones cruzadas entre las flores de las plantas más próximas en un porcentaje variable con el viento, temperatura, humedad, etc., intercambiando genes, tanto entre las plantas de las variedades cultivadas como entre éstas y las de los "arrozales salvajes", que por cierto proliferan en muchos campos de cultivo considerándose como una "mala hierba" más. Por consiguiente, está expuesto a la posibilidad de sufrir todos los años variaciones favorables y desfavorables, aunque sobre todo de éstas últimas, debido a la dominancia de los caracteres hereditarios peyorativos sobre los favorables.

En efecto, si se produce el cruzamiento entre una planta de granos con pericarpio rojo y otra de pericarpio blanco (ambas genéticamente puras en dichos caracteres), en la descendencia del primer año todos los granos son rojos; y éstos, cruzados entre sí, ofrecen en el segundo año una probabilidad del 75% de rojos y del 25% de blancos. Asimismo, a estos cambios contribuye el hombre con los cruzamientos artificiales para la obtención de nuevas variedades, incorporando distintos genes, sobre todo si se utilizan variedades exóticas.

Además, influyen en esa variabilidad y su propagación, la introducción de variedades extranjeras portadoras de tales genes, el uso de semilla no certificada, cambios de variedad en un mismo campo con cierta frecuencia, mezclas accidentales, escardas deficientes. También a causa del autodesgrane, precoz y

escalonado de las variedades con este defecto y la inevitable diseminación de granos por las cosechadoras y los medios de transporte al molino, se origina una siembra de arroces durante los meses de agosto, septiembre y octubre que germinarán la primavera siguiente y, siguiendo su ciclo vegetativo, infestarán el campo de cultivo si no se erradican a tiempo mediante escardas manuales, ya que no existen herbicidas selectivos para su eliminación durante el cultivo.

Ante esta problemática, en 1997 se inició en el IRTA/EEE un proyecto financiado por la UE para averiguar la mejor manera de luchar contra el arroz salvaje. Entre las actividades previstas, se intenta averiguar qué variedades tienen más tendencia a originar arroz “borde” o salvaje. Esto se realiza recogiendo biotipos de arroz salvaje (todas las variedades) para enviarlas a Francia donde se analizan mediante la técnica de los marcadores moleculares (metodología de genética molecular).

Aunque sea una parte del trabajo que no se pueda asegurar que se lleve a cabo, una de las posibilidades del proyecto descrito es hacer una investigación de manipulaciones genéticas en el arroz. Uno de los objetivos es estudiar plantas transgénicas resistentes a los herbicidas (glifosato y glufosinato). Estas plantas se manipulan de manera que son resistentes a estos tratamientos, o sea que se podrían tratar los campos y eliminar todas las malas hierbas y el arroz quedar intacto. Con la técnica de los marcadores moleculares se podrían evaluar los riesgos que hay en estas cualidades añadidas por el hombre (de resistencia a los herbicidas) para que no pasen después al arroz salvaje.

5.6. Ensayos de variedades en las Marismas del Guadalquivir

Ya en 1987, los arrozales andaluces apostaron por el cultivo de arroces del tipo Índica y empezaron la reconversión apoyados por las ayudas que, por aquel entonces, la Comunidad Europea concedía a las superficies en las que se cultivasen estas variedades asiáticas. Los resultados fueron satisfactorios y este tipo de arroz se ha aclimatado bien a las condiciones de las marismas sevillanas. Desde entonces, los estudios y experimentaciones que se han llevado a cabo

desde los organismos competentes de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía han ido encaminados a adaptar la variedad Índica a las condiciones agronómicas del sur español.

Los dos tipos de arroz, Índica y Japónica, se desarrollan con mayor facilidad en distintos climas, y si el clima propio de las variedades de Índica es el clima tropical, las variedades de Japónica se adaptan mejor a climas templados más parecidos al clima mediterráneo. Ahora bien, el tipo Índica se caracteriza por ser de grano largo y es muy apreciado por los consumidores europeos aunque, por sus exigencias climáticas, se cultivan pocas hectáreas en el viejo continente, cosa que hace a Europa netamente importadora de este tipo de arroz, como ya hemos tenido ocasión de comentar en anteriores capítulos de nuestro libro.

Así pues, el objetivo de los ensayos para la obtención de nuevas variedades en la Comunidad de Andalucía se ha centrado en conseguir un tipo de arroz con los rasgos propios del Índica pero con las exigencias climáticas del Japónica y, hacia este fin, se han encaminado los experimentos de algunos centros de investigación, principalmente de California, España y Australia, en donde se han efectuado cruzamientos entre variedades de Índicas y Japónicas a fin de acercar el Índica, de grano largo, a algunos de los factores más aprovechables del Japónica, como el tallo corto, la poca exigencia de temperaturas y la respetabilidad a elevadas dosis de abonado nitrogenado, sin graves problemas de encamado. A estas variedades que presentan un grano largo, como el Índica, pero con unas exigencias climáticas propias del clima mediterráneo, como el Japónica, se las ha denominado del “tipo o perfil Índica”.

Como ya se ha dicho, desde 1987 hasta 1996, la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA), ha venido realizando los experimentos de campo necesarios para conocer la adaptabilidad de las nuevas variedades en las que se intenta aunar las virtudes de las variedades Índica y Japónica. Para ello, se localizaron todos los ensayos en la zona arrocerá sevillana de las Marismas del Guadalquivir.

El material vegetal fue aportado en un principio por el Centro Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), organismo creado con el objetivo de incrementar el rendimiento del arroz en los países en vías de desarrollo. Este material, según se señala desde RAEA, no se adaptó con facilidad al suelo sevillano pues la mayoría era de procedencia Índica, con lo cual exigía unas condiciones climáticas distintas de las que disfrutaba la zona mediterránea.

Posteriormente, se incluyeron en el estudio variedades procedentes de otros centros de obtención de variedades, tanto internacionales como nacionales. De entre estos últimos, destacan las variedades obtenidas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Estas variedades, por sus distintas exigencias climáticas, aportaron resultados interesantes a las investigaciones en curso.

Los caracteres estudiados, y que se han tenido en cuenta a la hora de valorar cada una de las variedades ensayadas, según se resume en un informe del mismo RAEA, han sido los siguientes: el ciclo hasta espigado, el ciclo hasta la maduración, la altura de desarrollo de la planta, el encamado en la fase de grano maduro, el rendimiento en grano, los rendimientos industriales, los componentes del rendimiento y la salinidad del agua de riego, ya que en la desembocadura del Guadalquivir se produce un desnivel hidráulico que somete al río a las mareas atlánticas, facilitando la incorporación de agua marina y aumentando la salinidad del agua del río que es captada para el riego del arrozal.

A continuación, se exponen de forma resumida las conclusiones generales de los diez años de ensayo llevados a cabo en esta zona.

Debido a las condiciones climáticas y al nivel científico y técnico, las variedades y líneas experimentales de grano largo, tipo Índica, más productivas y mejor adaptadas a las condiciones de cultivo de las Marismas del Guadalquivir proceden de California (USA), Australia y de la Estación Arrocería de Sueca (Valencia). Entre las variedades de estas procedencias que se destacan, están las *Thaibonnet* y *Doñana*, de California; *Puntal*, de origen australiano; e *IVIA-7* e

IVIA-8, líneas experimentales del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias que, por su comportamiento, pueden ser variedades comerciales a corto plazo.

También se incorporaron al estudio en cuestión variedades procedentes de Arkansas y Texas, que constituyen importantes zonas arroceras norteamericanas, aunque por sus diferentes exigencias climáticas -por poseer un clima menos parecido al mediterráneo que el de California- se adaptaron peor a las Marismas del Guadalquivir.

Otros orígenes, como Italia, Francia, Portugal o Grecia, tampoco comportaron variedades productivas. Las variedades italianas y francesas, si bien pueden adaptarse mejor a las condiciones climáticas que nos ocupan, son de ciclo más corto y menos resistentes al encamado que la que ha sido utilizada como testigo local, la *Thaibonnet*.

Las variedades procedentes de IRRI, Centro Internacional de Investigación del Arroz, tampoco se adaptaron a las condiciones climáticas andaluzas. Esto es debido a que las variedades del centro están adaptadas a las condiciones asiáticas, por ser justamente ésta la principal zona mundial en la que el IRRI intenta mejorar los rendimientos.

En cuanto a las variedades de tipo Japónica, de grano redondo o semilargo, California y España son las procedencias que mejores resultados de aclimatación y rendimientos han obtenido. Entre ellas las valencianas, como *Bahia* y *Senia* y la californiana *Thainato*, *Venería* y *Lido*, de origen italiano, también dieron resultados interesantes. Por último, con respecto a las variedades de Japónica con buenas condiciones para adaptarse al clima de las Marismas, se destacan también en el estudio las nuevas líneas experimentales españolas de arroz que, en breve plazo, estarán inmersas en el mercado comercial.

Otras variedades poco productivas en campo han demostrado características que, sin embargo, las hacen aconsejables para la industria arroceras, por su alto rendimiento, aptitud para la vaporización, aroma, etc.

Con respecto a la escasez de agua, las conclusiones apuntaron a una necesidad de disponer de variedades más resistentes que las ensayadas para las sequías o para zonas de mucha salinidad. La alta salinidad de los años de sequía, por el descenso del nivel del río y la entrada de mareas en el cauce, permitió estudiar la adaptabilidad de las variedades a este incremento salino. A este respecto se señala cómo la práctica totalidad de las variedades se mostraron susceptibles a la salinidad, provocando un fuerte descenso de las producciones hasta el punto de hacer inviable su cultivo en la mayoría de casos. Se destaca menor susceptibilidad de variedades como *Thainato* y *Calca*, de grano medio, frente a variedades de Índica, más susceptibles, como *Thaibonnet* o *Puntal*.

5.7. Otras posibles líneas de trabajo

En general, podrían ser las siguientes:

- a. Obtención de plantas transgénicas resistentes a la salinidad del suelo.
- b. Producción de arroz biológico.
- c. Obtención de plantas aromáticas adaptadas a cada zona de cultivo.
- d. Fertilización nitrogenada.
- e. Fertilización con zinc.

5.8. Relaciones externas

Sería conveniente programar, por parte de todos los centros de España dedicados a la investigación, selección y mejora varietal, la realización de contactos con investigadores de otros centros de investigación que, sin duda, resultarán enriquecedores de la tarea común.

5.9. Mejora genética

Se dispone ya de 13 líneas de plantas F6 seleccionadas en la Estación Experimental del Ebro (IRTA/EEE.); ninguna de ellas ha entrado todavía en el proceso de registro.

El año 1996 fue el último año de este proyecto INIA; se propuso no darle continuidad como tal, tomando en consideración la posibilidad de mantener a un nivel mínimo la actividad con la intención de terminar aquellas líneas con suficiente interés.

También fue aceptado el Proyecto Europeo de evaluación de recursos genéticos de arroz de interés para Europa, evaluándose cerca de 500 variedades (86 el año 1996) por lo que se refiere a la tolerancia a *Chilo suppressalis* Walk.

Entre los objetivos planteados para el año 1997, destacaban:

- Continuar el proyecto de tolerancia al *Chilo*; se pensaba mantener al mínimo la mejora de los cruzamientos originarios del IVIA de Sueca.

- Previo acuerdo con el sector, se preveía iniciar ensayos de introducción y evaluación de variedades tolerantes a la salinidad.

- Se preveía, por último, la realización de una jornada de campo para comentar la marcha de las diferentes actividades de este apartado.

5.10. Ensayos para el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV)

Las evaluaciones de variedades de arroz para el registro, llevadas a cabo por encargo del INSPV, fueron constituidas el año 1995 por cuatro variedades de grano corto y cinco testigos; el ensayo de 1996 -por el que se obtuvo la colaboración del sector- estaba compuesto de 12 variedades de grano corto y 2 testigos.

5.11. El genoma del arroz

La búsqueda de los secretos de la vida ha sido una constante de la humanidad desde muy antiguo. Desde el descubrimiento de la composición y

estructura del ADN, que tuvo lugar a mediados del siglo XX, se han multiplicado las investigaciones para descifrar el genoma de diferentes organismos. En principio tratábase de bacterias u organismos unicelulares, más adelante organismos más complejos y útiles para la investigación científica, como la mosca del vinagre, y actualmente organismos superiores como el famoso y controvertido genoma humano, así como también el genoma del arroz.

Sin duda alguna, el descubrimiento del secreto que encierran los genes es uno de los más importantes de la humanidad. Conociendo la secuencia completa de ADN se puede comenzar a estudiar la influencia que tienen los genes y modificar las expresiones génicas indeseables.

La empresa transnacional Syngenta, importante grupo agroquímico suizo, contrató a la empresa estadounidense Myriad Genetics para realizar un proyecto común encaminado a obtener el genoma del arroz. Estos investigadores genéticos conseguían descifrar toda la información genética de los doce cromosomas de la planta de arroz a principios del año 2001 tras un desembolso total de 33 millones de dólares. Un excelente trabajo si se tiene en cuenta que el genoma del arroz cuenta con unos 430 millones de códigos genéticos. Esto significa que, después del genoma humano, el arroz es el siguiente en tamaño que se ha podido descifrar hasta la fecha.

Este logro fue de gran importancia para la tecnología genética, pues como hemos visto el arroz es uno de los alimentos básicos en todo el mundo desde hace más de 5.000 años y es fundamental para la subsistencia de más de 3.000 millones de personas, sobre todo en el Sudeste asiático, donde más del 80% de las necesidades calóricas de esos países se cubren mediante el consumo del arroz. Como ya hemos visto, en esta zona se produce el 80% de la producción mundial de arroz pero aún así resulta insuficiente para alimentar a una población enorme que aumenta todos los años a razón de un 2%.

Se precisan, pues, variedades de arroz más productivas, con capacidad de adaptación a los suelos salinos, secos, etc. y todo ello con la ayuda de la ingeniería genética. De este modo, se investiga actualmente en numerosos

países la obtención de arroces transgénicos resistentes a herbicidas, a plagas, como el *Chilo suppressalis* Walk, o a enfermedades criptogámicas (*Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, etc.), cuestión que ya ha sido suficientemente tratada en un apartado anterior de nuestro libro. En Suiza se está trabajando para obtener una planta de arroz enriquecida con provitamina A y hierro (véase el capítulo 4 de este mismo libro, epígrafe 5.4.), y en países como China, Vietnam, India, Estados Unidos, etc. se cultivan arroces híbridos que son un 20-30% más productivos que las variedades convencionales.

Se han abierto nuevas y trascendentales posibilidades para que, tanto la búsqueda de nuevas variedades de arroz como el cultivo, sean más efectivos; pero habrá que esperar algún tiempo para comprobar estos avances en la vieja Europa, y por supuesto también en España, dada la importante controversia que suscita en la sociedad europea la utilización de los OGM (Organismos Modificados Genéticamente)⁸.

5.12. Nuevas normas para la comercialización de productos transgénicos

5.12.1. Legislación española

El Gobierno español ha aprobado un proyecto de Ley cuyo objetivo es incorporar a la legislación española las últimas exigencias aprobadas en la Unión Europea para la utilización y comercialización de organismos modificados genéticamente (OMG). El proyecto establece obligaciones en las diferentes actividades relacionadas con estos organismos y contempla sanciones en caso de incumplimiento, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

En concreto, el citado texto regula las actividades de utilización confinada, liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente y comercialización de estos organismos o bien de productos que los contengan. La Administración General del Estado será la encargada de conceder las

⁸ *Vide*: Boletín informativo núm. 1 de Semillas Certificadas Castells, S.L.

autorizaciones para la comercialización de OMG o de productos que contengan OMG. Asimismo autorizará los ensayos o experimentos de liberaciones voluntarias complementarios y concederá las autorizaciones relacionadas con la importación y exportación de estos organismos. El Gobierno será también el encargado de autorizar la utilización confinada y liberación voluntaria para otro fin distinto a la comercialización, cuando su objeto sea la incorporación a medicamentos de uso humano o veterinario y demás productos y artículos sanitarios. Por su parte, las Comunidades Autónomas concederán las autorizaciones de liberación voluntaria cuando se trate de otros fines distintos a la comercialización. Asimismo, se ocuparán de la vigilancia, el control y la imposición de las sanciones.

La **utilización confinada** de organismos modificados genéticamente es cualquier actividad por la que se modifique el material genético de un organismo o por la que éste, ya modificado, se cultive, almacene, emplee, transporte, destruya o elimine siempre con medidas de confinamiento para limitar su contacto con la población y el medio ambiente. Las actividades de utilización confinada se clasificarán en función de la evaluación previa de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Así, se considerarán actividades de riesgo nulo, de riesgo moderado y de alto riesgo. Para realizar estas actividades será necesario realizar una evaluación previa de los posibles riesgos existentes para la salud humana y el medio ambiente, llevar un registro de evaluación, cumplir normas de seguridad e higiene profesional y elaborar los planes de emergencia y de vigilancia de las instalaciones.

La **liberación voluntaria** es la introducción deliberada de estos organismos en el medio ambiente. Para realizar una liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente, deberá presentarse una solicitud a la Administración junto con un estudio técnico y una evaluación de riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

En lo que respecta a la comercialización de OMG, los operadores deberán disponer de toda la información precisa para facilitar su control y posible retirada del mercado y localizar los movimientos de los productos en todas las etapas de

su producción, transformación y distribución. Asimismo, tanto los organismos como los productos que los contengan deberán estar adecuadamente etiquetados.⁹

5.12.2. Legislación comunitaria

5.12.2.1. Precedentes legislativos

En la reunión de octubre de 2002 los ministros de Agricultura de los Quince no se pusieron de acuerdo sobre las propuestas de la Comisión Europea en relación con la comercialización de productos con o a base de organismos genéticamente modificados.

Hasta el momento actual, el Catálogo Común de Variedades Comerciales de Semillas cuenta con sólo dos variedades de semillas OGM, y por tanto son ellas las que se pueden comercializar en la UE. Obtuvieron su autorización en base a la Directiva 90/220.

Desde el año 1997, es obligatorio etiquetar la presencia de OGM como tales, o en los productos que se pongan a disposición de los consumidores.

El reglamento sobre los nuevos alimentos establece el etiquetado obligatorio de los alimentos y de los ingredientes alimentarios que contienen OGM o estén constituidos por ellos. Desde enero del 2000, según el R 50/2000, los aditivos y los aromas también tienen que ser etiquetados obligatoriamente cuando ADN o proteínas resultantes de una modificación genética están presentes en el producto final.

El R 49/2000 contempla el problema de la contaminación accidental de productos alimentarios clásicos por material genéticamente modificado. Fija un umbral mínimo del uno por ciento para el ADN o las proteínas procedentes de una modificación genética, por debajo del cual no es necesario etiquetar si los

⁹ *Vide:* Agro Cajas - Boletín al servicio de la agricultura, ganadería y pesca de España en el marco de la UE. Nº 199. Septiembre de 2002.

operadores puedan demostrar que han tomado las medidas apropiadas para evitar la presencia de material genéticamente modificado.

Actualmente no existe una legislación comunitaria específica que requiera el etiquetado de alimentos para el ganado a base de OGM. Le son de aplicación las reglas generales de la Directiva 90/220.

5.12.2.2. Nuevas propuestas legislativas

Las nuevas propuestas legislativas de la Comisión Europea sobre OGM van dirigidas a instaurar un sistema armonizado de trazabilidad y etiquetado, introduciendo la obligatoriedad de etiquetados de los alimentos OGM para animales, y reforzando las reglas actuales relativas al etiquetado de los productos alimentarios genéticamente modificados, e introduciendo un procedimiento simplificado de autorización para la utilización de OGM en los productos alimentarios y alimentos para los animales y la diseminación voluntaria de estos productos en el medio ambiente.

Se pretende crear, con ello, una reglamentación rigurosa y cubrir los vacíos jurídicos existentes, respondiendo eficazmente a las inquietudes de los ciudadanos, de las asociaciones de consumidores y de algunos operadores económicos.

Según la Comisión, una evaluación rigurosa de la seguridad de los OGM garantizará un nivel elevado de protección de la salud y del medioambiente. El etiquetado de todos los productos alimentarios y forrajes para el ganado genéticamente modificados, permitirá a los consumidores y a los agricultores decidir si ellos desean o no comprar alimentos o forrajes elaborados a partir de un OGM. Concretamente las propuestas de la Comisión consisten en:

1. Propuesta de reglamento sobre la trazabilidad y etiquetado de un OGM y de productos derivados de OGM.
2. Propuesta de reglamento sobre los productos alimentarios y los alimentos para animales genéticamente modificados.

CAPÍTULO 5

- MEJORA VARIETAL EN EL DELTA DEL NILO -

1. Introducción

El arroz es uno de los principales cultivos de Egipto. La superficie cultivada de arroz en este país norteafricano es de cerca de 450.000 hectáreas, la cual constituye aproximadamente el 15% del área total cultivada en Egipto durante el verano. La producción de arroz *paddy* es de 5-6 millones de toneladas y el rendimiento medio nacional es de 9,1 Tm/Ha.

La franja del cultivo de arroz está restringida a la mitad Norte del delta del Nilo. Las seis provincias del norte, llamadas Dakahlia, Kafr El-Sheikh, Beheira, Sharkia, Gharbia y Damietta constituyen el 98% de la extensión total del cultivo del arroz.

Sin tierra disponible para una mayor expansión y con los recursos hídricos limitados, Egipto encabeza un Programa bien organizado para la Investigación y Desarrollo del Arroz con el objetivo de incrementar la productividad. Manteniendo esto en su punto de mira, se estableció un programa, a principios de los años ochenta, en el que se comprometían a lo siguiente:

- Mejora varietal para desarrollar nuevas variedades de alto rendimiento y baja altura, maduración temprana y resistentes a factores bióticos y abióticos estresantes y con una calidad de grano superior.
- Agronomía para desarrollar tecnologías para el logro de un manejo eficiente de la nutrición, riego y prácticas culturales y maximizar así el rendimiento de las nuevas variedades.

- Protección de plantas contra malas hierbas, enfermedades, insectos y demás plagas.
- Producción de semillas para poner a disposición del agricultor semillas puras y de gran calidad de nuevas variedades de elevado rendimiento.
- Expansión y asesoramiento para verificar y transferir nuevas tecnologías a los agricultores.

En el esfuerzo para ampliar la investigación del arroz en Egipto, se estableció el Centro de Investigación del Arroz y Formación (RRTC – *Rice Research and Training Center*) en Sakha, con el apoyo del Ministerio de Agricultura de Egipto, el Instituto Internacional de Investigación del Arroz y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

El RRTC de Sakha está dotado de un completo equipamiento para la investigación, tal y como laboratorios, invernaderos, biblioteca, testador de semillas y procesadores,... Los recursos humanos del RRTC constan de 120 investigadores, 22 altos cargos, 50 asistentes de los investigadores y 50 técnicos.

La intensiva investigación llevada a cabo durante las dos últimas décadas ha obtenido excelentes resultados. La productividad media nacional aumentó un 59%, o sea, de las 5,71 Tm/Ha durante el periodo 1984-1986 a las ya mencionadas 9,1 Tm/Ha en el año 2000. Semejante éxito ha sido posible mediante la siguiente multidisciplinar investigación:

A. Difusión de variedades de baja altura, maduración temprana y elevado rendimiento, a saber: *Giza 177*, *Giza 178*, *Sakha 101*, *Sakha 102*, *Giza 181* y *Egyptian Yasmine*.

B. Un mejor manejo de los nutrientes, incluyendo el zinc, y un eficiente uso del nitrógeno en los viveros y en los campos definitivos.

C. Aumento del control químico de las malas hierbas en aproximadamente un 12% del área de arroz en 1981 hasta un 51% en el año 2000.

D. Incremento en la renovación de semillas a razón del 40% en 1981 hasta el 60% en el 2000.

E. Uso de una dirección integrada, incluyendo resistencia genética, prácticas culturales y control químico.

F. Reforzar la relación entre la investigación, la difusión y los cultivadores de arroz a través de una eficiente Campaña de Producción Nacional de Arroz.

G. Dirigir programas de formación nacionales e internacionales para investigadores sobre la tecnología para la producción de arroz.

H. Exposición de investigadores para nuevos desarrollos y tecnologías en la ciencia del arroz, asistiendo a conferencias, cursos y talleres, dentro y fuera del país.

Tabla 5.1. Tendencia del crecimiento de la superficie, producción y productividad del arroz en Egipto durante el periodo 1984 - 2000

Año	Superficie			Producción			Productividad		
	Ha (10 ⁶)	Incremento sobre 1984-86 (%)	Incremento anual (%)	Tm (10 ⁶)	Incremento sobre 1984-86 (%)	Incremento anual (%)	Tm/ Ha	Incremento sobre 1984-86 (%)	Incremento anual (%)
1984-86	0,420	-5,48	-	2,40	-	-	5,71	-	-
1987-89	0,397	-5,48	-5,48	2,42	0,83	0,83	6,12	7,18	7,18
1990-92	0,567	35,00	42,82	3,50	45,83	44,63	7,50	31,35	22,55
1993-95	0,565	34,52	-0,35	4,50	87,50	28,57	7,97	39,58	6,27
1996-98	0,587	39,76	3,89	4,93	105,42	9,56	8,47	48,34	6,27
1999-00	0,656	56,67	11,75	5,85	143,75	18,66	8,96	56,92	5,79

2. Mejora varietal

2.1. Introducción

A principios de los años ochenta, las dos variedades de grano corto japónica *Giza 171* y *Giza 172* ocupaban más del 90% del área de arroz de Egipto. *Giza 171* (*Nahda/Calady 40*) y *Giza 172* (*Nahda/Kinmaze*), aunque de

bastante rendimiento, tienen una maduración tardía, son susceptibles al hongo *Pyricularia oryzae*, incluso a niveles moderados de nitrógeno.

Los objetivos del cultivo actual y de la producción de semilla son los siguientes:

1. Desarrollar nuevas variedades que mantengan una producción de grano superior a 10 Tm/Ha, maduración temprana (duración total de 125 a 135 días), baja estatura (90-100 cm), resistencia múltiple a enfermedades (*Pyricularia oryzae*, *Helmintosporium* -manchas marrones-,...) e insectos (taladro del tallo o *Chilo* y minador de la hoja) y una mayor calidad del grano, o sea, elevada translucidez y buen rendimiento industrial en el molino de granos enteros.
2. Desarrollar un elevado cultivo de variedades adaptadas a condiciones fenotípicas adversas (salinidad, tolerancia a la sequía y a las elevadas temperaturas).
3. Desarrollar híbridos de arroz con grano de calidad preferente para el consumidor.
4. Desarrollar nuevas "plantas tipo" con un potencial de rendimiento genético aumentado.
5. Desarrollar un elevado rendimiento de arroz aromático para abastecer los mercados nacionales e internacionales.
6. Evaluar, caracterizar, catalogar y mantener los bancos genéticos nacionales.
7. Dirigir estudios básicos para comprender el mecanismo genético de los rasgos económicos.
8. Mantener la pureza de las variedades comerciales, mediante un eficiente mantenimiento de la reproducción y producción de semilleros, creación y registro de semillas bajo una cuidadosa supervisión.

Los esfuerzos en investigación de los últimos 15 años, superando objetivos propuestos, han ayudado a desarrollar y realizar ocho nuevas variedades de elevado rendimiento (véase la Tabla 5.2) llamadas *Giza 177*,

Giza 178, Sakha 101, Sakha 102, Egyptian Yasmine, Sakha 103, Sakha 104 y Giza 182.

Con la extensión de nuevas variedades de elevado rendimiento, hubo un marcado incremento de la producción y de la productividad del arroz en el país. Durante el quinquenio 1996-2000, ha habido un incremento del 30% en la producción y un 12% en el rendimiento por hectárea. Durante este mismo periodo, el área cultivada por las nuevas variedades mejoradas se incrementó y, consecuentemente, el área de las antiguas variedades *Giza 171* y *Reiho* decreció de forma marcada. La disponibilidad de un mayor número de variedades alternativas ha ayudado a romper con el sistema de prevalencia del monocultivo y evitar los riesgos de tal sistema en el combate de enfermedades y plagas.

Tabla 5.2. Variedades de alto rendimiento desarrolladas e iniciado su cultivo durante el periodo 1995-1997

Variedad	Padres	Año del cruzamiento	Año de inicio del cultivo	Ecosistema recomendado
<i>Giza 177</i>	<i>Giza 171/Yomji N° 1// Pi N° 4</i>	1986	1995	Suelo normal
<i>Giza 178</i>	<i>Giza 175/Milyang 49</i>	1987	1997	Suelo normal y salino
<i>Sakha 101</i>	<i>Giza 176/Milyang 79</i>	1988	1997	Suelo normal
<i>Sakha 102</i>	<i>GZ 4096/Giza 177</i>	1990	1997	Suelo normal
<i>Sakha 103</i>	<i>Giza 177/Suweon 349</i>	1991	2000	Suelo normal
<i>Sakha 104</i>	<i>GZ 4096-8-1/GZ 4100-9-1</i>	1990	2000	Suelo normal y salino
<i>Giza 182</i>	<i>Giza181/IR39422-163-1-3//Giza 181</i>	1990	2000	Suelo normal
<i>Egyptian Yasmine</i>	Introducción y selección de línea pura	1992 (año de introducción)	1997	Suelo normal

El estudio más específico de cada una de ellas puede verse en el epígrafe siguiente.

2.2. Características más destacadas de las variedades recientemente difundidas

1. *Giza 177*

De grano corto apreciado, se trata de una variedad tipo japónica desarrollada a partir del cruzamiento entre *Giza 171/Yomji n° 1//Pi n° 4* como la línea de obtención 4120-205. Se obtuvo en 1995 como la primera variedad de arroz de maduración temprana. *Giza 177* se convirtió en una variedad apreciada desde que se obtuvo porque era unos 30 a 40 días de ciclo más corto que las viejas variedades dominantes tardías y altas, *Giza 171* y *Giza 172*. Además, sobre un 10% más de producción que *Giza 177*, aumenta de forma importante con un ligero descenso del marco de plantación para compensar la baja capacidad de ahijamiento. También está caracterizada por la elevada resistencia a ataques de la enfermedad de la *Pyricularia oryzae*, su elevado rendimiento en el molino y unas excelentes cualidades organolépticas y culinarias.

2. *Giza 178*

Se ha obtenido del cruce *Giza 175/Milyang 49*. Se realizó en 1997, es tolerante a la salinidad y a la alcalinidad y está muy adaptada a los suelos afectados por sal. *Giza 178* es similar a uno de sus padres, *Giza 175*, en lo que se refiere al tipo de planta y grano, pero es superior a *Giza 175* en rendimiento y calidad del grano, y tiene una particular calidad organoléptica cuando se consume, por lo cual gusta más al consumidor que *Giza 175*. Posee un elevado potencial de rendimiento, superando cualquier otra variedad comercial cultivada por el momento. *Giza 178* es también muy resistente al hongo *Pyricularia oryzae*.

3. Sakha 101

Se trata de una variedad desarrollada a partir del cruzamiento *Giza 176/Milyang 79*. Se caracteriza por poseer una madurez intermedia y granos cortos. Se obtuvo en 1997 como una alternativa a *Giza 176*. Se difundió rápidamente debido a su resistencia a la enfermedad de la *Pyricularia* y su elevada producción. Es superior en cuanto a la calidad del grano, con un elevado rendimiento en molino y de granos translúcidos.

4. Sakha 102

Una variedad desarrollada a partir del cruce *GZ 4096/Giza 177* obtenida en RRTC, es la denominada *Sakha 102*. Como *Giza 177*, tiene el ciclo de cultivo más corto (120 días) pero sus plantas son ligeramente más grandes. Se obtuvo en 1997 como una variedad de elevada producción, caracterizada por una gran resistencia a *Pyricularia oryzae* y un grano de excelente calidad.

5. Sakha 103

Esta variedad tiene una maduración temprana (120 días), baja estatura, resistencia a plagas y grano corto de excelentes cualidades de tipo japónica. Se obtuvo a partir del cruzamiento entre *Giza 177 x Suweon 349*.

6. Sakha 104

Ésta es todavía una variedad de más temprana maduración, baja estatura, grano corto de calidad japónica, combinando la resistencia a *Pyricularia oryzae* y al insecto barrenador del tallo (*Chilo simplex o supresalis*). Es indicada para las áreas salinas y para zonas donde el agua de riego tiene cierta concentración de sales. Se obtuvo a partir del cruzamiento de *GZ 4096-8-1 x GZ 4100-9-1*.

7. Giza 182

Esta variedad posee el grano largo y muy translúcido, con una capacidad de elevada producción, temprana (130 días), bajo contenido en amilasa, desarrollada mediante el método de retrocruzamiento (“backcross”) del cruce entre *Giza 181/IR 39422-163-1-3* usando *Giza 181* como padre recurrente.

8. Egyptian Yasmine

Se trata de una variedad de grano aromático u oloroso, seleccionada de introducciones que venían directamente del Programa Internacional de Ensayo de Arroz (IRTP). El origen de la variedad es la *Yasmine 85* originaria de USA. Se obtuvo en 1997 y se cultiva de forma comercial. Aunque su producción es más baja que el de las otras variedades comunes de arroz, su precio es cuatro veces más elevado.

Su éxito ha sido posible gracias a la generación de un gran volumen de material reproducido utilizando un elevado número de fuentes de germoplasma, siguiendo varios métodos de reproducción y estrategias. En general, las estrategias de reproducción para alcanzar la meta supusieron la explotación de los cuatro siguientes proposiciones y tecnologías:

a) Hibridación. Se ha utilizado como una herramienta principal para la generación de material reproducido y transferir y mantener los caracteres deseados. Se efectúan cada año unos 500 cruzamientos simples y múltiples, con unos objetivos bien definidos y cada uno de los individuos de la primera generación filial (F1) se cultiva en invernadero y en Filipinas en invierno, para acelerar el ciclo de reproducción.

b) Cultivo. Para acelerar el programa de reproducción, algunos cruzamientos seleccionados (10-20 F1) se cultivan en el laboratorio de RRTC cada año para desarrollar otras líneas de cultivo derivadas.

c) Introducciones. Egipto ha participado activamente en el programa IRRI-INGER desde su establecimiento en 1976. Esta red apoya la reproducción nacional de arroz con un elevado volumen de posibles materiales obtenidos para ser evaluados bajo sus condiciones. Por otra parte, se está recibiendo anualmente material genético de países donde se cultiva el arroz, como por ejemplo Japón, China, India, USA, así como algunas instituciones, como por ejemplo CIAT y WARDA.

d) Inducción a la mutación. Se realiza con cada objetivo específico para mejorar las variedades locales tradicionales y también para crear más variabilidad.

2.3. Resultados significantes y logros

La investigación actual en la reproducción, en general, incluye los siguientes apartados:

1. Recogida, mantenimiento y caracterización de germoplasma

Se catalogaron un total de 4.000 registros de entrada procedentes de 95 países del mundo donde se cultiva arroz. Esos registros fueron evaluados bajo condiciones egipcias y mantenidas en RRTC usando un sistema de almacenamiento a corto plazo y a una temperatura de 5°C.

2. Padres y nuevos cruzamientos

Un total de 100 genotipos seleccionados se cultivaron anualmente para hacer nuevos cruzamientos con el fin de desarrollar nuevas combinaciones y cumplir los objetivos de la cría. Además, se realizaron cada año alrededor de 500 – 600 nuevos cruzamientos para cubrir todos los programas (véase la Tabla 5.3, en que se analiza un periodo de 14 años, con sus medias aritméticas correspondientes).

3. Líneas de cría

a) Suelo normal y salino. Durante los últimos 15 años, cerca de 4002 líneas “pedigree” (F3-F5) se evaluaron en las Estaciones de Investigación de Sakha (suelos normales) y Sirw (suelos salinos). Las líneas seleccionadas con fenotipo de elevada aceptabilidad, resistencia a *Pyricularia oryzae*, tolerancia a la salinidad, madurez temprana y una calidad del grano aceptable fueron promovidas de la F3 a la F5 – F6 (véase la Tabla 5.4) para ser evaluadas en las pruebas de producción replicadas multilocalizadas.

Tabla 5.3. Volumen de los nuevos cruzamientos y aumento de poblaciones F1 y F2 durante el periodo 1987 – 2000

Año	Generaciones				
	Nuevos cruzamientos		F ₁	F ₂	
	Sencillos	Dobles	Sakha (Sum.)	Sencillo	Doble
1987	400	200	62	123	115
1988	243	157	130	257	94
1989	410	127	288	116	89
1990	230	99	257	296	137
1991	227	126	175	183	62
1992	350	115	292	150	79
1993	370	120	150	200	35
1994	300	200	369	250	85
1995	390	150	400	180	42
1996	380	189	562	250	51
1997	350	180	400	200	52
1998	395	150	190	120	68
1999	400	200	341	170	32
2000	410	165	327	190	56
Media	347	156	282	192	71

Tabla 5.4. Volumen de semillero "pedigree" evaluado en Sakha (suelos normales) y Sirw (suelos salinos), 1992 - 2000

Generación	Líneas de Pedigree (nº)									
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Media
F₃										
Suelo normal	3.362	2.021	2.796	2.581	2.100	2.455	1.622	1.599	1.500	2.474
Suelo salino	110	190	240	230	295	285	500	270	190	285
F₄										
Suelo normal	1.375	876	926	950	920	980	524	608	712	972
Suelo salino	90	164	227	223	296	280	470	212	172	237
F₅										
Suelo normal	783	554	653	1.508	727	785	837	1.081	887	868
Suelo salino	18	83	135	100	304	185	218	397	375	202
Total										
Suelo normal	5.520	3.451	4.375	5.039	3.747	4.220	2.983	3.288	3.099	4.002
Suelo salino	218	437	602	553	895	750	1.188	879	737	695

b) Tolerancia a la sequía y a las elevadas temperaturas. Manteniendo en perspectiva los escasos recursos hídricos disponibles, se consideró deseable iniciar esfuerzos en el desarrollo de variedades que reunieran algún grado de tolerancia al estrés causado por humedad. En las áreas como *New Valley*, donde la temperatura se mantiene elevada, se requieren variedades que sean tolerantes al calor.

Las líneas de reproducción de Sakha, como las variedades introducidas de otros lugares, fueron sujetas a investigación ("screening") bajo ambas condiciones. Algunas líneas han sido identificadas por ser bastante prometedoras. Como se puede observar en las Tablas adjuntas 5.5 y 5.6 las líneas que prometían ser más tolerantes a la sequía fueron *GZ 5830-59-10-2-1*, *GZ 5385-3-2-3* y *GZ 5574-1-1-3* y líneas como *WAB 56-125* e *IDSA 77* resultaron ser las más tolerantes a las elevadas temperaturas.

La tolerancia varietal a la sequía y a las bajas temperaturas quedan contrastadas en las dos tablas siguientes.

Tabla 5.5. Mejores registros seleccionados bajo condiciones de sequía, Sakha 2000

Nº	Registros	Espigado (días)	Altura planta (cm)	Nº panículas /planta	Rendimiento del grano (g/m ²)	Rendimiento en molino (%)	Amilasa (%)
1	GZ 5830-59-10-2-1	95	74	16	650	69,90	20.60
2	GZ 5291-6-1-1-1	95	73	15	625	69,10	16.90
3	GZ 5385-3-2-3-1-1	98	70	14	675	72,20	18.70
4	GZ 5574-1-1-3-1-1	97	79	13	625	69,50	19.06
5	IET 1444 (Ck)	100	75	14	525	71,00	23.50

Tabla 5.6. Mejores variedades tolerantes a las elevadas temperaturas de Sakha y New Valley, 2000

Nº	Variedad	Espigado (días)		Altura de la planta (cm)		Rendimiento del grano (g/m ²)	
		Sakha	New Valley	Sakha	New Valley	Sakha	New Valley
1	N 22	100	90	114	65	760	450
2	IDSA 77	102	97	126	95	810	500
3	WAB 96-1-1	105	97	146	85	790	470
4	WAB 56-125	101	95	138	112	950	700
5	CUTABANA	104	98	149	99	710	400
6	IRAT 104	103	98	136	101	690	370

c) Evaluación de variedades aromáticas. Algunas variedades aromáticas introducidas del IRRI y otros lugares fueron evaluadas por su comportamiento en Egipto. Las líneas aromáticas como *Pusa Basmati – 1 (IET 10364)*, *IR 65610-38-2-4-6-3*, *IR 76023-30-3-3-2-26*, *IR 67409-132-2-1-2-1* y *Egyptian Yasmine* se consideraron bastante convenientes para las condiciones de Egipto. Algunos de sus caracteres más importantes se pueden observar en la Tabla 5.7, en que se analizan cinco de ellos de tipo cuantitativo (espigado, altura de la planta, rendimiento del grano, rendimiento en molino y contenido de amilasa) y uno de ellos de tipo cualitativo (aroma).

Tabla 5.7. Mejores variedades de arroz aromático - 2000

Pedigree	Espigado (días)	Altura de la planta (cm)	Rendimiento del grano (g/m ²)	Rendimiento en molino (%)	Amilasa (%)	Aroma
<i>IET 10364 (Pusa Basmati-1)</i>	100	106	935	72,8	20,9	Muy bueno
<i>IR 65610-38-2-4-6-3</i>	100	100	988	68,0	21,3	Muy bueno
<i>IR 76023-30-3-3-2-26</i>	104	110	907	72,0	20,6	Muy bueno
<i>IR 67409-132-2-1-2-1</i>	102	118	950	65,5	20,2	Muy bueno
<i>Egyptian Yasmine</i>	98	98	700	72,8	18,0	Muy bueno

2.4. Desarrollo de otras líneas culturales derivadas

Para desarrollar líneas de homocigotos encaminadas a acelerar un año el ciclo de la reproducción, se está usando otra técnica de cultivo desde 1992 en el Laboratorio de Cultivo del RRTC. Alrededor de otros diez cruzamientos seleccionados se cultivaron cada año y se generaron un elevado número de plantas haploides dobles. Éstas, entonces, se trasladaron al campo y se evaluó su comportamiento con respecto al rendimiento y otros rasgos deseables. La actuación de otras diez prometedoras líneas derivadas se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 5.8. Comportamiento del rendimiento de las líneas seleccionadas AC en suelo normal – Año 2000

Entrada	Duración del cultivo	Altura de la planta	Hijuelos/planta	Rendimiento (Tm/Ha)
<i>Sakha 104 (ck)</i>	138,0	110,0	22,0	9,46
<i>GZ 4596-3-3-2/Geyhwa 7 (AC 1449)</i>	122,0	92,0	28,0	9,43
<i>GZ 4596-3-3-2/Geyhwa 7 (AC 1453)</i>	129,0	122,0	31,0	9,23
<i>Giza 159/BL 1 (AC 1534)</i>	124,0	98,0	29,0	9,77
<i>GZ 4596-3-3-2/TKY 1014 (AC 1604)</i>	126,0	99,0	27,0	9,65
<i>GZ 4596-3-3-2/TKY 1014 (AC 1605)</i>	124,0	99,0	33,0	9,55
<i>GZ 4596-3-3-2/TKY 1014 (AC 1608)</i>	118,0	118,0	21,0	9,17
<i>GZ 4596-3-3-2/TKY 1014 (AC 1610)</i>	120,0	101,0	24,0	9,26
<i>GZ 4596-3-3-2/TKY 1014 (AC 1641)</i>	128,0	95,0	27,0	9,42
<i>GZ 5470-14-1/IR 61633-B-2//G.178 (AC 1270)</i>	125,0	118,0	29,0	9,32
<i>GZ 4596-3-3-2/GZ 5319-12-2 (AC 1393)</i>	133,0	95,0	28,0	9,69

2.5. Arroz híbrido

Alentados con el hecho histórico de China y también de algunos otros países, Egipto empezó su programa de obtención de arroz híbrido en 1995 con el objetivo de desarrollar arroz híbrido con un grano de las características del “japónica” para realizar un incremento substancial en la producción a través de la explotación del fenómeno de la heterosis. Un elevado número de líneas citoplasmáticas de machos estériles fueron introducidas, evaluadas y probados sus cruzamientos para identificar conservadores y restauradores en el germoplasma nativo, especialmente de grano de calidad japónica. El esfuerzo llevado a cabo en los últimos cinco años ha ayudado a generar suficiente material como para establecer un banco completo de reproducción para saber la fuente del semillero, semillero de ensayo de cruzamiento y semillero de retrocruzamiento, combinando la capacidad de reproducción, la observación de la prueba de producción del semillero y otras evaluaciones. Varias líneas están en una etapa de avanzado retrocruzamiento para el desarrollo de líneas estériles de machos citoplasmáticos locales. Un buen número de combinaciones híbridas han sido evaluadas por el resultado de la producción. En la Tabla 5.9 se recogen cinco combinaciones de híbridos que han ofrecido unos resultados muy prometedores. Esto es:

Tabla 5.9. Las mejores combinaciones de híbridos (HC), 2000

Entrada	Padres	Rendimiento (Tm/Ha)		Rendimiento medio (Tm/Ha)		HE% *	
		Suelo normal	Suelo salino	Suelo normal	Suelo salino	Suelo normal	Suelo salino
SK 2001 H	IR 68888 A/Giza 178 R	7,600	4,400	1,000	0,934	15,15	26,95
SK 2002 H	IR 69625 A/Giza 178 R	8,440	5,054	1,840	1,588	27,88	45,82
SK 2003 H	IR 70368 A/Giza 178 R	7,560	4,806	0,960	1,334	14,55	38,66
SK 2004 H	IR 69625 A/Giza 181 R	8,425	5,134	1,825	1,668	27,65	48,12
SK 2004 H	IR 69625 A/Giza 1821R	7,800	3,966	1,200	0,500	18,18	14,43
Giza 178	Endogamia local	6,600	3,466	-	-	-	-

*HE: Heterosis estándar = (Rendimiento de la combinación híbrida – rendimiento Giza 178) x 100 / Rendimiento Giza 178

2.6. Colaboración internacional en investigación

Las actividades de colaboración en investigación fueron llevadas a cabo entre RRTC, IRRI, USA, FAO, China, India y otras agencias para ampliar la base o fondo genético de las variedades egipcias. Varios semilleros, constituidos por material genético diverso, cultivaron e investigaron dentro de este programa. Las líneas deseadas se han utilizado en Centros del programa de cría. En este sentido de colaboración científica, cabe destacar los siguientes extremos:

- a) Lanzamiento a la reproducción. El objetivo de este semillero es la reducción del número de años que se necesitan para desarrollar una variedad para aprovecharse de los semilleros de fuera de temporada de IRRI. Más adelante, los materiales de reproducción obtenidos después de la selección en dos aspectos ambientales combinan ampliamente la adaptabilidad y una elevada resistencia/tolerancia contra el estrés. Se plantaron alrededor de 150 F1 cruzamientos en el IRRI durante el invierno para ser cultivados en Egipto como F2.
- b) Nuevas introducciones. La diversificación de la constitución genética de los materiales locales se puede alcanzar a través de nuevas introducciones de diferente arroz cultivado en otros países, como por ejemplo China, India, Filipinas, USA, así como la región mediterránea. Se introdujeron varios nuevos genotipos, se evaluaron posteriormente y se utilizaron en el programa de cruzamiento.
- c) Red Internacional de Evaluación Genética del Arroz (INGER). Egipto ha participado en este programa desde 1976; cada año ha recibido alrededor de 500-600 entradas procedentes de cultivos de arroz de distintos países para ser evaluados bajo las condiciones egipcias. De acuerdo con sus comportamientos y aceptabilidad de su excelente fenotipo, se utilizan más adelante.

2.7. Pruebas de producción multi-localizadas

Las intensivas pruebas realizadas de las líneas más prometedoras en varios lugares, durante 2-3 años, es sin duda el componente más importante del programa de mejora varietal. Las líneas seleccionadas del semillero "pedigree", semillero INGER y nuevas introducciones exóticas fueron evaluadas en tres etapas: preliminarmente, regional y finalmente, que reprodujeron pruebas de producción en diferentes lugares durante varios años en suelos salinos y normales (véase Tabla 5.10). Durante el periodo de 1987-2000, las medias del número de líneas evaluadas anualmente en las pruebas de producción preliminar, regional y final fueron de 97, 22 y 12, respectivamente. Concretamente, en los nueve años del período 1992-2000 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5.10. Realización de diversas pruebas de evaluación durante el periodo 1992-2000

Pruebas de rendimiento	Registros (nº)										Localización
	1992	93	94	95	96	97	98	99	2000	Media	
Preliminar	90	102	100	132	143	130	92	154	147	121	Sakha, Sirw.
Regional	28	26	24	30	34	30	30	32	34	30	Sakha, Gemmiza, Zarzoura, Sirw.
Final	12	12	12	12	12	12	12	12	14	12	Sakha, Gemmiza, Zarzoura, Sirw.
En la finca	10	8	6	5	6	8	5	6	6	7	En diez fincas de agricultores.
Total	140	148	142	179	195	180	139	204	201	170	

En la base del potencial total de rendimiento, la consistencia de la resistencia al hongo *Pyricularia oryzae*, la baja altura y la maduración temprana, se encontraron ocho variedades que pueden ser altamente prometedoras. Éstas son:

1. *Giza 177*
2. *Giza 178*
3. *Sakha 101*
4. *Sakha 102*
5. *Sakha 103*
6. *Sakha 104*
7. *Giza 182*
8. *Egyptian Yasmine*

En general, estas variedades combinan su elevado rendimiento con la baja altura de la planta, maduración temprana y resistencia al hongo *Pyricularia oryzae* (Tabla 5.11).

Tabla 5.11. Media de la producción y características auxiliares de las variedades mejoradas en comparación con las variedades tradicionales

Variedad	Rendimiento (Tm/Ha)	Altura de la planta (cm)	Duración del ciclo (días)	Reacción frente a <i>Pyricularia</i>	Forma del grano	Rendimiento en molino (%)
<u>Tradicional:</u>						
<i>Giza 171</i>	8,05	137	155	Susceptible	Corto	71,0
<i>Giza 172</i>	8,35	127	147	Susceptible	Corto	70,5
<i>Giza 176</i>	8,65	98	145	Susceptible	Corto	69,0
<i>Giza 181</i>	9,15	103	144	Resistente	Largo	69,2
Media	8,55	116,25	147,75	-	-	69,93
<u>Mejorada:</u>						
<i>Giza 177</i>	9,80	100	124	Resistente	Corto	73
<i>Giza 178</i>	10,85	104	135	“	“	70
<i>Sakha 101</i>	11,95	99	142	“	“	71
<i>Sakha 102</i>	10,45	108	124	“	“	72
<i>Sakha 103</i>	10,80	98	120	“	“	72
<i>Sakha 104</i>	11,25	105	132	“	“	71
<i>Giza 182</i>	11,00	94	129	“	Largo	70
<i>E. Yasmine</i>	9,70	100	150	“	Largo	68
Media	10,73	101	132	-	-	70,88

3. Producción de semilla

3.1. Introducción

La disponibilidad de la semilla de buena calidad constituye la columna vertebral de la agricultura moderna. De acuerdo con algunas estimaciones efectuadas, la semilla de buena calidad asegura un incremento de la producción en al menos un 10%. La semilla de calidad combina pureza

genética, uniformidad, viabilidad, vigor y sanidad (libre de cualquier enfermedad).

Manteniendo en todo momento este punto de vista, el Ministerio de Agricultura egipcio se ha propuesto conseguir producir suficiente semilla de buena calidad para plantar el 70% del área de cultivo de arroz cada año. Esto implicaría producir semilla nueva del año capaz para el abastecimiento de unas 315.126 hectáreas. Por lo tanto, el Programa de Investigación del Arroz ha establecido una unidad de producción de semilla con los siguientes componentes bien definidos:

- Mantenimiento de la reproducción para mantener la pureza genética de todas las variedades recomendadas.
- Multiplicación de la semilla a partir de la creación de semilleros-base, lo que incrementa el coeficiente de multiplicación de semilla para el área de producción.
- Purificación intensiva de todos los materiales.
- Multiplicación de la semilla recomendada para distribuir a los agricultores.

De todos los citados, los dos primeros componentes son llevados a cabo por la institución de investigación y el último por los agricultores del estado para cultivar la semilla registrada con cultivadores contratados para producir semilla certificada a través de MOAS Administración Central para la Semilla (CAS).

Como se puede observar en la siguiente Tabla 5.13, durante el periodo 1996-2000, un total de 1.713 Tm de semilla base y 16.004 Tm de semilla registrada fueron producidas en 358 y 3.340 Ha de tierra, respectivamente. De éstas, 100 Ha (base) y 1.149 Ha (registradas) se cultivaron con las variedades *Sakha 101*, *Sakha 102*, *Sakha 103*, *Sakha 104*, *Giza 177*, *Giza 178*, *Giza 181* y *Giza 182*, tal como se indica de un modo suficientemente exhaustivo en la Tabla 5.12. A saber:

Tabla 5.12. Área dedicada a la producción de semilla de variedades comerciales (1996-2000)

Variedad		Clase de semilla y extensión		
		Semillero (plantas)	Base (Ha)	Registrada (Ha)
Grano Corto	<i>Giza 177</i>	600	19,80	277,20
	<i>Giza 178</i>	400	14,50	239,25
	<i>Sakha 101</i>	600	22,80	376,20
	<i>Sakha 102</i>	600	15,54	256,41
	<i>Sakha 103</i>	400	7,14	-
	<i>Sakha 104</i>	400	7,14	-
Grano largo	<i>Giza 181</i>	200	4,20	-
	<i>Giza 182</i>	200	4,60	-
	<i>E. Yasmine</i>	200	4,20	-
Total		3.600	99,92	1.149,06

Tabla 5.13. Superficies asignadas para la producción de semilla base y registrada (1996-2000)

Año	Base		Registrada	
	Superficie (Ha)	Producción (Tm)	Superficie (Ha)	Producción (Tm)
1996	62,01	286,38	558,44	2.267,53
1997	63,75	295,90	577,01	2.563,72
1998	67,75	297,63	580,40	2.662,84
1999	81,63	377,29	735,75	3.968,68
2000	83,00	455,38	887,99	4.540,82
Total	358,14	1.712,58	3.339,59	16.003,59

3.2. Semilla certificada

La CAS, en colaboración con el RRTC, renueva con éxito los productores de semilla en aproximadamente un 75% cada año.

La siguiente Tabla 5.14 presenta las cantidades de semilla certificada producida y distribuida para unas cuantas variedades. Durante el periodo estudiado 1996-2000, la CAS produjo anualmente cerca de 55.365 Tm de semilla, de las cuales 54.445 Tm fueron distribuidas a los cultivadores de arroz. El porcentaje de distribución fue más elevado para las variedades de grano corto (98,33%) que para las variedades de grano largo (100%), porque las cantidades de semilla certificada de grano largo es muy limitada, y en general fue de un 98,34%. La cantidad de semilla distribuida cada año fue suficiente para plantar unas 369,13 Ha a razón de 150 kg/Ha. Por consiguiente, el porcentaje de semilla renovada fue de un 87,88% y constituyó el principal factor en el gran incremento que tuvo lugar (33,41%) de la producción en la media nacional durante dicho periodo.

Tabla 5.14. Producción y distribución de semilla certificada por variedades

Variedad	Producción (1.000 Tm)	Distribución		Superficie (1.000 Ha)
		(1.000 Tm)	(%)	
<i>Giza 176</i>	1,353	1,353	100,00	9,02
<i>Giza 177</i>	6,873	6,873	100,00	45,81
<i>Giza 178</i>	12,384	11,464	92,57	82,56
<i>Sakha 101</i>	24,402	24,402	100,00	162,70
<i>Sakha 102</i>	9,957	9,957	100,00	66,40
Subtotal	54,969	54,049	98,33	366,49
<i>Giza 181</i>	0,372	0,372	100,00	2,48
<i>E. Yasmine</i>	0,024	0,024	100,00	0,16
Subtotal	0,396	0,396	100,00	2,64
Total	55,365	54,445	98,34	369,13

La tasa de semilla es de 150 kg/Ha

La renovación de semilla es de: $369,13/420 = 87,89\%$

CAPÍTULO 6

- MEJORA VARIETAL EN LA PROVINCIA ITALIANA DE VERCELLI -

1. Introducción

El cultivo de arroz en la provincia de Vercelli se inició en el año 1493 y alcanza una extensión de 69.000 hectáreas.

Las variedades de arroz cultivadas en la zona son numerosas. Desde el punto de vista gastronómico y nutricional son consideradas como más apreciadas las llamadas *Sant Andrea*, *Baldo*, *Arborio* y *Nuovo Maratelli*. Gracias al valor de estas variedades, la provincia de Vercelli y la Cámara de Comercio de Vercelli están realizando la pertinente Marca de Calidad.

La normativa italiana clasifica el arroz en cuatro grupos:

- común u originario: la longitud del grano es inferior a 5,4 mm.
- semifino: la longitud del grano está comprendida entre 5,4 y 6,4 mm.
- fino y superfino: la longitud del grano es superior a 6,4 mm.

Por lo que respecta al arroz de calidad de la zona Vercellesa, la variedad *Maratelli* pertenece al grupo semifino, la *Sant Adrea* al grupo fino y *Baldo* y *Arborio* al grupo superfino.

2. Historia de la mejora genética

En Italia, las actividades relativas a la mejora de las variedades se iniciaron en los últimos años del siglo XIX por medio de la intervención espontánea de

agricultores particulares y se perfeccionaron después a cargo, principalmente, de la *Stazione Sperimentale di Riscoltura de Vercelli*.

El desarrollo de la mejora varietal se puede dividir en cuatro fases, teniendo en cuenta las ideas y los métodos, a saber:

1ª fase.- Aparecen las poblaciones varietales y se inicia la selección aproximada de las variedades: a partir de poblaciones autóctonas y de las importadas esporádicamente de países arroceros asiáticos; es la época en la que se cultivó el *Bertone*, *Nostrale*, *Puglione* y el *Novaresse*.

2ª fase.- Se caracterizó por importaciones periódicas de semilla y por una selección más rigurosa sobre las poblaciones de origen asiático.

Las enfermedades criptogámicas, que entonces diezaban gravemente los cultivos, obligaron a los agricultores italianos a abandonar rápidamente las antiguas variedades indígenas y a utilizar semillas de origen japonés o coreano, o bien a cultivar selecciones derivadas de ellas.

Las variedades *Ostiglia*, *Ranghino*, *Lencino*, *Giapponese biondo* y *Nero* caracterizaron este período y constituyeron sólo una parte de las muchas empleadas; siguieron después *Originario*, *Maratelli*, *Vialone nero*, *Balilla* *Americano 1600* y otras muchas líneas de selección obtenidas de las variedades importadas.

3ª fase.- Se inicia la mejora mediante la hibridación y la posterior selección mediante el método genealógico o *pedigree*, que comienza a partir de la segunda generación. La mayor parte de las variedades cultivadas actualmente se han constituido mediante la aplicación de este sistema.

4ª fase.- Es la más actual, basada siempre en la hibridación, fundamentalmente entre variedades indígenas y extranjeras, o bien mediante las mutaciones inducidas. Se utiliza el procedimiento de selección por agrupamiento o *Bulk method*. La selección genealógica, o por línea pura, se inicia sólo después

de la quinta o sexta generación, desde el cruzamiento o la inducción de la mutación.

En cuanto a la adaptabilidad de las variedades, o sea, los genotipos aptos para su cultivo en distintos lugares, caben destacar *Arborio* y *Ribe*, ya que en la práctica son las variedades que han mostrado mayor adaptabilidad, seguidas de *Cripto* y *Lido*, con las que se obtienen producciones de una cierta estabilidad y uniformidad en numerosas y diferentes combinaciones de cultivo.¹

3. Características de las variedades de arroz italianas

3.1. El ciclo de cultivo del arroz

La vida de la planta del arroz, como ya se ha explicado en otros apartados de este mismo libro, se puede dividir fundamentalmente en dos períodos:

- a) período vegetativo,
- b) período reproductivo.

Durante el primero, la planta forma las hojas y los tallos; abarca desde la siembra hasta la formación embrional de la panícula: aproximadamente 30 días antes de la floración. El segundo período comienza en la fase indicada y termina con la maduración de la cariósida.

El período vegetativo puede a su vez subdividirse -con un comienzo y una duración imprecisos- en dos fases: la del desarrollo básico y la del desarrollo vegetativo variable.

El primero, el básico, representa el tiempo mínimo necesario para que la planta pueda empezar el período reproductivo.

¹ Vide A. Tinarelli, "El arroz"; pág. 199-201

La fase vegetativa variable es aquella durante la cual la longitud del período vegetativo puede ser modificada por las condiciones ambientales externas.

Empíricamente, esta segunda fase se puede dividir en dos sectores: el primero es aquel durante el cual las temperaturas elevadas reducen su duración en el tiempo y las bajas lo prolongan (efecto de la “integral térmica”); el segundo es aquel en el que la duración e intensidad de la luz tienen las mismas funciones, pero en sentido inverso.

El ciclo vegetativo-cultural de la planta del arroz varía, pues, para cada variedad, en función de la distinta sensibilidad de cada una de las variaciones térmicas y luminosas, con interacciones complejas con la fecha de siembra y las condiciones nutritivas de la planta.

Por experiencia se sabe que la floración en las variedades tempranas o de ciclo corto no se adelanta cuando la siembra es temprana ya que, en general, este tipo de variedades manifiestan la termo-respuesta, incluso con temperaturas bajas. Son, muy a menudo, de ciclo vegetativo constante.

En el caso de una siembra temprana de variedades de ciclo largo, la floración se anticipa relativamente poco, porque la mayor parte de tales variedades comienzan a manifestar una termo-respuesta cuando la temperatura resulta un poco más elevada. Para muchas de ellas, la fecha de maduración es poco variable.

Desde la siembra a la maduración, el ciclo vegetativo del arroz en Italia oscila, según la variedad, entre un mínimo de 120 días y un máximo de 180 días. El ciclo de cultivo medio de las variedades cultivadas actualmente, independientemente de su diferente variabilidad, se indica en la siguiente tabla 6.1, donde se analiza el comportamiento en campo de 66 variedades italianas de arroz.

Tabla 6.1. Ciclo medio de cultivo de las variedades italianas.
 Tempranas: < 145 días; semitempranas: 145 – 155 días; tardías: > 155 días

Variedades tempranas o de ciclo corto	Ciclo medio días	Variedades semitempranas o de ciclo medio	Ciclo medio días	Variedades tardías o de ciclo largo	Ciclo medio días
<i>Precocísimo Molina</i>	120	<i>Ice</i>	150	<i>Riva</i>	160
<i>Cigalon</i>	125	<i>Smeraldo</i>	150	<i>Argo</i>	160
<i>Itálico</i>	130	<i>Cripto</i>	150	<i>Carnaroli</i>	160
<i>Titano</i>	130	<i>Lido</i>	150	<i>Pierina Marchetti</i>	165
<i>Silla</i>	135	<i>Sorriso</i>	150	<i>Redi</i>	165
<i>Alfa</i>	135	<i>Ringo</i>	150	<i>Roma</i>	165
<i>Arborio precoce</i>	135	<i>S. Andrea</i>	155	<i>Balilla</i>	165
<i>Molo</i>	140	<i>Bonnet Bell</i>	155	<i>Elio</i>	165
<i>Rosa Marchetti</i>	145	<i>Veneria</i>	155	<i>Radon</i>	165
<i>Onda</i>	145	<i>Ribe</i>	155	<i>Piemonte</i>	165
<i>Gritna</i>	145	<i>Romeo</i>	155	<i>Ribello</i>	165
<i>Corallo</i>	145	<i>Strella</i>	155	<i>Zenit</i>	165
<i>Airone</i>	145	<i>Rocca</i>	155	<i>Torio</i>	165
<i>Ariete</i>	145	<i>Belgioso</i>	155	<i>S. Petronio</i>	165
<i>Lomellino</i>	145	<i>Arborio</i>	155	<i>Balilla gg</i>	170
<i>Baldo</i>	145	<i>Volano</i>	155	<i>Padano</i>	170
<i>Nettuno</i>	145	<i>Giara</i>	155	<i>Eurose</i>	170
<i>Arpa</i>	145	<i>Auro</i>	155	<i>Castello</i>	170
<i>Sirio</i>	145	<i>Bonni</i>	155	<i>Nero</i>	170
<i>Monticelli</i>	145	<i>Mistral</i>	155	<i>Europa</i>	170
<i>Vialone nano</i>	145	<i>Navile</i>	155	<i>Faro</i>	175
		<i>Rodio</i>	155	<i>Rubino</i>	175
		<i>Rio</i>	155		

Las variedades de ciclo largo y algunas de ciclo medio son, generalmente, de superior capacidad de producción, más resistentes al encamado y a los ataques parasitarios, aunque no siempre ello constituya una regla constante. Evidentemente, el modelo selectivo en Italia no ha sido todavía perfeccionado, como ha ocurrido en el Japón, hasta el punto de permitir la obtención de variedades muy productivas y resistentes y, al mismo tiempo, tempranas. Sólo recientemente la investigación genética tiende a alcanzar este objetivo, obteniendo en la variedad *Lido* la productividad deseada, junto con la resistencia demostrada a los agentes patógenos, parásitos y al encamado. Resulta conocido, en cualquier caso, que para la mayoría de los cereales una mayor duración o longitud del ciclo de cultivo (y la consiguiente mayor integral térmica alcanzada por el mismo) supone también una mayor productividad.

3.2. Adaptación a la siembra tardía

Los cultivos intercalares otoño-primaverales, la posibilidad de realizar el abonado en verde o los tratamientos herbicidas contra el arroz “salvaje” fácilmente desgranable, en sus múltiples variantes, pueden obligar a efectuar la siembra tardía del arroz, retrasándola al límite, hasta primeros del mes de junio incluso, para permitir la recolección de las forrajeras y de la colza.

Con motivo de todo lo que se ha expuesto en el apartado anterior, relativo a la influencia de la temperatura y de la luz en el cultivo, no todas las variedades se pueden cultivar en siembra tardía, después de la recolección de los cultivos precedentes; se podrán utilizar solamente las variedades de ciclo corto y medio que responden, de forma positiva, al retraso de la siembra. Evidentemente, el comportamiento positivo respecto al termofotoperíodo se manifestará de forma diferente según la evolución climática que tenga lugar principalmente durante los meses de julio-agosto; el resultado de la producción estará, pues, condicionado por dos factores fundamentales: el clima y las características genéticas.

En la tabla 6.2 se indica la fecha extrema en la que, con ciertos límites de seguridad y para la consecución de una producción aceptable, se pueden sembrar diferentes variedades.

Tabla 6.2. Variedades idóneas para la siembra tardía y fecha medio-máxima posible

Variedades	Fecha de siembra	Variedades	Fecha de siembra
<i>Precocissimo Molina</i>	5/6	<i>Nettuno</i>	20/5
<i>Cigalon</i>	5/6	<i>Monticelli</i>	20/5
<i>Itálico</i>	2/6	<i>Onda</i>	10/5
<i>Titanio</i>	2/6	<i>Gritna</i>	10/5
<i>Silla</i>	31/5	<i>Corallo</i>	10/5
<i>Alfa</i>	20/5	<i>Ariete</i>	10/5
<i>Arborio precoce</i>	20/5	<i>Lido</i>	10/5
<i>Rosa Marchetti</i>	25/5	<i>Cripto</i>	10/5
<i>Molo</i>	20/5	<i>Sant Andrea</i>	10/5
<i>Lomellino</i>	20/5	<i>Ringo</i>	10/5

Las fechas indicadas se refieren a situaciones medias que no tienen en cuenta, entre otras cosas, la variabilidad entre los diversos lugares de cultivo; por consiguiente, en el caso de que se registren situaciones térmicas del aire y del agua de riego menos favorables, se deben de anticipar, incluso de forma notable, las fechas de siembra, al objeto de conseguir una producción aceptable.

3.3. Tipo de planta y respuesta a la fertilización

La producción por unidad de superficie es la que se deriva de multiplicar el número total de panículas por su peso medio. Ahora bien, cuanto mayor sea la capacidad de fotosíntesis, de acumulación de los carbohidratos y de asimilación de los compuestos químicos del terreno, junto con un metabolismo rápido y apropiado, mayor será también la capacidad de producción.

La respuesta a la fertilización es la resultante de ciertos caracteres genéticos que controlan las características bioquímicas de la planta.

La planta absorbe nitrógeno por vía radicular; mediante la actividad fotosintética de sus partes verdes, el anhídrido carbónico del aire y el agua contenida en las hojas y tallos, se forman azúcares. Mediante la combinación de estos productos y otros elementos, la planta de este cereal de verano produce aminoácidos, péptidos, polipéptidos y, al cabo de este proceso, sintetiza proteínas.

Algunas variedades poseen características genéticas por las que la síntesis de las proteínas se efectúa rápidamente; otras no realizan apenas tal función. En estas últimas, una parte de los aminoácidos quedan libres en los tejidos de la planta, principalmente cuando la fertilización nitrogenada es excesiva. Los aminoácidos, si están presentes en exceso y libres, son responsables del mayor desarrollo del sistema vegetativo y del consiguiente exuberante vigor ocasional del cultivo, que puede conllevar graves problemas de encamado en las fases avanzadas del ciclo.

Las variedades con una síntesis proteica lenta, en condiciones de abonado nitrogenado elevado, desarrollan excesivamente el sistema vegetativo y se comportan de forma más sensible frente al encamado y a las enfermedades. Estas no aceptan cantidades elevadas de fertilización nitrogenada. En cambio, las variedades con mayor capacidad para la síntesis proteica son las llamadas de “alta respuesta a la fertilización”.

Las variedades italianas capaces de producciones muy altas, en buenas condiciones de cultivo, son: *Balilla, Lido, Vanería, Elio, Riva, Molo, Cripto, Zenit, Europa, Ariete, Smeraldo* y *Onda*.

Los rendimientos elevados de algunas de las variedades citadas están condicionados y limitados, a veces de forma notable, por los ataques de parásitos o bien por la esterilidad floral y el encamado.

3.4. La resistencia al encamado

Los efectos perjudiciales derivados del encamado de las plantas son bien conocidos y ya nos hemos referido a ellos con anterioridad:

- a) Pérdida productiva -particularmente en el caso de encamados tempranos- por la menor producción intrínseca de la planta y por las mayores pérdidas de producto durante las operaciones de recolección.
- b) Disminución del valor comercial del arroz-cáscara o *paddy* como consecuencia del menor rendimiento durante la elaboración y del mayor porcentaje de defectos: granos manchados, variolados e inmaduros.
- c) Aumento del coste de la recolección derivado del retraso de las operaciones mecánicas necesarias.
- d) Coste mayor del secado, como consecuencia de la superior humedad del grano recogido en contacto con el suelo/agua.

El encamado se debe, básicamente, a la aparición de alguno o varios de los siguientes factores:

- a la acción del viento y de la lluvia,
- al exceso de abonado nitrogenado,
- a la acción que realizan determinados hongos parásitos sobre el tallo de la planta,
- al régimen de riego inadecuado, particularmente por el exceso del nivel de agua en el arrozal,
- a las características genéticas intrínsecas de las variedades.

Los factores genéticos que determinan y controlan la resistencia al encamado actúan sobre cuatro aspectos: la altura del tallo, el peso de la panícula, la rigidez o elasticidad del tallo y la formación de un sistema radicular adecuado, amplio y profundo.

El encamado, en el caso de cultivos en siembra directa y no trasplantados, se produce casi siempre por la falta de anclaje de la planta en el terreno y pocas veces por la rotura del tallo; por eso, las prácticas de cultivo basadas en desecaciones periódicas del arrozal, estimulando a la planta para que produzca un sistema radicular mayor en superficie, vigor y en profundidad, aumentan la resistencia al encamado.

Para obtener producciones unitarias elevadas y una gran resistencia es necesario utilizar variedades con las siguientes características: panícula compacta o ahijamiento elevado; tallo corto, elástico y robusto; hojas erectas, sistema radicular muy desarrollado y extenso; resistencia al agente causante de la podredumbre basal del tallo.

La resistencia al encamado de las variedades italianas cultivadas en la actualidad se indica en la siguiente tabla 6.3. El grado de resistencia se expresa en función del comportamiento medio de la planta, según las características intrínsecas de las diferentes variedades y prescindiendo de las prácticas de cultivo adoptadas que pudieran modificar, en sentido positivo o negativo, el comportamiento de las variedades en sí.

Cuando el cultivo se realiza en ambientes con clima menos favorable (como es el caso de la zona Norte de Vercelli) se reduce el desarrollo vegetativo y aumenta la resistencia al encamado de algunas variedades. Esto se observa de modo particular en las variedades *Sant Andrea*, *Monticelli*, *Rosa Marchetti* y *Arborio*.

En zonas fértiles meridionales y con clima más favorable la resistencia es, por el contrario, menor.

Tabla 6.3. Resistencia al encamado de las variedades de arroz italianas

Elevada resistencia	Resistentes	Resistencia media	Susceptibilidad media	Elevada susceptibilidad
<i>Cripto</i>	<i>Arpa</i>	<i>Alfa</i>	<i>Airone</i>	<i>Arborio precoce</i>
<i>Elio</i>	<i>Argo</i>	<i>Belgioioso</i>	<i>Arborio</i>	<i>Carnaroli</i>
<i>Eurose</i>	<i>Auro</i>	<i>Corallo</i>	<i>Cigalon</i>	<i>Italico</i>
<i>Faro</i>	<i>Balilla</i>	<i>Balilla gg</i>	<i>Baldo</i>	<i>Lomellino</i>
<i>Giara</i>	<i>Bonnet Bell</i>	<i>Europa</i>	<i>Gritna</i>	<i>Mistral</i>
<i>Nero</i>	<i>Bonni</i>	<i>Redi</i>	<i>Onda</i>	<i>Monticelli</i>
<i>Piemonte</i>	<i>Castello</i>	<i>Ribe</i>	<i>Nettuno</i>	<i>Precociss. Molina</i>
<i>Rubino</i>	<i>Ice</i>	<i>Rocca</i>	<i>Ringo</i>	<i>Radon</i>
<i>Smeraldo</i>	<i>Lido</i>	<i>Sirio</i>	<i>Rodio</i>	<i>Rosa Marchetti</i>
<i>Torio</i>	<i>Navile</i>	<i>Sorriso</i>	<i>Romeo</i>	<i>Silla</i>
<i>Veneria</i>	<i>Padano</i>	<i>Sant Petronio</i>	<i>Sant Andrea</i>	<i>Vialone nano</i>
<i>Zenit</i>	<i>Pierina Marchetti</i>	<i>Titanio</i>	<i>Strella</i>	
<i>Molo</i>	<i>Ribello</i>			
<i>Riva</i>	<i>Roma</i>			
<i>Ariete</i>	<i>Rio</i>			

3.5. La resistencia a las enfermedades criptogámicas

La importancia del daño producido a las plantas por las enfermedades oscila principalmente en función de la variedad, las prácticas de abonado, los métodos de cultivo y las variaciones de los factores climáticos. Por consiguiente, los distintos efectos perjudiciales dependen de tres causas: a) factores genéticos de resistencia intrínsecos de la variedad; b) superación de la fase crítica, en el momento del ataque fúngico, según la fase vegetativa concreta en que se encuentra la planta, momento durante el cual la variedad en cuestión ofrece una resistencia mayor frente al parásito; c) temperatura y humedad, en el ámbito de la

rizosfera, que sean favorables o no al desarrollo y virulencia de los hongos parásitos.

Las plantas tienen mayor sensibilidad a los agentes parásitos durante la fase de maduración, con manifestaciones más o menos intensas que afectan de forma más general a la panícula, desde el cuello hasta el raquis inclusive.

Las variaciones térmicas bruscas, como consecuencia de fenómenos climáticos alternos, predisponen la planta a las fitopatías cuando disminuyen los mecanismos de defensa durante el comienzo del envejecimiento del sistema vegetativo; la planta, debido al estrés térmico y al rocío, se expone a situaciones de temperatura y humedad en exceso, que resultan más favorables al desarrollo de los parásitos fúngicos.

Entre los diversos agentes de las enfermedades del arroz, el que produce mayores daños al cultivo es el hongo deuteromiceto denominado *Pyricularia oryzae*, al que nos hemos referido “in extenso” en otras partes del presente libro.

Los ataques se pueden producir en momentos diferentes y sobre diversos órganos de la planta; según la fase vegetativa concreta, la variedad puede ofrecer una mayor resistencia. El efecto negativo se manifiesta: a) sobre el sistema foliar antes de la floración: es el caso del “quemado foliar”; b) sobre el nudo basal de la panícula, sobre el entrenudo que la sostiene, sobre el raquis de la misma y sobre las glumillas de la espícula: es lo que se conoce como “mal de cuello”; c) sobre el nudo que articula el último y tal vez el penúltimo entrenudo: es el llamado “mal del nudo”.

Sobre las hojas y las glumillas el ataque se manifiesta principalmente en forma de manchas elípticas negruzcas, de color ceniza en el centro de las mismas, y, en el caso de daños graves, todas las partes de la planta afectada adquieren un color cinéreo.

Entre los agentes micóticos, el segundo parásito en importancia por la virulencia de su ataque es el hifomiceto *Drechslera oryzae*, antes conocido como

Helminthosporium oryzae, que en la forma perfecta toma el nombre de *Cochliobolus miyabeanus*. Las manifestaciones de la infección que tiene lugar se observan principalmente sobre las hojas y las glumillas de la cariósida: con manchas negruzcas, frecuentemente de forma poligonal, formando rectángulos más o menos juntos con un halo circundante decolorado.

Por otra parte, el *Sclerotium oryzae* o *Helminthosporium sigmoideum*² es el agente específico de la “podredumbre basal del tallo”. El ataque se manifiesta al concluir la maduración: los tejidos de la pared basal del tallo y las vainas foliares más bajas aparecen blandas (paja muerta) por disgregación del entramado leñoso y celulósico de sostén. Se produce, de tal suerte, el encamado de origen parasitario. En las últimas fases de la maduración aparecen en el interior del tallo corpúsculos negros: los esclerocios, unidos por un micelio escaso. Los esclerocios son los responsables -invernando sobre los rastrojos del arrozal- de la reproducción de la enfermedad.

Un tercer hongo parásito es el *Fusarium moniliforme*, que constituye el agente específico del “gigantismo del arroz” o “fusariosis del pie”. La infección se transmite fundamentalmente mediante la semilla infectada o, más raramente, a través de los rastrojos. Las plántulas afectadas que sobreviven al ataque del hongo, durante la fase germinativa, se ahilan rápidamente, formando pocas hojas cloróticas que sobresalen y descubren, sobre el resto del cultivo, las plantas atacadas por la infección. Las plantas que, debido a ataques poco intensos o bien a infecciones secundarias, pasan la fase vegetativa y llegan a la floración son del orden de 15-25 centímetros más altas que las circundantes y florecen anticipadamente; tienen la hoja bandera erecta y muy clorótica. En el momento de la maduración, la planta invadida por el parásito se encuentra totalmente necrótica; presenta una panícula con 10-20 cariósidas normales, en cuanto a sus dimensiones, con manchas negras sobre las glumillas. En la base de la planta la infección se manifiesta formando micelios densos sobre las vainas y el tallo que, inicialmente son blancos, y posteriormente se vuelven rosa por el color característico de las micro y macroconidias que transmiten el hongo.

² Son dos formas diferentes del mismo hongo: la forma esclerocial se llama *Sclerotium oryzae*, y la conidial, *Helminthosporium oryzae*. La forma perfecta se llama *Magnaporthe salvinii*.

De hecho, la importancia de las enfermedades producidas por hongos resulta muy extensa en el campo de la fitopatología de los cultivos herbáceos. Para el estudio y el mejor conocimiento de estas enfermedades es muy importante saber aislar e identificar correctamente el posible agente patógeno actuante, así como conocer el desarrollo de la enfermedad para aplicar, de este modo, las medidas de control más adecuadas. Por otra parte, para poder llevar a cabo una correcta identificación del hongo patógeno es necesario aislar y obtener, en cultivo puro, el agente causal. Una vez aislado éste, será conveniente proceder a su identificación mediante su morfología. En el proceso de determinación subsiguiente, resultan de especial relevancia tanto la forma de la colonia como las diferentes estructuras del hongo, ya sea el micelio, los cuerpos fructíferos, los conidios o las esporas.

Las variedades de arroz muestran, frente a las citadas enfermedades criptogámicas, resistencias diferentes según la información genético-hereditaria que les caracteriza, y que aumenta o disminuye, para cada variedad, en relación con las técnicas de cultivo empleadas, particularmente el abonado de fondo y/o de cobertera.

La tabla 6.4 que puede verse en la página siguiente muestra el grado medio de resistencia -por comparación entre las diversas variedades, no de forma absoluta- frente a las distintas enfermedades según sus relativas manifestaciones patológicas.

La estimación de la resistencia, según la tabla citada, se debe de modificar en algunos casos y circunstancias, principalmente en las variedades aptas para la siembra tardía. En éstas, frecuentemente, dicha variación tendrá lugar en sentido positivo.

Veámosla a continuación:

Tabla 6.4. Resistencia del arroz a las principales enfermedades y situaciones desfavorables

Variedad	Agente	<i>Pyricularia oryzae</i>	<i>Drechslera oryzae</i>	<i>Sclerotium oryzae</i>	<i>Fusarium moniliforme</i>	Virosis	Bajas temperaturas
	Fitopatía	Quemado foliar y mal del cuello	Helmintosporiosis	Podredumbre basal del tallo	Fusariosis del pie	"Enrochat" BYDV	Esterilidad
<i>Alfa</i>		MS	MR	R	RR	MR	R
<i>Arborio</i>		MS	MS	MS	S	RR	MS
<i>Arborio precoce</i>		S	MS	MR	S	RR	MS
<i>Argo</i>		R	R	MR	MR	MS	MR
<i>Arpa</i>		S	MS	MR	MR	R	MS
<i>Airone</i>		MR	MR	MR	MR	MS	MR
<i>Ariete</i>		R	MR	MS	MR	MS	MR
<i>Auro</i>		R	MR	MS	MR	MS	S
<i>Balilla</i>		MS	MS	MR	R	SS	MR
<i>Balilla gg</i>		MS	MS	MS	MR	SS	MR
<i>Baldo</i>		MS	MS	S	S	MR	MS
<i>Belgioioso</i>		R	R	MS	R	MR	R
<i>Bonnet Bell</i>		R	MR	R	R	MR	MR
<i>Bonni</i>		MR	MR	R	MS	MR	SS
<i>Carnaroli</i>		MS	MR	MS	S	RR	MS
<i>Castello</i>		MS	MR	S	RR	SS	R
<i>Cigalon</i>		MR	MR	MR	R	S	R
<i>Corallo</i>		MS	MR	MR	MS	MS	MR
<i>Cripto</i>		RR	R	MR	RR	S	R
<i>Elio</i>		R	R	R	R	MS	R
<i>Europa</i>		R	MR	R	R	MR	RR
<i>Eurose</i>		MS	MS	MS	R	MS	S
<i>Faro</i>		R	MR	MS	MR	MR	MR
<i>Giara</i>		R	MR	MR	R	MR	R
<i>Gritna</i>		MS	S	R	MS	MS	S
<i>Ice</i>		R	R	MS	R	MR	R
<i>Itálico</i>		SS	S	R	MR	SS	R
<i>Lido</i>		R	MR	S	R	MR	RR
<i>Lomellino</i>		MR	MR	R	MR	MS	R
<i>Mistral</i>		S	MS	MR	MS	MR	MS
<i>Molo</i>		R	MR	MS	R	MS	MR
<i>Monticelli</i>		MS	MR	MR	MR	MR	R
<i>Navile</i>		RR	R	MS	R	RR	RR
<i>Nero</i>		RR	R	R	MS	RR	MR
<i>Nettuno</i>		MS	MS	R	MR	S	R
<i>Onda</i>		MS	MR	MR	MR	MS	R
<i>Padano</i>		MR	MS	MR	R	SS	MR
<i>Piemonte</i>		S	MS	MR	MR	S	MR
<i>Pierina Marchetti</i>		R	MR	MR	R	MR	MR
<i>Precocis. Molina</i>		MS	MR	MR	MR	S	R
<i>Radon</i>		R	RR	MS	R	MS	R
<i>Redi</i>		MR	MR	R	S	R	MS
<i>Ribe</i>		MS	MR	MS	MR	MS	MR
<i>Ribello</i>		MR	MR	MR	MR	MS	MR
<i>Ringo</i>		MR	MR	MR	MR	MS	MR
<i>Rio</i>		MR	MR	MS	RR	MS	R
<i>Riva</i>		R	MR	RR	R	MS	R
<i>Rodio</i>		S	MR	S	MS	RR	MS
<i>Roma</i>		R	R	R	MR	MS	MS
<i>Romeo</i>		MS	MS	MS	S	S	S
<i>Rocca</i>		MR	MS	MR	MS	MS	MS
<i>Rosa Marchetti</i>		R	R	R	MR	MS	RR
<i>Rubino</i>		R	MS	MR	MR	R	R
<i>S. Andrea</i>		MR	MR	MS	MR	MS	MR
<i>Silla</i>		MS	MS	R	MS	RR	RR
<i>Sirio</i>		MS	MS	MR	MR	MS	R
<i>Smeraldo</i>		R	R	R	MR	RR	R
<i>S. Petronio</i>		MR	MR	MS	MR	S	R
<i>Strella</i>		S	MS	MS	MR	RR	MS
<i>Sorriso</i>		R	MR	R	R	MR	R
<i>Titano</i>		S	S	MS	MR	S	R
<i>Torio</i>		S	MS	R	MR	S	MR
<i>Veneria</i>		MR	MR	R	R	RR	MR
<i>Vialone nano</i>		SS	S	MR	S	MR	MS
<i>Volano</i>		MR	S	MR	S	MR	MS
<i>Zenit</i>		R	S	R	R	MR	MR

Leyenda de la tabla 6.4: RR = elevada resistencia; R = resistente; MR = resistencia media; MS = susceptibilidad media; S = susceptible; SS = susceptibilidad elevada.

Otras manifestaciones patógenas, de etiología clara o no, se observan en las plantas; sin embargo, sólo muy raramente llegan a tener carácter epidémico, excepto en el caso de la enfermedad llamada “giallume”³, que en estos últimos años se ha extendido bastante produciendo graves daños.

El “giallume” ataca a la planta durante la fase de ahijamiento, haciéndose patente externamente mediante una coloración amarilla o amarillo-anaranjada de casi todas las hojas; comienza en el limbo de la penúltima o antepenúltima hoja formada; se manifiesta con distinta intensidad entre las variedades según su capacidad de resistencia, limitándose a unas pocas láminas foliares en los genotipos semirresistentes y a ningún síntoma en los resistentes.

Entre las prácticas de cultivo utilizadas como defensa frente a la enfermedad, podemos citar: los tratamientos fungicidas, el manejo del agua y la fertilización. Con ellas se puede reducir o evitar el daño según la rapidez con que se actúe y en relación con la capacidad específica de cada variedad para la recuperación vegetativa.

Por lo que respecta al aspecto genético-hereditario de la resistencia, parece seguro que sea *Vialone* la variedad fuerte, portadora del carácter resistencia, de la que se ha transmitido por cruzamiento a otras variedades, obtenidas por selección genética.

En relación con la capacidad de resistencia a las diferentes enfermedades de cada variedad, no se conoce perfectamente el mecanismo de defensa. La bibliografía existente al efecto hace referencia a factores anatómicos, fisiológicos y biológicos. Un número escaso de estomas, que constituyen el punto de penetración del micelio, se toma como índice de resistencia a la *Pyricularia oryzae*. El espesor y la constitución química de las paredes celulares puede constituir un obstáculo para la entrada del agente micótico. La concentración y composición de los diversos elementos del protoplasma celular se cita

³ Corresponde a la enfermedad que en España se llama “enroijat”, “roja” o “roya”.

igualmente. Son frecuentes las referencias, como un buen índice de resistencia, a los contenidos altos de potasio, silicio, lignina y compuestos proteicos.

La resistencia consiste en la puesta en marcha por la planta, en la zona donde se produce el ataque parasitario, de mecanismos de defensa que limitan a pequeños puntos necróticos el daño derivado de la penetración micótica.

El que una variedad posea cierto carácter de resistencia en el momento de su obtención no significa, ni mucho menos, que sea constante y permanente en el tiempo. Prescindiendo de las antiguas e intrínsecas características de cada variedad, cuyas variaciones de carácter hereditario son imprevisibles -en términos generales-, aunque se apliquen, de forma constante y severa, las normas que regulan la producción de las semillas y el mantenimiento de la pureza, la variedad puede disminuir su capacidad de resistencia como consecuencia de la modificación del agente parasitario.

Las diferentes razas fisiológicas del parásito micótico, que pueden aparecer espontáneamente por mutaciones ocasionales, se comportan con una virulencia e intensidad diferentes, que son imprevisibles *a priori*.

Una variedad de arroz resistente a las razas A y B de un agente micótico determinado puede volverse más susceptible frente a las razas C o D, más virulentas a causa de una mutación espontánea y posterior selección, o bien como consecuencia de la mayor extensión de la infección, derivada de la propagación del cultivo de la nueva variedad, menos resistente.

3.6. La resistencia a los insectos

La resistencia de las variedades a los ataques de insectos parásitos del arroz no es conocida en Italia ni reviste interés especial como consecuencia de la presencia esporádica de insectos fitófagos, que son perjudiciales sólo en las primeras fases vegetativas, de forma similar para todas las variedades.

3.7. La resistencia al frío

Si bien el cultivo del arroz tuvo su origen, como ya se ha dicho, en las zonas ecuatoriales y tropicales, es en las templado-cálidas donde alcanza actualmente su máxima expresión, desde el punto de vista económico-productivo y no como manifestación vegetativa. Con el desplazamiento del cultivo hacia las regiones templadas se pone en continua y mayor evidencia la susceptibilidad de los genotipos a las condiciones climáticas desfavorables, en lo que concierne a los valores térmicos mínimos soportables por cada genotipo en particular; al verificarse, de forma ocasional o continua, el fenómeno climático negativo se reducirá la producción de forma más o menos acusada según la adaptabilidad de cada variedad.

La resistencia o susceptibilidad a las temperaturas bajas del medioambiente se manifiesta de forma más o menos acusada durante todo el ciclo de cultivo, mediante un paro vegetativo y una clorosis moderada o acentuada. Es, sin embargo, en dos fases importantes cuando las características del genotipo ponen a prueba su capacidad frente al fenómeno: a) durante la germinación y la sucesiva fase de desarrollo de la planta embrionaria y b) en la floración.

Con bastante frecuencia, en el preciso momento o poco después de la siembra, tienen lugar en el arrozal temperaturas de 10-12°C; a veces, en esta región italiana, la superficie del agua se cubre incluso de una delgada lámina de hielo. En estas condiciones térmicas la semilla, aunque esté saturada de agua, no consigue activar de forma clara y útil los mecanismos enzimáticos para iniciar la germinación; los enzimas ejercen plenamente su propia acción catalizadora sólo con temperaturas de 15-18°C.

Durante el período frío de remojo en el agua del arrozal, algunas variedades pierden más rápida y fácilmente que otras su capacidad para germinar; de esta forma, cuando vuelven las condiciones climáticas favorables, un gran porcentaje de las semillas de las variedades que resultan más

susceptibles al frío -habiendo perdido o disminuido su capacidad de germinación- son fácil y rápida presa de los hongos que tienen en el arrozal su hábitat de vida: *Saprolegnia*, *Achlya* y *Pythium*, fundamentalmente. Las variedades más resistentes, al conservarse mejor, cuando se establecen las temperaturas adecuadas comienzan las funciones enzimáticas necesarias para la normal germinación.

Es éste uno de los motivos por los que, prescindiendo de la facultad germinativa de los distintos lotes de semilla y de su peso específico por hectolitro, es conveniente utilizar una cantidad de semilla más elevada en la siembra, para garantizar una adecuada densidad de plantas en el cultivo, cuando se trata de variedades más susceptibles al frío; por el contrario, cuando se emplean las más resistentes, aunque tengan similares características de germinabilidad y peso, la dosis de simiente debe disminuir prudentemente.

Por otra parte, y por lo que respecta a un aspecto íntimamente ligado a la rapidez de germinación, algunas variedades se distinguen de otras por la rapidez de su desarrollo, formando una planta embrionaria robusta, de hojas erectas y anchas. Esta característica permite a las plántulas de arroz soportar, de mejor forma, la competencia que durante este tiempo se ha establecido en el arrozal entre las malas hierbas adventicias y las plantas del cultivo; además de los hongos parásitos y saprofitos que se desarrollan en los arrozales, el arroz debe defenderse simultáneamente de las algas.

De esta larga serie de circunstancias se deduce la utilidad de tratar la semilla con sustancias funguicidas y alguicidas que la protejan, no ya sólo de los vectores patógenos presentes, de forma continua u ocasional, en ellas, sino también de aquellos huéspedes del suelo, de mucha mayor importancia.

Las variedades actualmente cultivadas, capaces de una mejor defensa frente a las condiciones iniciales desfavorables, ya mencionadas anteriormente, están enumeradas en la siguiente tabla, partiendo de las más tempranas y terminando con las tardías. A saber:

Tabla 6.5. Variedades con una gran resistencia al frío y a las situaciones desfavorables durante la germinación y desarrollo de la planta embrionaria

<i>Alfa</i>	<i>Cripto</i>	<i>Rosa Marchetti</i>
<i>Arborio</i>	<i>Italico</i>	<i>Lomellino</i>
<i>Argo</i>	<i>Monticelli</i>	<i>Rubino</i>
<i>Baldo</i>	<i>Nero</i>	<i>Sorriso</i>
<i>Belgioiso</i>	<i>Nettuno</i>	<i>Veneria</i>
<i>Carnaroli</i>	<i>Onda</i>	<i>Zenit</i>
<i>Cigalon</i>	<i>Rio</i>	<i>Molo</i>

La segunda fase durante la cual la exposición a las temperaturas bajas es crítica para la planta, por el consiguiente riesgo elevado de daño productivo que existe, tiene lugar durante la formación de la panícula: cuando en las flores formadas se está realizando la meiosis polínica, y cuando la microspora se tiene que transformar en grano de polen, o sea, unos 10-15 días antes de la emergencia de la panícula.

Las temperaturas bajas inactivan y vuelven estéril el grano de polen en mayor medida que el gameto femenino. No es fácil saber cuál es la temperatura que produce la esterilidad de todas las flores de la panícula, aunque se reconoce que es normal que tenga lugar entre los 12-15°C. De hecho, se observan daños después de caídas repentinas de temperatura hacia los valores más bajos indicados, o bien cuando se estabiliza la temperatura entre 16-18°C durante 5-10 días.

La temperatura, las lluvias continuas y las nieblas persistentes y densas pueden ser causa de esterilidad en el momento de la antesis, durante la floración o también poco después de la fecundación, produciendo esterilidad o aborto floral. Más tarde, pueden intervenir con más frecuencia los hongos parásitos y agravar la situación, causando el aborto del grano que se está formando.

En la última columna de la tabla anterior 6.4 se indican los diversos grados de resistencia o susceptibilidad al frío que generalmente se pueden observar en las plantas cultivadas, según la variedad.⁴

⁴ Vide A. Tinarelli, "El arroz"; pág. 217-230

4. Características nutricionales y culinarias de algunas variedades de arroz de Vercelli

1) Arborio

Toma el nombre de la ciudad Vercellesa de donde es originaria y, de entre las distintas variedades de arroz italianas, es el que tiene el grano más grande. Se utiliza para el típico plato *risotti*, arroz caldoso, *mantecatí* y *timballi*. Durante la cocción, el calor penetra primero en la parte más externa mientras el núcleo, rico en almidón, se mantiene *al dente*.

Características nutricionales por cada 100 gramos

Proteínas	8,90	Lípidos	0,35
Glúcidos	89,76	Fibra	0,32
Cenizas	0,67	Amilasa	19,60

2) Baldo

Del grupo de los superfinos, es el que tiene mayor consistencia y con la estructura más cristalina y compacta. Se sugiere su empleo para el *risotti*, *timballi*, ensaladas de arroz y el arroz caldoso. El grano tiene una buena compactación y acepta cualquier tipo de cocción, aunque es mejor servirlo *al dente*.

Características nutricionales por cada 100 gramos

Proteínas	7,85	Lípidos	0,33
Glúcidos	91,07	Fibra	0,36
Cenizas	0,37	Amilasa	20,50

3) Sant Andrea

Tiene una óptima capacidad de absorción y un elevado contenido en almidón, lo que contribuye a que sea de grano muy consistente. Es una variedad

adecuada para sopas y dulces, y se sugiere también para el *risotti* tradicional, el arroz caldoso y el *sformati di riso*.

Características nutricionales por cada 100 gramos

Proteínas	8,90	Lípidos	0,35
Glúcidos	89,76	Fibra	0,32
Cenizas	0,67	Amilasa	19,60

4) **Nuovo Maratelli**

Después de 20 años ha vuelto al mercado un arroz de excepcional calidad, con excelente resistencia a la cocción. De grano semilargo y estructura perlada por el almidón, es adecuado para sopas caldosas o no, *risotti* clásico y *mantecati*.

Características nutricionales por cada 100 gramos

Proteínas	8,90	Lípidos	0,35
Glúcidos	89,76	Fibra	0,32
Cenizas	0,67	Amilasa	19,60

Como muestra, por último, de la exquisitez de los “risotti” italianos, que hacen las delicias de los mejores gastrónomos del mundo, exponemos a continuación la receta culinaria del famoso “risotto e funghi”.

Ingredientes: 200 grs. de “funghi” deshidratados (setas). 5 cucharadas de aceite de oliva virgen. 3 dientes de ajo. 2 cucharadas de perejil. Zumo de limón. 1 litro de caldo de pollo. 1 chorrito de jerez o vino de Oporto. 150 grs de mantequilla. 1 cebolla roja. 300 grs. de arroz *risotto*. 75 ml. de vermouth blanco. 200 grs. de queso parmesano.

- Poner en remojo las setas en agua tibia con un chorrito de oporto o de jerez durante 20 minutos.

- Reservar el líquido y freír en la mitad del aceite las setas fileteadas con los ajos picados y dorar. Añadir la mitad del líquido de macerar a las setas y reducir.
- Salpimentar, agregar el perejil picado y el zumo de limón. Reservar el calor.
- Calentar el caldo. Sofreír la cebolla con mantequilla y la mitad del aceite. Agregar el arroz fuera del fuego. Añadir ya en el fuego el resto del líquido de las setas y cubrir con caldo.
- Cocer removiendo y añadir el caldo durante 20 minutos. Al servir, incorporar el vermouth, el queso rallado parmesano y las setas.

CAPÍTULO 7

- REGULACIÓN GENÉTICA DE LOS CARACTERES -

1. Conceptos genéticos

1.1. Genotipo y fenotipo

Conviene, antes de profundizar en estas materias, tener en cuenta algunas definiciones o conceptos importantes. En cualquier ser vivo, aquello que se observa y que se puede describir es un *fenotipo*. En el caso de las plantas, son ejemplos de fenotipo la cosecha producida, la altura, el grueso del tronco o del tallo, la disposición de las hojas, la forma del sistema radicular, el color de las flores, el sabor del fruto, el contenido en azúcares, el contenido de proteínas o hidratos de carbono, etc.

No obstante, todo ser vivo, y, por tanto, también las plantas, provienen de otro ser vivo y muchas veces han empezado su desarrollo a partir de una sola célula que lleva almacenada la información genética que recibió de sus padres. Esto que recibe de los padres (herencia biológica) forma parte del *genotipo* del individuo.

El genotipo está constituido por toda la información genética que posee el individuo; se podría decir que el genotipo son los planes para la construcción de un individuo nuevo; y para llevar a efecto la construcción se necesitan los materiales que proporcionará el ambiente en el cual se desarrolla. Así pues, ello lo podemos representar así:

$$\text{Fenotipo} = \text{Genotipo} + \text{Ambiente}$$

Por tanto, para obtener buenos fenotipos (aquello que se aprecia) será necesario actuar mejorando sus dos componentes esenciales: el genotipo y el ambiente.

Cuando se habla de una variedad determinada se refiere a un conjunto de plantas con una composición genotípica determinada. La “mejora vegetal” procura encontrar buenos genotipos, es decir, factorías más eficientes para los ambientes en los que han de actuar (utilizando el símil anterior).

Ya que la mejora vegetal trata de obtener mejores genotipos, se dedican a continuación unas líneas a explicar brevemente cómo está almacenada la información genética y cómo se transmite a los descendientes.

1.2. El genotipo y la herencia biológica

La información genética está almacenada en un compuesto químico que es el ácido desoxirribonucleico (ADN o DNA). Este compuesto está formado por una doble cadena (enrollada en forma de hélice) sin ramificaciones, a lo largo de la cual (por segmento) hay la información donde se especifican los diferentes caracteres del individuo.

El DNA está organizado en bloques y los cromosomas de las plantas cultivadas van emparejados. De cada pareja cromosómica, un elemento viene del padre y el otro de la madre. En cada cromosoma del mismo par va una información que afecta a características alternativas (por ejemplo, color verde o rojo, talla alta o baja, etc.). El conjunto de información que determina una característica se llama “*gen*”.

Un individuo puede llevar información idéntica que provenga del padre y de la madre para la determinación de una característica (por ejemplo, color rojo en los dos). Entonces se dice que el individuo es *homocigótico* para el gen que determina tal carácter.

También puede pasar que la información procedente del padre determine un cierto tipo y la de la madre un tipo alternativo para una característica (ejemplo: rojo y verde). Entonces se dice que el individuo es *heterocigótico* para el gen que determina esa característica. En este caso puede suceder que solamente se manifieste uno de los dos caracteres alternativos y éste se denomina *dominante*, mientras que al otro se le conoce como *recesivo*. Esto sucede también en el hombre. Por ejemplo, la línea frontal del cabello puede ser recta o tener un pico en el centro (denominado “pico de viuda”). El carácter “pico de viuda” es dominante.

Los genes se representan por letras (una o muy pocas). Los genes que ocupan el mismo lugar del cromosoma (alelos) se representan por la misma letra, y se indica el dominio con letras mayúsculas.

La forma como se transmite la información genética a los descendientes depende del tipo de reproducción, y eso tiene singular importancia en la mejora vegetal. En la reproducción asexual, la información se transmite de padres a hijos de forma íntegra. Por lo tanto, no existen nuevas combinaciones y la descendencia es idéntica al padre del cual provienen y las diferencias entre individuos hermanos se deberán exclusivamente al ambiente. En el caso de los árboles que se obtengan de las estacas procedentes de un único árbol original, por ejemplo, todas tienen idéntica constitución genética entre ellas y con el padre del cual provienen.

En la reproducción sexual, en cambio, se reproducen nuevas combinaciones genéticas; es decir, la información genética se reorganiza y los descendientes no serán todos iguales entre sí ni tampoco con los padres. Únicamente serán iguales cuando son homocigóticos e iguales entre sí los padres. Éste es el caso de las líneas puras y de las variedades de plantas autógamas como el trigo, la avena y el cereal que es objeto de nuestro estudio: el arroz.

1.3. La mejora vegetal. Métodos

Antes se ha indicado que el objetivo de la mejora vegetal es la obtención de genotipos superiores para cultivar en los distintos ambientes en que se necesiten.

Para poder encontrar mejores genotipos debe haber variación entre ellos y, además, es necesario que se puedan identificar los mejores. Antes se ha dicho también que todo lo que se observa (fenotipo) es el resultado de la constitución genética (genotipo) y de la acción del ambiente (recordemos que: fenotipo = genotipo + ambiente); es decir, se deduce que tiene un buen genotipo de la observación de un buen fenotipo. Por eso, cuando se trata de selecciones entre un conjunto de plantas, se debe procurar que todas estén en condiciones similares (de abonado, de luz, de agua, de temperatura, etc.) y así habrá una cierta seguridad de que la diferencia observada será debida al genotipo y no al medioambiente. En definitiva, en términos cibernéticos o de la Teoría de Sistemas podríamos afirmar que las variables de entrada y de acción al sistema físico-planta (que constituyen los *inputs* de la planta) deben ser los mismos para que al estudiar las respuestas de la misma (*outputs*) éstas débense al comportamiento interno del sistema (variables internas o intermedias), y no a las acciones exteriores actuantes sobre el mismo.

Originariamente, en las especies no mejoradas se encuentra una elevada variabilidad espontánea. Un primer paso en la mejora consiste en seleccionar dentro de este conjunto de genotipo. Cuando se trabaja en una especie se van consiguiendo genotipos superiores y las variedades se homogeneizan y pierden variabilidad. Entonces se deben crear de manera artificial, y para eso se recurre a procedimientos cómodos como:

- Cruzamientos artificiales, intraespecíficos
- Mutagénesis artificial
- Cruzamientos interespecíficos
- Injerto cromosómico, etc.

Básicamente, el procedimiento fundamental es el cruzamiento. Así por ejemplo, si se tiene una variedad A de arroz de talla alta (característica desfavorable) y de buena calidad (característica favorable) y otra variedad B de talla baja (característica favorable) y de mala calidad (característica desfavorable) se pueden cruzar A y B y en la descendencia encontrar una cierta variedad C que sea de talla baja y de buena calidad comercial, con lo cual se cumplan los requisitos deseados.

Una vez creada la variabilidad, tal y como se ha indicado, se debe hacer la selección o la identificación de los mejores genotipos. La identificación es más o menos fácil, según sean los caracteres para los cuales se trata de seleccionar. Por ejemplo, es más fácil identificar individuos de talla baja, de un determinado color, de una forma concreta de hojas, etc.; en cambio, no es fácil la identificación de individuos que tienen un mayor contenido de azúcar, mayor contenido de aceite o de proteínas, etc. Por esto, en muchos casos, se deberá recurrir a efectuar análisis de tipo físico o químico. Por otra parte, la mejora varietal es un juego de azar, en el cual se puede aumentar la probabilidad de encontrar el genotipo esperado, pero, para cualquier probabilidad (siempre inferior al 100%) la posibilidad de éxito será tanto mayor cuantos más individuos se observen, esto es, cuanto mayor sea el tamaño de la muestra (como en la lotería, hay más probabilidad de que toque cuantos más números se jueguen). Éste resulta un hecho importante en la mejora: siempre se debe contar por miles el número de individuos. En el caso de estudiar caracteres cualitativos (contenido de aceite, contenido en azúcar, etc.) esto implica la necesidad de desarrollar métodos especiales de análisis rápido, elemental y fiable (por ejemplo, aceite x MMR, azúcar x, refracción, etc.).

En algún momento del proceso (generalmente al principio del mismo) se trabaja a nivel del estudio de plantas individuales y de su descendencia. La siembra y la cosecha se debe hacer de forma cuidadosa, muchas veces de forma natural o bien con el auxilio de una máquina especializada.

Una vez seleccionado un genotipo determinado, se debe comprobar que reúne las condiciones para las cuales se había seleccionado: es la denominada “evaluación”. Los fenotipos que han de estar seleccionados y evaluados favorablemente se multiplican y se distribuyen entre los agricultores. Al mismo tiempo, los genotipos superiores se cruzan entre ellos para acumular genes favorables y empezar otra vez el ciclo. El proceso descrito se puede resumir de la siguiente manera:

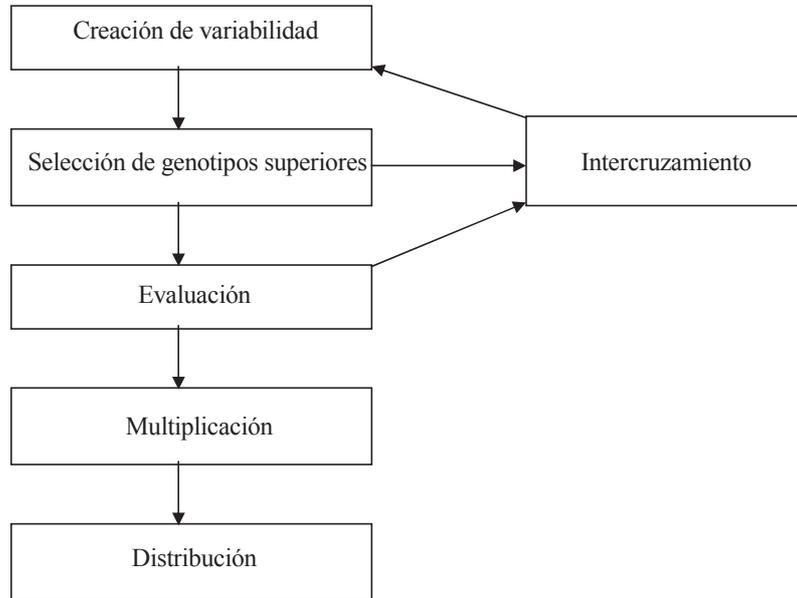


Figura 7.1. Cruzamiento de genotipos

Desde la identificación y evaluación de un genotipo superior hasta la distribución al agricultor se debe seguir un proceso esmerado y complejo para no perder la identidad de la variedad. Este proceso forma parte de la “mejora de conservación”. Se debe tener en cuenta que una variedad, originariamente, es una pequeña cantidad de semilla y después se pueden cultivar -a partir de ésta- millones de toneladas. A continuación, sufre diversas multiplicaciones y en cada una de ellas existe el riesgo de perder su identidad.

A veces, para provocar la variabilidad se recurre a la mutación. En esencia, ello consiste en cambiar la información genética y crear otra de nueva;

en definitiva, cambiar un gen por otro. La mutación se produce espontáneamente, pero se puede aumentar la frecuencia a través de la utilización de agentes mutagénicos: radiaciones, productos químicos, etc. En general, las mutaciones no son beneficiosas (se recuerdan, al respecto, los efectos perversos de las radiaciones nucleares), pero puede aparecer algún mutante útil. Habitualmente, los mutantes deben entrar en un proceso similar al general que se ha descrito antes.

Otras veces resulta útil aumentar la cantidad de información genética que tiene una especie, lo cual le proporciona más posibilidades de adaptación al medio o de producción. Se puede recurrir a la poliploidía: esto es, la multiplicación del número de cromosomas (en lugar de dos juegos de cromosomas dará 3, 4, 5, etc.). Este método ha tenido éxito en plantas que se utilizan por sus partes vegetativas: remolacha, triticale, árboles frutales, etc.

También puede ser útil reunir o subsumir la información genética de dos especies en una de nueva. El ejemplo más típico es el del cereal *Triticale*, resultado del cruzamiento entre *Triticum durum* (trigo duro) y el *Secale cereale* (centeno). Este procedimiento tiene un límite, el cual viene determinado por la distancia entre las especies, en el reino vegetal.

En los últimos años se están poniendo a punto nuevos métodos para la creación de modernas combinaciones genéticas. Para salvar la barrera sexual que impide el cruzamiento interespecífico, se puede recurrir a la hibridación somática, a través del cultivo de tejidos y, posteriormente, regenerar una planta a partir de la nueva célula. Es posible que así se lleguen a conseguir nuevas combinaciones interesantes como, por ejemplo, una planta de maíz con raíz de soja (con la ventaja de fijación del nitrógeno atmosférico), propia de las leguminosas.

Otro enfoque de la máxima actualidad es la aplicación de la ingeniería genética a la mejora vegetal. En esencia se trata de diseñar nuevos genes y/o genotipos a medida de las necesidades. Se han depositado muchas esperanzas en esta nueva metodología y una solución que se persigue es la de coger un gen,

o los genes, que codifiquen la síntesis de esta proteína de manera que tengan más lisina y triptófano y volverlas a poner en funcionamiento. También se está intentando pasar genes determinados, por ejemplo para fijar el nitrógeno. Este último enfoque ha tenido éxito en la producción de algunas medicinas (insulina, interferón, etc.) por la bacteria *Escherichia coli* a la cual se ha pasado el gen humano correspondiente.

Sea como sea, la mejora genética clásica continuará existiendo durante muchos años, porque los sistemas basados en la ingeniería genética proporcionarán nuevas fuentes de variabilidad.

Por eso se deduce que se necesitan diversas generaciones de cualquier planta de la que se trate para conseguir el objetivo final. Este hecho condiciona y alarga el programa. Para acortarlo se pueden buscar métodos de cultivo artificial (cámaras climáticas, invernaderos, etc.), cosechas fuera de época en zonas climáticas diferentes, etc.

De todas maneras, se trata de un proceso largo y al final siempre se debe evaluar la nueva variedad en las condiciones normales de cultivo para que el agricultor pueda utilizarla sin ningún riesgo. La mejora vegetal, en definitiva, es un proceso caro, pero muy rentable, como se ha demostrado muchas veces.

1.4. Haploidía. Diploidía

En el núcleo de las células se encuentran los cromosomas, los cuales son visibles en algunos momentos determinados. Los cromosomas, como ya se ha especificado, están formados por cadenas de ADN (ácido desoxi-ribonucleico), el cual es el portador del material hereditario. El número y forma de los cromosomas son característicos de cada especie.

Existen dos ejemplares idénticos de cada cromosoma, o sea, n cromosomas homólogos. Cuando los cromosomas no son idénticos se llaman "heterocromosomas".

El número de cromosomas de cada serie se denomina “haploide” y se representa por n , mientras que el número total de cromosomas de una célula, al estar formado por dos series, se denomina “diploide” y se representa por $2n$. En las células reproductoras o gametos existen sólo la mitad de los cromosomas. En el caso concreto del género *Oryza*, el número diploide de cromosomas es de 48 y 24, según las especies, como puede verse en la tabla 3.2 del Capítulo 3 de nuestro libro.

1.5. Mutaciones

Muchas veces, durante la duplicación celular, se producen errores y, por tanto, diferencias en el genotipo. Otras veces se rompe el ADN y se recompone de forma distinta a la inicial. Esto da origen a las “mutaciones”.

Las mutaciones son la causa de la variabilidad. Mediante la meiosis se pueden formar infinidad de combinaciones diferentes originando mucha variabilidad. La diversidad mendeliana surge básicamente de las mutaciones génicas que constituyen la evolución. Las recombinaciones mendelianas que resultan de la hibridación entre formas que llevan mutaciones distintas dan a continuación mayor diversidad entre los individuos y sobre éstos pueden actuar las selecciones natural y artificial.

Básicamente, las mutaciones pueden ser “de punto” y “cromosómicas”. Las primeras afectan sólo a una pareja de cromosomas; las mutaciones cromosómicas, por el contrario, afectan a todos los cromosomas o a parte de ellos. En general, hay que tener en cuenta que las mutaciones son “deletéreas”, es decir, que casi siempre poseen un carácter patológico.

Las mutaciones afectan, principalmente, a pequeños detalles en la ordenación de las bases nitrogenadas de la cadena del ADN, y sólo son heredables si afectan a las células germinales, pero no excluyen que las células somáticas puedan presentar mutaciones, como por ejemplo, en el “moteado” del maíz, que se suelen extinguir con el individuo en que aparecen.

1.6. Interacción génica

Los caracteres cuantitativos están gobernados por diferentes *loci*¹. Los genes se heredan de forma independiente según las conocidas leyes de Mendel, pero, a nivel de actuación, estos genes se comportan de manera interdependiente para el mismo carácter.

Los genes cuyos efectos enmascaran o cubren los efectos de otros genes originan las denominadas “interacciones entre genes de distintos *loci*”; es decir, se usa esta expresión para describir el fenómeno por el cual el efecto de un gen puede cambiar de acuerdo con la presencia o ausencia de otro gen o genes. La “epistasia” o “interacción interalélica” debe distinguirse de la dominancia que se refiere a la no aditividad de alelos en el mismo *loci*, o sea, a la interacción intraalélica.

En las especies autóгамas, la epistasia o interacción interalélica es quizás más importante para los mejoradores que la dominancia, porque esta última es necesariamente efímera en dichas especies. La epistasia, que no depende necesariamente de la heterocigosis, permite recombinaciones que son algo más que nuevas maneras de agrupar viejos caracteres. A través de las interacciones de los genes pueden aparecer tipos diferentes inesperados y algunos de ellos pueden presentar auténticas ventajas sobre sus genitores.

Recomponiendo conceptos, veamos que la **“Epistasia” es el término original usado por Bateson en 1909 para describir los genes cuyos efectos enmascaran o cubren los efectos de otros genes.** Desde entonces el término ha adquirido un significado más general, que es sinónimo de “interacciones entre genes de distintos *loci*”; **es decir, se usa para describir el fenómeno por el cual el efecto de un gen puede cambiar de acuerdo con la presencia o ausencia de otro gen o genes.**

¹ *Loci* es el plural latino (2ª declinación) de *locus*, que en latín significa “lugar”. Los genes alelos (que provienen de cada progenitor) se sitúan en un lugar determinado del cromosoma. El lugar que ocupa una serie alélica en el cromosoma se llama “locus”.

Las situaciones epistáticas más sencillas son las que conducen a las conocidas relaciones en la F_2 de un dihíbrido 9:7, 13:3, 15:1, 9:3:4 y 12:3:1. Cuando se interaccionan tres genes, las posibilidades son mayores y pueden darse relaciones del tipo: 37:27, 55:9 y 27:9:9:19. La base material de la epistasia se ha analizado bioquímicamente en un número determinado de casos llegando a entender, al menos superficialmente, las interacciones de los genes estudiados. El modelo más común parece ser uno en que un gen produce un sustrato que proporciona la materia prima necesaria para la acción de un segundo gen. El caso del contenido en CNH en el trébol blanco presentado por Atwood y Sullivan (1943) sigue este modelo general. El contenido elevado de CNH está regido por dos alelos dominantes, uno de los cuales produce un glucósido cianogénico y el otro la enzima o fermento que cataliza la producción de CNH a partir del expresado glucósido. Los individuos que tienen por lo menos un alelo dominante en cada locus tienen un elevado contenido en CNH por la presencia del sustrato, de la enzima o bien de ambos.

Desde luego, sería sorprendente que muchos de los caracteres morfológicos y fisiológicos que interesan al mejorador de plantas no tuviesen su base material en sistemas de reacción de esta clase. Indudablemente, muchos son muy complejos y, aunque pueda parecer interesante especular sobre su base bioquímica, dicha especulación no podrá ser definitiva actualmente.

1.7. Variabilidad continua de caracteres

A las diferencias que existen dentro de una misma especie se le llama "variabilidad". Los caracteres cuantitativos tienen más interés que los cualitativos, porque muchos caracteres cualitativos ya ni siquiera se consideran. En la mayoría de caracteres mendelianos, el carácter más favorable ya está incorporado en las especies comerciales.

Los caracteres cuantitativos son caracteres de variabilidad continua y dependen de: la variabilidad genética y de la variabilidad ambiental. Si no hubiera

variación ambiental, obviamente, el mismo genotipo siempre desarrollaría el mismo fenotipo.

Hay unos caracteres cualitativos que se obtienen con otros cuantitativos, porque las diferencias entre genotipos próximos son poco importantes en relación con las diferencias que aporta la variabilidad ambiental.

Si no interviniera el ambiente tendríamos discontinuidad entre los caracteres; pero esto no es así porque las diferencias entre genotipos son muy pequeñas en relación con la variación ambiental y es entonces cuando nos aparece el carácter cuantitativo.

1.8. Correlación de caracteres debido a la heredabilidad ligada [correlación o ligamiento (*linkage*)]

Los genes están localizados en los cromosomas. Un “grupo de ligamiento” está constituido por el cromosoma y los genes ligados a él. Hay “ligamiento” cuando hay genes que tienden a transmitirse juntos. Nunca hay más grupos de ligamiento que cromosomas.

Lo más probable es que dos variedades cualesquiera difieran en varios o muchos *loci* por cromosoma y se deben tener en cuenta los efectos del ligamiento. El ligamiento no influye en el porcentaje de homocigosis sino en la frecuencia de las diversas combinaciones de genes posibles.

Con herencia independiente, la distribución de los genes se realiza libremente y todas las combinaciones se dan con la misma frecuencia. Ahora bien, el efecto general del ligamiento consiste en alterar esta igualdad y causar una superabundancia de combinaciones parentales.

En general, el ligamiento puede considerarse como una influencia conservadora que tiende a mantener juntas las combinaciones de genes existentes y, por tanto, de los caracteres.

En especies recientemente domesticadas, o bien en especies que no han estado sometidas a una mejora larga y continuada, resulta altamente improbable que se hayan concentrado en una sola forma todos los alelos más adecuados para su estado doméstico. Por tanto, el ligamiento puede considerarse un obstáculo para la amplia segregación deseada. Por otro lado, las variedades muy mejoradas -probablemente- tendrán los mejores alelos en muchos *loci*. Aquí, el ligamiento puede considerarse una ayuda porque tiende a conservar juntas las combinaciones favorables existentes.

Los ligamientos entre genes favorables proporcionan un valioso acceso a los problemas de mejora de las plantas, de modo semejante a los beneficiosos efectos pleiotrópicos. La importancia del ligamiento de genes favorables en la mejora de plantas no puede valorarse solamente por los casos visibles. En un sentido amplio, cada paso que se dé en la mejora de plantas aumenta el número de ligamientos favorables. Con frecuencia esto puede escapar a nuestra observación porque los efectos son ligeros o poco marcados. Por tanto, en realidad, el establecimiento de combinaciones ligadas de genes es automático y continuo, independientemente del sistema de mejora usada, aunque sea más preciso y directo en unos sistemas de mejora que en otros.

1.9. Cruzamientos espontáneos

En las especies agrícolas más importantes se conocen bastante bien el modo de reproducción y la frecuencia de los cruzamientos naturales o espontáneos. Pero esta información es incompleta en varios aspectos, particularmente con respecto a la frecuencia de cruzamientos naturales bajo diferentes condiciones ambientales. Por lo tanto, la buena marcha de un programa de mejora puede exigir la determinación de la proporción de cruzamientos para la zona particular en que ha de realizarse el programa. Es interesante saber el porcentaje de cruzamientos naturales que ocurren en las especies principalmente autógamias, como es el caso del arroz, cuando se cultivan próximos diferentes genotipos. La extensión de los cruzamientos

naturales se determina comúnmente intercalando líneas portadoras de un gen marcador recesivo con líneas portadoras del alelo dominante correspondiente. Al recolectar las semillas se calculan los cruzamientos naturales por la proporción recesiva y dominante que hay en la descendencia.

Se debe considerar la época de floración entre las distintas variedades, ya que lógicamente no se hibridarán en la misma proporción las que florecen en épocas diferentes que las variedades que florecen al mismo tiempo. Los estudios realizados en distintos años y localidades son más valiosos porque la proporción de cruzamientos naturales en los diferentes genotipos puede estar muy influida por las condiciones ambientales, además de proporcionar información sobre los insectos vectores del polen (entomogamia), el efecto del viento (anemogamia), la temperatura y las interacciones de dichos factores en los cruzamientos.

2. La relación gen-carácter

Los genes son los elementos necesarios para la fabricación de nuevas variedades, siendo esencial, en la mejora genética de plantas, tener en cuenta la relación entre genes y caracteres, es decir, la relación existente entre genotipo y fenotipo. Comúnmente, no todos los efectos fenotípicos están relacionados de una forma sencilla con el gen, sino que son más bien el resultado de una procelosa cadena de reacciones e interacciones físico-químicas iniciadas por los genes, que conducen, a través de complejas cadenas de acontecimientos controlados o modificados por otros genes y el medio exterior, al fenotipo final. En mayor o menor grado, el funcionamiento de cualquier gen depende del genotipo de que forma parte y del medio exterior a que está expuesto.

Hay numerosos casos en que ciertos caracteres morfológicos o fisiológicos bien definidos están regulados, en gran parte, por un solo gen y resultan poco afectados por el medio genético o físico. Algunos caracteres importantes están regidos por genes de efectos notables, fácilmente identificables y relativamente estables. Estos genes son particularmente valiosos para los mejoradores de plantas, porque se analizan y manejan fácilmente mediante típicas técnicas

mendelianas. Sin embargo, estos genes "cualitativos", conocidos de la genética clásica, pueden tener más de una manifestación fenotípica.

No existe una acción directa entre un gen y un carácter, ya que en muchas ocasiones un carácter viene condicionado por la existencia de un conjunto de genes. Efectivamente, todo gen se encuentra en un ambiente determinado, que lo forman los demás genes, el jugo nuclear y el citoplasma celular; por consiguiente, su acción puede ser suprimida, modificada o reforzada.

Esta interacción resulta muy importante, sobre todo la que proviene de la presencia de los demás genes. Hay que tener en cuenta, además, que en todas las células de un organismo diploide, a excepción de las germinales, existen dos dotaciones de genes homólogos, una portada por el progenitor masculino y otra por el progenitor femenino, con lo cual cada gen tiene su pareja, es decir, su alelo. Por "alelo" entendemos **los genes diferentes que afectan al mismo carácter** y de la manera como interactúan esta pareja de alelos depende, en gran parte, el carácter.

Como resultado de ello, ocurre que cada gen tiene su pareja, es decir, su alelo. Si aceptásemos una idea simplista, diríamos que cada par de alelos, en un organismo diploide, daría lugar a un carácter. De este par de alelos, uno es de origen materno y el otro paterno. Esto es cierto tratándose de cada individuo en particular, pero si consideramos una población, encontramos una serie de alelos que afectan al mismo carácter.

En toda célula de un organismo diploide existe una combinación distinta, según la pareja de alelos que intervengan, pues no olvidemos que sólo pueden existir dos alelos de la serie en cada individuo. Todo carácter depende de la acción de una pareja de alelos. Existen, como es sabido, genes "dominantes" y "recesivos". En el caso, en fin, de que los heterocigóticos manifiesten las propiedades de ambos alelos se dice que hay "codominancia", es decir, que se trata de genes "codominantes".

3. Genética y heredabilidad de los caracteres del arroz

Tabla 7.1. Símbolos genéticos del arroz (I)
(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)

Denominación del carácter	Símbolo
Activador de los pigmentos antociánicos	A ^E , A, A ^d
Albino	al
Aristado	An
Asinápico estéril	as
Aurícula rudimentaria	au
Arista oscura	Ban
Tallo frágil	bc
Glumilla en forma de gancho (el ápice de la lema curvado sobre la palea)	Bd
Surcos marrones (los nervios de las glumillas de color marrón oscuro)	Bf
Tallos gruesos	bg
Glumillas negras	Bh
Hojas con manchas marrones (coloreadas de color marrón, como enfermas)	bl
Nudo curvado	bn
Ramificaciones en los nudos	Br
Cromogen (para los pigmentos antociánicos)	(C ^B , C ^{Bp} , C ^{Bt} , C ^{Bf} , C ^{Bm})
Intensificador de C	En-C
Resistencia a la " <i>Cercospora oryzae</i> "	Ce
Plántula verdosa (1)	chl
Espiguillas arracimadas	Cl
Espiguillas muy arracimadas	En-Cl
Espiguillas cleistógamas	cls
Espiguilla con uña (2)	clw
Enanismo (en general)	d
Doble arista	da
Panícula compacta	Dn
Palea reducida	dp
Desinapsis	ds
Tendencia a ahilarse al aumentar el nivel del agua	dw
Floración temprana (poca sensibilidad al fotoperiodo)	Ef
Intensificador	En-
Porte erecto	er
Panícula exerta	ex
Flor con perfume	Fgr
Período de floración (3)	
Franjas finas	fs
Glumas largas	g
Glumillas color amarillo oro ^o	gh
Hoja glabra	gl
Glumas largas (epistático de "g")	Gm

Tabla 7.2. Símbolos genéticos del arroz (II)
(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)

Denominación del carácter	Símbolo
Colores no antociánicos de las glumillas en presencia de "Gh"	H (H ^m , H ^l , H ^g , H ^l)
Resistencia al <i>Helminthosporium oryzae</i> (<i>Drechslera oryzae</i>)	He
Gen inhibidor (precede al símbolo del carácter)	I-
Letal	l-
Porte postrado o ageotrópico	la
Encamado de los tallos	Ld
Floración tardía (alta fotosensibilidad)	Lf
Ausencia de lígulas	lg
Pubescencia acentuada	Lh
Grano largo	lk
Panicula larga (3)	
Amarillento	lu
Panicula laxa (frente a normal)	lx
Panicula laxa (frente a compacta)	lx ₂
Embriones múltiples (poliembriónia)	me
Pistilos múltiples (policarpelar)	mp
Androesterilidad	ms
Hoja estrecha	nal
Hoja envainadora (panicula envuelta en parte por una lámina foliar de más)	nl
Cariósipide con muescas	nk o I-Nk
Espiguillas abiertas (las glumillas no se cierran después de la antesis)	o
Ápice púrpura	P
Aurícula púrpura	Pau
Glumas púrpura	Pg
Fenol positivo (la cariósipide se colorea de púrpura con fenol)	Ph
Resistencia al hongo <i>Pyricularia oryzae</i>	Pi
Entrenudo púrpura	Pin
Hoja púrpura	Pl
Lígula púrpura	Plg
Hojas verdes excepto al margen	I-Pl
Nudo púrpura	Pn
Glumillas púrpura	Pr
Raíces púrpura (3)	Pr
Pericarpio púrpura	Prp
Estigma púrpura	Ps (con C, A y P)
Vaina foliar púrpura	Psh
Pulvínulo púrpura	Pu
Arista roja	Ran
Pericarpio obscuro	Rc
Pericarpio rojo ^o	Rd (con Rc)
Raquis verticilada	ri
Espícula redonda	Rk
Hoja arrollada	rl
Esterilidad en general	s
Resistencia al <i>Sclerotium oryzae</i>	Sc

Tabla 7.3. Símbolos genéticos del arroz (III)
(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)

Denominación del carácter	Símbolo
Imposibilidad de germinación inmediata de las semillas (latencia de la semilla)	Sd
Fotosensibilidad	Se
Permeabilidad de la cubierta seminal (testa) al agua	Sg
Desgrane	Sh
Grano con aroma	Sk
Cuello de la panícula sinuoso	sn
Altura (en general)	T
Planta baja (no enana)	I-T
Descascarado dificultoso	Tf
Fácil trillado	th
Cariópside alargada y retorcida	tk
Hojas retorcidas (nervio central ausente)	tl
Glumillas triangulares (espiguilla)	tri
Raquis sinuoso	Ur
Planta inicialmente verdosa	v
Panza (endospermo)	wb
Perla (endospermo)	wc
Glumillas blancas	Wh
Estriado blanco	ws
Endospermo glutinoso	wx
Resistencia a <i>Xanthomonas oryzae</i>	Xe
Hoja amarilla	y
Plántula amarilla (letal)	l-y
Plántula rayada como una cebrá	z

SIMBOLOGIA:

- (1) En inglés se llama *chlorine*; se trata de una planta con deficiencia de clorofila.
- (2) Es una forma aberrante de las glumillas: la lema se curva sobre la palea.
- (3) Estos caracteres no tienen símbolo en la terminología utilizada por los autores de esta tabla. Según Kadam y Ramiah (1943), el período de floración se expresa por "fl" y la panícula larga, según Nagao (1951), por "Lp". Las raíces de color púrpura, según los primeros, se expresan por "Rp", y según Nagao, por "Pr".

Anteriormente se ha comentado el origen y evolución del género *Oryza*, las reacciones filogenéticas que existen entre las diversas especies y sobre las dos subespecies de la *Oryza sativa*: Japónica e Indica.

Aunque teniendo el mismo número cromosómico diploide, igual a 24, la clara diferenciación de carácter genético entre la subespecie Japónica y la Indica se manifiesta mediante la amplia esterilidad que acompaña a los híbridos obtenidos entre las dos subespecies, esterilidad que puede llegar hasta valores próximos al 100%.

Los cromosomas de la forma haploide han sido ordenados y señalados numéricamente del 1 al 12, según su longitud; diferenciaciones posteriores se hicieron teniendo en cuenta la relación "brazo corto/brazo largo" de los cromosomas individuales.

En poblaciones libres se han encontrado haploides estériles, cuya fertilidad se ha restablecido, de forma natural o artificial, mediante la duplicación cromosómica para recobrar la diploidía.

Se ha tenido conocimiento igualmente de triploides y tetraploides, a los que no se les ha prestado una atención particular en la mejora genética del arroz como ha ocurrido, aunque en fase de embrión y desde hace poco tiempo, con los haploides obtenidos del cultivo de anteras.

Comparada con la de otras especies bastante cultivadas o incluso de menor importancia, la genética del arroz no ha adquirido todavía el pleno desarrollo que merece de acuerdo con la extensión y trascendencia de su cultivo.

Una de las manifestaciones genotípicas más heterogéneas que se presentan en el arroz consiste en la variabilidad de la coloración de los distintos órganos o partes de la planta: glumillas, hoja y tallo, estigma y pericarpio de la cariósida. La coloración tiene un fundamento químico que consiste en la presencia, junto a la cianina, de crisantemina y de la keracianina juntas, correlacionada con dos factores genéticos básicos, A y C; C interviene en la producción del cromogen y A en la conversión de éste en pigmento antocianico; con 6 alelos para el primer *locus* genético y 4 para el A.

Uno de los aspectos más característicos de la pigmentación y de particular interés es el de la coloración del pericarpio que, del esperado y normal blanco-gris, se pasa al rojo más o menos intenso y a veces hasta el púrpura, con diversificación de intensidades que varían entre el marrón y el amarillo.

La coloración roja del pericarpio es consecuencia directa de la presencia de dos genes en la forma "dominante" y complementarios entre ellos: Rc Rd; el

color blanco-gris se manifiesta, por el contrario, en el genotipo que posee los dos genes en la forma "recesiva": $rc\ rd$ o también $rc\ Rd$; por la reversión de estos últimos alelos recesivos, producido por mutación, se verificará la producción de granos rojos. Mediante el cruzamiento artificial inducido o espontáneo en el campo, la segregación que se deriva produce genotipos que poseen cariósides con matices de color variable del rojo al blanco, según las relaciones de dominancia.

El frecuente e indeseable fenómeno del "desgrane" no es una condición previa y obligatoriamente ligada a la pigmentación roja del pericarpio: es, por el contrario, absolutamente independiente; se considera que es consecuencia de uno o dos genes: $Sh_1 - Sh_2$, aunque existen hipótesis verosímiles que señalan la influencia de una base poligénica. La acción de los genes responsables del desgrane influye en el grado de desarrollo y en la variación de la suberificación o lignificación de la capa de células que unen la cariósida con el pedúnculo. La variabilidad genética, derivada del cruzamiento, es responsable por la segregación independiente de los distintos caracteres, de la producción de genotipos que -pigmentados o no, aristados o móticos, tempranos o tardíos, altos o bajos- tengan la cariósida roja y fácilmente desgranable, o no, y por otra parte fácilmente desgranable con pericarpio blanco. Cuando empleamos el término "desgranable" queremos indicar que cuando el grano llega a la madurez se desgrana con mucha facilidad y no que sea fácilmente trillable por la máquina cosechadora.

Se verifican también mutaciones de genes por las cuales, en el ámbito de una misma variedad, una planta o genotipo absolutamente similar a los otros en su manifestación morfo-fisiológica se presenta con cambios transmisibles a las generaciones sucesivas y que consisten sólo en el color rojo del pericarpio, fácilmente desgranable o no. Tales mutaciones son bastante difíciles de individualizar y separar en el campo, a causa del enmascaramiento, por la uniformidad de los demás caracteres en la población presente en el campo. Las mutaciones y los cruzamientos espontáneos producen un número mayor de plantas con granos rojos y fácilmente desgranables, cuanto más se utilicen semillas de procedencia desconocida o bien derivadas de un excesivo número de

multiplicaciones o reproducciones a partir del primer núcleo de la semilla obtenida por selección genealógica.

Los tipos Índica absorben, en las primeras fases del desarrollo, una mayor cantidad de nitrógeno que los tipos Japónica, siendo escasa posteriormente; tienen también menor capacidad de acumular almidón en la panícula, carácter que se cree que va ligado al primer aspecto considerado, lo que supondría un consumo intenso de los carbohidratos sintetizados precozmente, por la mayor actividad radicular inicial, y el consiguiente desarrollo vegetativo ulterior.

En los tipos Japónica responden mejor -a los abonados elevados- las variedades capaces de un gran ahijamiento con hojas gruesas, estrechas y erectas.

La presencia de arista está condicionada por tres genes dominantes: An_1 , An_2 , An_3 , donde los recesivos an_1 , an_2 , an_3 producen genotipos absolutamente míticos, mientras que la interacción entre ellos determina un diferente grado de longitud y presencia de arista, teniendo en cuenta que la influencia de los factores climáticos regula la amplitud del fenómeno, tanto en longitud como en intensidad.

El carácter glabro de las glumillas está controlado por el gen recesivo gl , mientras que la presencia de pelos sobre las hojas se debe a dos genes dominantes Hl_a y Hl_b , a los que se añade, para la vellosidad sobre las glumillas, el dominante H_g .

Un tipo de arroz definido con el término impropio de "glutinoso" o *waxi* presenta el grano completamente opaco por ser enteramente yesoso. Un término más exacto para definirlo sería el de "ceroso" o "céreo". El carácter es la manifestación fenotípica del gen recesivo wx , que conduce a la formación de la cariósida con almidón compuesto solamente por amilopectina, en lugar de ser una mezcla de amilosa y amilopectina.

La resistencia al encamado tiene una base genética muy amplia que controla no sólo la resistencia, sino también los factores y caracteres de los que

depende: la altura de la planta, la absorción diferencial del silicio y potasio, el espesor de las paredes celulares y de los tejidos del tallo, el ahijamiento, el desarrollo total, en superficie y en profundidad, del sistema radicular, etc., junto con los factores edafoclimáticos y nutritivos propios del terreno de cultivo.

Los tres genes dominantes Pi_1 , Pi_2 , Pi_3 , controlan la resistencia a la *Pyricularia oryzae*, aunque se ha observado que a razas fisiológicas diferentes del mismo hongo corresponden también genes independientes distintos; lo mismo ocurre con *Cercospora oryzae*, *Sclerotium oryzae* y *Helminthosporium oryzae* (*Drechslera oryzae*), con símbolos genéticos respectivos Ce, Sc y He.

Existen caracteres en variabilidad continua cuya base genética es bastante compleja como consecuencia de la acción de un componente materno junto con el ambiental. De este tipo forman parte los que regulan las dimensiones, forma y peso de la cariósida; la dimensión, forma y grado de emergencia de la panícula; la altura de la planta y las dimensiones de las hojas.

A todo lo dicho hasta ahora se une otro aspecto genético, relativo a la herencia, que correlaciona algunos caracteres entre sí por heredabilidad ligada; es como decir que si mediante cruzamiento y sucesiva selección se transmite y hereda cierto carácter, también se transmite un segundo o un tercero en correlación o ligamiento (*linkage*) con el primero. Los estudios de genética han demostrado la existencia de 8 ó 12 grupos de caracteres en combinación o *linkage*.

CAPÍTULO 8

- ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MEJORA -

1. Introducción

La gran capacidad productiva del arroz, como sucede en cualquier otra especie cultivada, es la consecuencia derivada de una técnica de cultivo adecuada y en constante evolución, en combinación estrecha con el empleo de un instrumento vegetal como es la variedad, llevada mediante selección a un muy elevado grado de perfección frente al ambiente que la debe albergar. Todo ello ya sea por sus intrínsecas características fisiológico-productivas, sea por la capacidad de resistencia a los agentes bióticos externos o bien a los ambientales de orden edafo-climático.

Los sistemas de mejora varietal mediante la selección de los genotipos de mejores características son similares a los utilizados en otras especies vegetales; son sistemas y métodos que fueron y son objeto de pequeñas evoluciones en el tiempo.

Los procedimientos de mejora varietal pueden ser analizados dividiéndolos en dos grandes grupos, al menos por comodidad de presentación: **a)** el primero tiene cuenta y actúa principalmente sobre poblaciones varietales medianamente o poco heterogéneas, obtenidas de los cultivos; **b)** el segundo es el que utiliza el cruzamiento intervarietal en sus diferentes formas y metodologías, la mutagénesis y el cultivo de anteras “in vitro”, seguidos todos ellos por la selección mediante técnicas de aislamiento y obtención de los genotipos.

2. Métodos y medios de mejora y selección varietal

2.1. La selección masal

Es el método más antiguo utilizado por los seleccionadores de las viejas variedades para conservar la pureza o la homogeneidad y también para llegar a su constitución a partir de poblaciones indiferenciadas.

Mediante este método, una vez recogido el arroz en manojos de panículas y controlada la homogeneidad y las mejores plantas a simple vista, se desgrana y posteriormente se siembra. Después volvemos a escoger las mejores plantas y sembramos sus semillas de nuevo hasta repetir el proceso unas tres veces. Mediante este proceso llegamos a una población en la que pueden haber diversas líneas puras. Con la selección masal llegamos a n genotipos. En cuanto se refiere, por ejemplo, al carácter **rendimiento**, este tipo de selección ofrece bastante uniformidad debido a que la variabilidad ambiental hace que los n genotipos se adapten más y, por tanto, la variedad se adapte mejor.

Teniendo en cuenta que el arroz, aunque autógeno, tiene cierto grado de aptitud para el cruzamiento espontáneo -con motivo de éste y de las mutaciones-, se puede llegar a constituir una nueva variedad por un proceso gradual, que será tanto más largo cuanto menos uniforme sea el material genético de origen. Aunque las variedades más antiguas, incluida la *Balilla*, se hayan obtenido según este sistema, el método sirvió fundamentalmente para conservar la pureza de las semillas de las variedades en cultivo.

2.2. La selección individual

Se basa en el principio por el cual un genotipo, en su descendencia, se reproduce de forma más o menos uniforme dependiendo de su patrimonio genético más o menos estable y homocigótico.

La selección individual consiste en hacer una plantación, de manera que se pueden estudiar fenotípicamente los individuos y después podemos seleccionar los que más interesan por un carácter determinado.

Después, en la segunda generación, seleccionada la planta, se siembran en filas separadas las panículas individuales. Se originan líneas puras con las que se pueden comprobar caracteres determinados (resistencia a enfermedades, etc.). Se puede realizar más selección y cultivo hasta que todas las plantas de la parcela sean similares entre sí y con la planta de la cual provienen.

Las variedades, más o menos antiguas o recientes, tuvieron y tienen en éste y en el anterior método descrito, en combinación alterna, la posibilidad de su constitución.

2.3. Conservación de la pureza por panícula-fila

Este procedimiento es más utilizado para conservar la pureza del genotipo ya constituido que para realizar la selección, aunque no se excluya también esta posibilidad.

La metodología a seguir es la siguiente: se siembran las panículas en filas separadas y se controlan durante todo el ciclo de cultivo; se descartan aquellas donde se encuentre alguna planta atípica o bien se manifiesten síntomas de segregación. Si se observa una planta o fila causa de una posible mejora, y se quiere diferenciar del resto, se separan y se recogen aparte para realizar en años sucesivos la selección perseguida. Para la conservación de la pureza, después del cultivo, se recogen 50-100 panículas de cierto número de filas, que han manifestado su homogeneidad y que constituirán la base para la repetición de la práctica en los años subsiguientes.

2.4. El cruzamiento, la mutagénesis y el cultivo de anteras *in vitro*

2.4.1. El cruzamiento

El objetivo de la hibridación en la mejora de las especies autóгамas es combinar en un solo genotipo los genes favorables de dos o más genotipos diferentes. Se deben contemplar una serie de consideraciones para decidir cuál es el método más adecuado de manipulación de poblaciones en segregación para lograr este fin. Influirán, en su decisión, el rendimiento, adaptación y reacción a las enfermedades de los genitores disponibles, el conocimiento del control genético de estos caracteres y otras consideraciones técnicas como la facilidad con que puedan fabricarse los híbridos y el espacio requerido para cultivar las poblaciones en segregación en el campo y en el invernadero.

La selección comienza en la generación F_2 seleccionando los individuos que, a juicio del mejorador, producirán la mejor descendencia. La mayor parte de los híbridos segregarán para un gran número de genes y todo individuo F_2 diferirá de todos los demás. En las generaciones F_3 y F_4 muchos *loci* serán ya homocigóticos y empezarán a aparecer las características familiares. Sin embargo, en estas generaciones persiste todavía mucha heterocigosis y, por tanto, las plantas de una misma familia pueden diferir genéticamente entre sí. Por consiguiente, en estas generaciones se seleccionan las mejores plantas de las mejores familias. En las generaciones F_5 o F_6 la mayor parte de las familias serán homocigóticas en la mayoría de los *loci*, por lo que deja de ser eficaz la selección dentro de las familias. En estas generaciones, las familias con un antepasado común, una o dos generaciones antes, son muy semejantes entre sí, y, merced a los datos genealógicos, puede conservarse una de estas familias y eliminar las restantes estrechamente relacionadas con ella. Este método proporciona datos de las relaciones entre las plantas de generaciones sucesivas. Esta información es útil principalmente para evitar la selección de individuos estrechamente relacionados de valor casi idéntico.

2.4.2. La mutagénesis

Otro método de mejora se basa en la "inducción de mutaciones" mediante el empleo de métodos químicos o físicos de forma semejante a como se ha hecho con otras especies objeto de mejora. La mutación permite alcanzar la homocigosis de los genotipos más rápidamente que con el cruzamiento.

La mutagénesis se justifica o se prefiere, frente al cruzamiento, en el caso de que se manifieste una escasa variabilidad de los genotipos cultivados.

La utilización directa de los híbridos F_1 -como ocurre, por ejemplo, en el maíz- es uno de los objetivos planteados por los centros de investigación más avanzados. La posibilidad de encontrar la androesterilidad citoplásmica es el fundamento básico para la producción de los híbridos. La economía de este objetivo será tanto mayor y más evidente en el caso del trasplante, que permite un ahorro superior de semilla; de otro modo, en los países tropicales, donde el arroz puede llegar a alcanzar el carácter de vegetación perenne, permitiendo la multiplicación vegetativa de la plantas F_1 .

Hay que tener en cuenta que la heterosis derivada del cruzamiento en el arroz, contrariamente a lo que sucede en otras especies, permite -en términos productivos- incrementos cuantitativos del orden aproximado del 15-20%; no son, en consecuencia, en un primer análisis, previsibles unos resultados tan espectaculares en el arroz como en el maíz. En cualquier caso, el diario de Hong Kong *South China Morning Post* informó hace algún tiempo de la existencia de una línea de mejora genética del arroz, conjunta entre investigadores chinos y norteamericanos de la Universidad del Estado de Washington, que permitirá obtener dentro de algunos años nuevos arroces híbridos que posibiliten doblar los rendimientos a los convencionales que se siembran actualmente.

Hay que tener en cuenta, al respecto, que los rendimientos actuales medios en China son del orden de 7'5 Tm/Ha. y, en estos momentos, ya existen híbridos comerciales que pueden producir, en las mismas condiciones, una media de 9-10 Tm/Ha. El objetivo es alcanzar las 12 Tm/Ha. para poder atender a las

necesidades de la creciente población china cultivando la misma superficie de terreno; ello constituye un reto necesario, tanto para atender las necesidades de alimentación como para evitar aumentar las superficies de cultivo, que constituyen un bien, por cierto, cada vez más escaso e imprescindible, al objeto de conservar los espacios naturales, el medio ambiente y la biodiversidad. El proceso de mejora incluye, aparte de la selección de parentales y la hibridación, técnicas de ingeniería genética mediante las que se inserta un gen de maíz (*Zea mays* o *Triticum indica*) para aumentar la resistencia al estrés, y un proceso de mejora clásica para depurar las plantas que presenten buena condición culinaria, ya que el arroz híbrido obtenido hasta la fecha presenta, en general, una mala calidad en la cocción.

Los híbridos se vienen utilizando en varios países asiáticos y en USA, con una productividad, como ya se ha dicho, del orden del 15-20% superior a la del arroz convencional. Todos esos trabajos de mejora genética utilizando diversas técnicas combinadas así como los crecientes conocimientos en el genoma del arroz, tampoco son exclusivos de la mencionada investigación chino-norteamericana, sino que también se trabaja en otros países y en particular en el IRRI.

2.4.3. El cultivo de anteras *in vitro*

Un sistema reciente propuesto para llegar a obtener, de forma más rápida, una mejora del arroz es el que se basa en la técnica del cultivo de anteras “*in vitro*”, obtenidas de plantas F_1 , provenientes de un cruzamiento previo, programado para este fin.

Este método permite obtener plantas haploides de anteras recogidas cuando el polen no se ha formado todavía, antes de la fase de espiga en zurrón, en el momento en que la microespora se encuentra en forma mononucleada. Mediante el cultivo sobre un adecuado sustrato nutritivo se estimula la división celular del núcleo vegetativo, por vía mitótica del grano de polen inmaduro, y no meiótica, produciendo un callo vegetativo, o sea, un conjunto indiferenciado de

células; posteriormente se formará una planta haploide. El proceso descrito se define como “androgénesis”.

Posteriormente, se induce la diploidización mediante un tratamiento con colchicina o bien de forma espontánea, lo que conduce a la formación de plantas cuyo genotipo es homocigótico. Las líneas isogénicas producidas de esta forma pueden ser utilizadas directamente o bien -mucho más adecuadamente- se emplearán en programas de hibridación.

Los resultados no son, ciertamente, de fácil y rápida puesta en práctica, ya que la tecnología del cultivo *in vitro*, como conjunto del proceso químico y fisiológico del cultivo del callo y plántula, se suma a los problemas propios de la heredabilidad.

2.5. La selección genética: métodos

2.5.1. Introducción

Al cruzamiento, o al material genético sujeto a mutación, le sigue la actividad selectiva, que puede basarse en métodos diferentes. La elección del método a utilizar depende de la base genética con la que se trabaja; cuanto más compleja es, como lo son los caracteres de mayor interés, tanto más tardío y lento deberá ser el proceso de obtención de la planta individual y de la selección de líneas puras.

2.5.2. La selección genealógica

Se separan, en la F_2 , plantas individuales, y también en la F_3 y en las generaciones siguientes, controlando y cultivando las descendencias planta a planta, hasta obtener en F_5 o F_6 una homocigosis suficiente. Este tipo de selección no tiene un gran rendimiento, ya que no es posible controlar un convenientemente elevado número de plantas en la fase inicial, cuando la

segregación de los caracteres es mayor, con el fin de que se tenga una más alta probabilidad de obtener la diferenciación del carácter que se busca.

2.5.3. La selección genealógica masal

Dicho procedimiento corrige parcialmente las dificultades anteriormente expuestas. La semilla F_2 se recoge, mezclando la de todas las plantas, y se selecciona en F_3 , planta a planta, si las condiciones ambientales han permitido una diferenciación genotípica útil. En caso contrario, se recoge, igualmente, de forma conjunta, seleccionando en la F_4 y las generaciones siguientes.

2.5.4. El método de la selección por agrupamientos

Realiza el cultivo de todas las plantas, mezclando, hasta la F_5 o F_6 , la semilla de una panícula por planta, sin efectuar selección alguna, a no ser la mínima consistente en eliminar solamente las plantas excesivamente tardías o altas.

El número de plantas a utilizar para la selección debe ser el más alto posible en las primeras generaciones: concretamente, de 10.000 a 20.000 en la F_2 . En F_4 y F_5 tiene una gran importancia la selección entre líneas -cuando no se utilice el método por los agrupamientos-, mientras que es bastante menor dentro de las líneas¹.

¹ Ello es debido a que la heredabilidad es grande entre líneas, es decir, que existe una gran variabilidad de los caracteres con base genética entre líneas distintas, mientras que la variabilidad es pequeña para plantas pertenecientes a la misma línea.

CAPÍTULO 9

- METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE CRUZAMIENTOS -

1. El cruzamiento

La autofecundación es la base de las posibilidades de selección que se han considerado hasta aquí, **pero fue y es la hibridación el método que permite mayores resultados en la mejora vegetal**, ampliando las posibilidades combinatorias por la unión entre individuos y genotipos bastante diferentes y de un origen geográficamente distinto.

La hibridación y la sucesiva selección permiten tener la probabilidad de reunir, en un solo genotipo, los caracteres considerados útiles de otros distintos, o bien conseguir, en el nuevo, una mejora en la manifestación real de algunas características ligadas a genes de acción aditiva.

El cruzamiento se puede realizar utilizando procedimientos diferentes que, sin embargo, conducen al mismo resultado: la obtención de cariósides que resultan de la fecundación de flores de una planta "madre" mediante la polinización y consiguiente fecundación por polen recogido de otra planta, preelegida después de la adecuada planificación de los cruzamientos.

En el momento de la reproducción de las cariósides obtenidas en la primera generación, la F_1 , las dotaciones cromosómicas entran en combinaciones y recombinaciones durante las generaciones F_2 y sucesivas. La obtención de un elevado número de cariósides derivadas del cruzamiento es la mejor garantía de

la máxima variabilidad de las sucesivas poblaciones híbridas; de la misma forma, la mayor probabilidad de mejora se consigue mediante el cultivo de un gran número de plantas en las generaciones F_2 y F_3 .

Veamos los diferentes procedimientos:

A) Los métodos de hibridación son diferentes; uno de ellos se sirve de la castración de las flores de la planta madre mediante el corte de la parte apical de las glumillas en el momento en que las anteras no alcanzan todavía la base del ápice de aquéllas. La castración se puede realizar mediante la extracción de las seis anteras utilizando unas pinzas o también un pequeño tubo de vidrio conectado a una bomba de vacío.

B) Otro procedimiento realiza previamente la apertura de las glumillas y la salida de las anteras calentando el aire alrededor de la panícula; ésta se introduce en un matraz que previamente había tenido agua caliente; la castración se consigue con el sucesivo corte de los estambres mediante unas tijeras.

C) Un método intermedio realiza simultáneamente el corte de las glumillas y de los estambres, visibles por transparencia, cortando a ras de las anteras. La sucesiva fecundación cruzada se efectúa sacudiendo sobre la panícula, con las flores castradas, la del polinizador, en fase de floración y dehiscencia de las anteras; de otro modo colocando una antera en el interior de cada flor castrada. Mediante una metodología distinta, se atan una o varias panículas polinizadoras con la que se quiere polinizar, se encapuchan juntas y se sacuden varias veces para favorecer la polinización.

D) Un método más actual de cruzamiento produce la inactivación o desactivación del polen mediante tratamientos térmicos, letales sólo para las células polínicas, sin posibilidad de producción de otros daños mecánicos a la planta.

La panícula se introduce en un recipiente que contiene agua a la temperatura de 43°C durante un período de tiempo próximo a los cinco minutos.

La operación se realiza durante las primeras horas de la mañana, antes de que las flores abran las glumillas espontáneamente. Como consecuencia de la inmersión, las flores se abren en un período de tiempo sucesivo máximo de media hora; las flores que se habían autofecundado anteriormente y las no maduras permanecen cerradas y se eliminan.

La panícula sobre la que se ha realizado la operación durante la espera para ser fecundada se cubrirá con un caperuzón de papel celofán; después, se recogerán dos o tres panículas de la planta polinizadora. Poco antes de la anthesis, se unen a aquéllas y se recubren juntas. En el momento en que se abran las flores polinizadoras, se sacude a intervalos para favorecer la polinización; las flores de la planta polinizada se vuelven a cerrar en un arco de tiempo aproximado de dos horas.

El comportamiento varietal frente al tratamiento es diverso en lo que respecta al resultado útil que se consigue, a la velocidad de apertura y cerrado de las flores y al momento óptimo de la castración: panícula completamente fuera o parcialmente envainada.

Procediendo según este último método, la bolsa de papel celofán se puede quitar tres o cuatro días después de la polinización, mientras que se debe dejar cuando la cariósida se forma sin cubrir por la glumillas, a consecuencia de su corte efectuado en otros métodos.

Mediante el método térmico de inactivación del polen se pueden eliminar las cariósidas autofecundadas. En efecto, una vez que se quita el capuchón de celofán se pueden observar, por transparencia, las cariósidas de mayor tamaño, provenientes de una fecundación anterior a la castración, y se cortan.

2. Otras modalidades de cruzamiento

Se exponen someramente, a continuación, aunque se utilizan poco en el caso concreto del arroz. Además del "cruzamiento simple", entre dos genotipos

diferentes llamados genéricamente (a x b) o (c x d), etc., el "cruzamiento convergente" lleva a cabo un programa de cruzamientos dobles, por hibridación cruzada entre las F₁ continuamente: (a x b) x (c x d) x (e x f) hasta tener el último año un solo híbrido. Tales programas suponen un elevadísimo número de cruzamientos, que se reducen, sin embargo, en el caso de que el cruzamiento simple inicial de cada combinación utilice un mismo progenitor: (a x b); (a x c); (a x d), etc.

Por último, el "retrocruzamiento" (en inglés "Backcross") no persigue crear nuevas variedades (variedades muy distintas a las que ya se poseen), sino que su objetivo es mejorar las variedades con gran número de caracteres excelentes pero que son deficientes en unos pocos. Se utiliza una serie de retrocruzamientos con la variedad a mejorar en los cuales se mantiene por selección el carácter o caracteres que se quieren introducir. Se llama *donante* la variedad de la cual nos interesa obtener un carácter determinado. Llamamos variedad *recurrente* la que tiene un buen genotipo pero se le debe mejorar un carácter. Este método se considera bueno para transferir resistencia a las enfermedades o bien para proporcionar a un genotipo, que se tiene en estima, cierto carácter con base hereditaria simple.

CAPÍTULO 10

- MEJORA GENÉTICA DEL ARROZ -

1. Objetivo y variedades

Los mejoradores de plantas, y más concretamente los mejoradores de variedades de arroz, se marcan unos objetivos en la realización de sus trabajos para conseguir unas nuevas variedades que presenten una alternativa más ventajosa para el productor-utilizador; ello pasa, en primer lugar, por la elección de los parentales con los que se van a realizar los cruzamientos que conduzcan a los resultados perseguidos. De una forma general, y dadas las condiciones actuales de cultivo de arroz, se puede citar una serie de características que tienen que presentar las variedades para que las hagan más atractivas para los agricultores.

El primer carácter en el que el obtentor se fija más, en la actualidad, es el **aumento de la capacidad productiva**, lo cual se consigue actuando sobre diversos caracteres, como son los siguientes:

- Hojas de porte erecto, que mejoran y aumentan el potencial fotosintético.
- Gran capacidad de ahijamiento para obtener un gran número de panículas y, a su vez, un elevado número de granos en la panícula.
- Altura baja, lo cual influye en la resistencia al encamado y en el posible incremento del abonado. Esta talla baja de la planta del arroz, con unas hojas erectas y un tallo fuerte, son factores que influyen mucho en la producción y además en la facilidad y perfección de la recolección mecanizada.
- Una maduración simultánea de todas las panículas de una planta, y a su vez de todos los granos incluidos en una panícula, ya que, de lo contrario, cuando

una parte de la panícula está en su punto óptimo de madurez, otros granos permanecen verdes, lo cual influye en el rendimiento del arroz elaborado y, además, el producto final resulta menos uniforme.

- También persiguen -los mejoradores del arroz- la mejora de las características tecnológicas, lo cual se traduce, fundamentalmente, en una búsqueda de un mejor rendimiento en granza.

- Además, hay ciertos objetivos que es siempre necesario tener en cuenta, como son la incidencia de las enfermedades, las cuales suelen ser más o menos diferentes en distintos ambientes de cultivo. Concretamente, en la mayoría de las zonas productoras que sean húmedales, los hongos del género *Pyricularia*, tanto en la hoja como en el tallo, son de una gran importancia.

Las variedades comerciales españolas que hoy están mayormente en uso, se explicitan a continuación:

a) *BAHIA*, *SENIA* y *TEBRE*

Se trata de tres variedades muy extendidas, con características bastante similares, pero evidentemente diferentes una de otra. En las condiciones actuales de cultivo, el *Tebre*, en el delta del Ebro, está siendo un poco más productivo que las otras dos, en cambio tiene del orden de cuatro puntos menos de rendimiento en arroz blanco que el *Senia* o el *Bahía*.

En cuanto al porte de la planta, el *Bahía*, por las causas antes mencionadas, presenta una altura excesiva, mientras que el *Senia* es aproximadamente un 18% más bajo, y el *Tebre* presenta una altura intermedia entre el *Bahía* y el *Senia*. La susceptibilidad al hongo *Pyricularia oryzae*, tan común en diversas zonas de cultivo, sobre todo en estos últimos veranos tan calurosos y húmedos, también varía entre ellas, siendo muy similar en el *Senia* y en el *Tebre*, con una incidencia media, y, en cambio, con una incidencia bastante mayor en el caso del *Bahía*.

En cuanto al poder de ahijamiento, el más alto lo presenta *Senia*, seguido de *Bahía* y *Tebre*. La longitud del grano "carga" es bastante similar entre los tres tipos, pero el *Senia* es un poco más largo, seguido del *Bahía* y del *Tebre*. Por lo

que se refiere a la anchura, veamos que la mayor se da en el *Tebre*, seguida del *Bahía* y del *Senia*. Por último, el peso de 100 granos es muy similar en el caso del *Bahía* y del *Tebre*, y, en cambio, es un poco más bajo en el caso del *Senia*.

b) *CALCA*, *NIVA* y *BALILLA* x *SOLLANA*

Si tomamos como referencia la variedad *Bahía*, que es la más conocida y extendida en la zona, y nos referimos, concretamente, a su producción en la zona climática del delta del Ebro, nos encontramos que el *Balilla* es de una producción similar al *Bahía*, el *Niva* un poco superior y el *Calca*, nueva variedad perteneciente a la empresa “Semillas Certificadas Castells, S.L.”, es de una producción bastante superior. Si nos referimos a los rendimientos, veremos que el *Niva* sí que es muy parecido al *Bahía*, pero el *Balilla* se aleja cinco puntos por debajo del *Bahía*, mientras que el *Calca* también supera un poco el rendimiento del *Bahía*.

Las tres variedades referidas presentan una susceptibilidad media al hongo *Pyricularia oryzae*, y muy parecida al *Senia* y al *Tebre*. Una característica específica del *Calca* es que resulta un tanto sensible al encamado si se dan las condiciones adecuadas para que el fenómeno se produzca. La capacidad de ahijamiento del *Calca* es muy similar al *Senia*, pero, en cambio, el *Niva* y el *Balilla* presentan una capacidad de ahijamiento muy inferior, incluso al *Bahía*. En cuanto al grano, la longitud del *Calca* es incluso superior al del *Senia*, mientras que el *Niva* es similar al *Bahía*, y el *Balilla* es muy corto.

De las tres variedades de arroz expuestas, el de anchura mayor es el *Balilla*, similar al *Tebre*, mientras que el *Calca* es un poco inferior y el *Niva* también. En el peso de 100 granos, en el que influye ya el espesor del grano, el resultado es que el *Calca* resulta similar al *Tebre*, y los otros dos, *Niva* y *Balilla*, son claramente inferiores. Como las alturas de las tres variedades son similares al *Tebre*, o incluso mayores, como es el caso del *Niva*, existen notorias posibilidades de encamado en las tres variedades analizadas.

c) *LIDO*

Ya hemos mencionado antes esta variedad por su plasticidad. Se trata de una variedad muy precoz, menos productiva que el *Bahía* en la zona del Delta, y, sobre todo, con un rendimiento claramente más bajo. Por contra, es bastante resistente a los hongos del género *Pyricularia*, y con una fuerte capacidad de ahijamiento, con un grano largo similar al *Senia*, pero muy estrecho, lo cual hace que sea claramente más bajo el peso de 100 granos con respecto a las otras variedades analizadas: *Bahía*, *Senia* o *Tebre*.

d) *THAINATO*

Se trata de una variedad también precoz, con una producción similar al *Lido* y con un rendimiento también bajo, aunque superior al *Lido* al menos en tres puntos. Es bastante susceptible -en las condiciones climáticas del delta del Ebro- al ataque de *Pyricularia* y presenta una muy fuerte capacidad de ahijamiento. En cuanto al grano, le pasa un poco como al *Lido*, que es estrecho, lo cual hace que el peso de 100 granos sea claramente inferior a los testigos *Bahía*, *Senia* o *Tebre*. Presenta una ventaja con respecto al *Lido*, y es que resulta de una talla inferior.

e) *THAIPEARLA*

Estamos ante una nueva variedad, también de tipo Japónica, que tiene una producción superior al *Bahía*, pero con un rendimiento bajo y muy similar al *Lido*. Presenta la ventaja de que es de una talla inferior al *Bahía* y resulta bastante resistente a la *Pyricularia*, con una capacidad de ahijamiento superior incluso a la del *Senia*, pero con un grano corto y no muy ancho, lo cual hace que también sea bajo el peso de los 100 granos de semilla. El grano tiene unas características que lo hacen muy interesante desde el punto de vista comercial.

f) *THAIBONNET*

Se trata de una variedad de tipo Índica de grano muy largo, que presenta muy altas producciones en el Sur de España, pero que en el delta del Ebro, aunque supera al *Bahía*, no suele superar al *Tebre* y tiene un rendimiento muy similar a éste, y, por supuesto, inferior al *Bahía* y al *Senia*. Tiene la ventaja de que posee un gran poder de ahijamiento, y una talla baja, y es bastante resistente al

hongo *Pyricularia oryzae*. Como el grano es estrecho, también es bajo el peso por 100 granos.

2. Plan de trabajo y calendario

A continuación, se desarrolla un ejemplo de mejora genética del arroz. Todo lo anteriormente expuesto y detallado nos conducirá a la elección de la metodología del trabajo a realizar y de los materiales a emplear con el fin de obtener una variedad de arroz que resulte altamente adecuada para su empleo en una zona geográfica determinada, como por ejemplo cualquiera de las españolas.

La metodología partirá del cruzamiento artificial entre variedades del tipo Japónica, así:

LIDO x BAHIA
THAIPERLA x SENIA

Se llevará a cabo un método de selección genealógica a partir de la generación F_2 del cruzamiento adecuado. Para ello, se realizarán los siguientes pasos:

- Elección de genitores.
- Primer año: realización de cruzamientos.
- Segundo año: análisis en el campo de los F_1 y obtención de semilla F_2 .
- Tercer año: análisis en el campo de las líneas F_2 y selección por los caracteres que más interesen (selección de plantas individuales).
- Cuarto año: análisis en el campo de las líneas F_3 , con selección de plantas individuales.
- Quinto año hasta séptimo u octavo año: eliminación de líneas y selección de plantas dentro de las líneas.
- Aproximadamente en las generaciones F_7 o F_8 tendrá lugar una adecuada homogeneidad.

- Obtención de la variedad buscada y multiplicación de la semilla en el campo G₀, G₁, G₂, prebase, base, R-1 y R-2.
- En cada una de las fases anteriores se llevará a efecto la selección de la simiente mediante el correspondiente proceso agroindustrial, consistente en la limpieza, secado, almacenamiento, seleccionado densimétrico, tratamientos fitosanitarios, envasado y etiquetado.
- Expedición y comercialización hasta los puntos de venta a empresas mercantiles, cooperativas y agricultores individuales.

3. Mejora genética de la variedad *Bomba*

Se trata de una variedad muy antigua que resulta muy apreciada, desde el punto de vista comercial y organoléptico, para la confección de paellas y otro tipo de variantes gastronómicas del arroz, y por ello ha sido redescubierta en los últimos años. Es una variedad de producción minoritaria que alcanza precios muy elevados en el mercado especializado. Pero en contrapartida, esta variedad tiene una serie de aspectos negativos desde el punto de vista agronómico o de su comportamiento en campo. Son ejemplo de ellos, la presencia de arista en el grano, su baja producción, también su bajo rendimiento, una susceptibilidad a *Pyricularia oryzae* media y algo mayor que la mayoría de las restantes variedades (lo que comporta menor calidad del grano), pero con una alta susceptibilidad a la *Alternaria* y una débil capacidad de ahijamiento. También tiene una altura excesiva, lo que le confiere una clara tendencia al encamado, por lo que la dosis de abonado nitrogenado debe reducirse para evitar el crecimiento excesivo de la planta y la consecuente pérdida de calidad del grano.

En el Departamento del Arroz del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), desde 1996 se está realizando una mejora genética de la variedad *Bomba* (variedad bajo la D.O.), debido a las características químicas que posee que la diferencian de las restantes variedades más habituales de grano medio como la *Senia* o *Bahía*. La propiedad más apreciada es su mayor resistencia a la cocción (por lo tanto se “pega” menos). El grano es incluso más corto que el *Balilla* y, además, es más estrecho, lo cual también da un bajo peso

por 100 granos, compensado, en parte, por el espesor del grano, ya que se trata de un tipo muy redondeado.

Su ciclo, en fin, resulta algo más corto que el de las variedades de empleo más corriente, lo que exige su cultivo en parcelas donde el “corte” del agua para la recolección pueda realizarse con independencia y anterioridad (o bien la siembra pueda ser más tardía). Últimamente, desde el punto de vista comercial, su precio en arroz-cáscara percibido por el agricultor viene multiplicado por el factor de corrección 2,3-2,7 en relación al de las variedades más corrientes (*Fonsa, Bahía o Senia*).

4. Tendencias de la producción europea

También el obtentor de nuevas variedades de arroz deberá tener en cuenta, en todo momento, las tendencias de producción y consumo que tienen lugar -específicamente, en nuestro caso- en el ámbito de la Unión Europea.

Si nos referimos a las dos últimas campañas cuyos datos nos son conocidos, veamos que Italia, el mayor productor europeo, ha experimentado una reducción de cosecha del 3%, siendo la reducción en el tipo *Índica* del 7%, con una reducción de la superficie de este tipo de arroz del 4%.

En este sentido, hay que destacar que salvo Italia, todos los países de la UE productores de arroz han incrementado la superficie de *Índica*, destacando Francia con un importante incremento del 31%. Las superficies de las variedades tipo *Japónica* también se han visto incrementadas salvo en Francia que, en este caso, ha experimentado una reducción del 5%.

El siguiente cuadro nos ofrece una imagen orientativa de lo que ha venido sucediendo en la UE en las dos últimas campañas arroceras, por lo que se refiere a superficies, producciones y rendimientos.

Tabla 10.1. Superficies, producción y rendimientos del arroz-cáscara en Europa (campañas 2002/03 y 2003/04)

ARROZ (PADDY) : PRIMERA ESTIMACIONES CAMPAÑA 03/04																
	Superficie						Rendimiento				Producción					
	2002/2003		2003/2004		% 02/01		2002/2003		2003/2004		2002/2003		2003/2004		% 02/01	
	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica
Grecia	14250	7100	14600	7400	2,5%	4,2%	8,49	6,57	8	6	121100	46700	116800	44400	-4%	-5%
España	57428	55311	60072	56057	1,0%	1,3%	8,38	6,97	8,25	6,91	513102	374498	484524	386076	-6%	3%
Francia	4229	14319	5539	13561	31,0%	-5,3%	5,36	5,9	5,7	5,7	22649	84518	31572	77298	39%	-9%
Italia	58620	160050	56275	163800	-4,0%	2,3%	6,6	6,15	6,4	5,95	386900	984310	360160	975000	-7%	-1%
Portugal	3000	22000	3000	22000	0,0%	0,0%	6,2	6,1	6,2	6,1	12400	152500	10540	129625	-15%	-15%
total	137527	258780	139486	262818							1056151	1642526	1003596	1612399		
TOTAL	396307		402304								2.698.677		2.615.995		-3,1%	

CAPÍTULO 11

- LA ADAPTABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE LA VARIEDAD SELECCIONADA (MEJORA CONSERVADORA) -

1. La adaptabilidad de las variedades

La adaptabilidad es un concepto que se deriva de la necesidad de obtener genotipos aptos para distintos lugares geográficos: diversas técnicas de cultivo y de ambiente, para los que el genotipo ideal debe mostrarse polivalente.

El concepto de adaptabilidad o plasticidad va unido a la capacidad de una cierta variedad para dar producciones igualmente buenas en cualquier ambiente edafo-climático y en una campaña favorable o no. La adaptabilidad se debe a una combinación de factores de carácter genético poco conocida, por la que la variabilidad de los caracteres fisiológicos -principalmente el comportamiento frente a la luz y la temperatura, junto con las reacciones biológicas de síntesis- se mantiene entre límites muy estrechos, incluso en circunstancias difíciles y en condiciones de cultivo muy diversas.

Debe tenerse en cuenta que la capacidad de adaptación de las variedades de arroz a las condiciones ambientales no ha sido objeto de investigaciones sistemáticas que permitan una obtener una información segura y una clasificación nítida. Este objetivo es uno de los más importantes que la investigación, en el campo de la mejora genética de las variedades, deberá abordar para evitar la creación de un excesivo número de variedades con características no muy buenas y para que no se den producciones óptimas alternando con resultados desmoralizadores, al cambiar las condiciones de cultivo.

Naturalmente, este objetivo no excluye que se deban buscar variedades con características concretas y particulares, como la tolerancia al frío, la adaptación al cultivo en terrenos cenagosos, hidromorfos o salinos y otros tipos, para muy determinadas necesidades.

2. La conservación de la variedad seleccionada

Frecuentemente, se realizan comentarios sobre el hecho de que las variedades se modifican y pierden algunas de sus características. Se ha observado que en todas las variedades de arroz cultivadas antiguamente, las modificaciones producidas se refieren particularmente a los siguientes extremos:

- el ciclo de cultivo: se acorta, lenta y constantemente;
- la resistencia al encamado: las variedades se vuelven más susceptibles;
- la resistencia a los patógenos: aumenta la susceptibilidad;
- la presencia de plantas con cariósides de pericarpio rojo;
- las dimensiones de las cariósides: se modifican en sentido positivo o negativo;
- la resistencia al desgrane: disminuye gradualmente;
- la adaptabilidad de las variedades a ambientes de cultivo y ecológicos diferentes: normalmente aumenta;
- la capacidad productiva: con frecuencia disminuye;
- la rapidez de germinación: generalmente mejora.

Las causas más importantes de estas modificaciones son: variabilidad del desarrollo, mezclas mecánicas de semilla, mutaciones naturales, cruzamientos espontáneos, pequeñas modificaciones genéticas, presión selectiva de las enfermedades, técnica utilizada por el obtentor.

No obstante, la causa principal de la degeneración real de las variedades puede ser indudablemente atribuida al modo y a la técnica de obtención de las mismas. Para las viejas variedades no existe la menor duda de ello, ya que está claro que se trataba de poblaciones. En el caso de las más recientes, las causas

de las degeneraciones rápidas pueden ser debidas a que el registro y el cultivo de las variedades obtenidas ha sido demasiado prematuro, cuando todavía estaban presentes los fenómenos de segregación, o bien a que la producción de semilla de base no ha sido todo lo correcta que es exigible en estos casos.

Los caracteres de los organismos no son completamente estables sino que están sujetos a cambios que pueden ser, básicamente, de dos tipos:

- variaciones que, por afectar al genotipo, son heredables (mutaciones propiamente tales).
- variaciones que, por afectar solamente al fenotipo, son transitorias y no heredables.

Las mutaciones naturales y los cruzamientos espontáneos pueden ser unas de las más importantes causas de degeneración cuando no se procede con el máximo cuidado durante el proceso de producción de la semilla. La alogamia en el arroz ha sido analizada por numerosos investigadores. Algunos estudios realizados en Italia han verificado frecuencias de aproximadamente el 0,1%. En otros países se han encontrado frecuencias más elevadas, hasta el 3-4% en variedades cultivadas y el 20% en silvestres. Este fenómeno tiene una gran interdependencia de las condiciones climáticas.

La presión selectiva realizada por las diversas enfermedades puede desempeñar, tal vez, un papel importante. La consolidación de enfermedades micóticas, bacterianas, viróticas o, muchas veces, sólo la aparición de nuevas razas fisiológicas, pueden adquirir una importancia notable en la degeneración aparente de las variedades.

Se puede concluir que, cuando se respetan las normas necesarias en la obtención de nuevas variedades y en la producción de semilla, la degeneración de las semillas puede ser más aparente que real, aunque sin excluir la posibilidad de pequeñas modificaciones genéticas -difíciles de observar- por las que, a largo plazo, pueda adquirir notoriedad tan pernicioso fenómeno. En este caso, podría ser conveniente el efectuar, por el mejorador, un proceso de reelección seminal.

3. La mejora conservadora del arroz por las empresas especializadas

3.1. La influencia ambiental

Hemos explicado, pues, cuales son los objetivos que se plantea el mejorador de plantas para obtener una variedad de arroz concreta. Ahora bien, puede ocurrir que por causa de las influencias ambientales a las que antes hemos hecho alusión, la expresión de algunos caracteres, también mencionados antes, sea diferente en unos lugares o en otros. El agricultor arrocero se refiere a este concepto, de forma coloquial, diciendo que “esta variedad aquí va o no va”. Este concepto es lo que se denomina “adaptabilidad de las variedades”; una variedad será tanto mejor, en tanto en cuanto lo sea su plasticidad, es decir, su capacidad para producir buenas cosechas tanto en diversos ambientes como en diversos suelos, y sobre todo, en diversas campañas y condiciones de cultivo. Un caso de variedad de arroz con una gran adaptabilidad y muy conocida en casi todas las zonas es el de la variedad *Bahía*, la cual ha perdurado durante años, habiéndose cultivado lo mismo en el delta del Ebro que en las restantes zonas españolas, como en Valencia, en Extremadura, o en Andalucía; lo mismo le ocurre a la variedad de origen italiano denominada *Lido*. Otras variedades son menos plásticas, como es el caso de los arroces tipo *Índica* entre los cuales el más conocido, en estos tiempos, es la variedad denominada *Thaibonnet*, que ha sido ampliamente usada en Andalucía y Extremadura en los tiempos en que no existían restricciones al cultivo por causa de la sequía y, en cambio, no lo ha sido prácticamente ni en el delta del Ebro ni en Valencia, ya que la expresión máxima de caracteres de producción de esa variedad se consigue precisamente con las temperaturas más altas y prolongadas, propias del Sur de España.

Aparte de este concepto de adaptación, debida a condiciones estrictamente naturales, a lo largo del tiempo se van produciendo modificaciones del hábito de cultivo del productor de arroz, el cual aumenta los abonados minerales, la utilización de diversos fungicidas que provocan resistencias en los hongos, etc., los cuales hacen que siempre haya que tener en cuenta el concepto

de renovación varietal, es decir, de la búsqueda de nuevos genotipos que se adapten mejor a las condiciones culturales, por un lado y, también, a las condiciones industriales del procesado y comercialización del grano de arroz, por otro.

Con todo lo anteriormente expuesto se podía pensar que, cuando se tuviera a disposición del agricultor un buen espectro de variedades, estaríamos ante una situación estática y esas variedades podrían servir casi para siempre; pero ello no es así porque, con frecuencia, aparece otro concepto que el agricultor expresa, también de una forma coloquial, como que “esta variedad está degenerada”.

El concepto de “variedad”, en el caso de las especies autóгамas, como le ocurre al arroz, se identifica con el uso de un genotipo cuyo grano, al reproducirse, produce plantas iguales a aquellas de las que procede. Este concepto se traduce, en la práctica, en lo que normalmente se denomina “fijación de un genotipo”, es decir, después de un proceso de mejora genética se llega a la fijación de una serie de genes, los cuales hacen que la variedad reproduzca, en sus sucesivas multiplicaciones, sus caracteres fundamentales. Es decir, que las fluctuaciones que aparecen entre los diferentes individuos de la variedad no son genéticas sino consecuencia de lo que se denomina “influencia ambiental”, que puede ser producida o bien por las condiciones de cultivo, o por las condiciones climáticas de cada ambiente, o por los diferentes abonos químicos nutricionales, o bien, simplemente, por las prácticas culturales ejecutadas.

En sentido estricto, el problema de si una cierta característica es hereditaria o ambiental no tiene ningún significado. Los genes no pueden hacer que se desarrolle un carácter si no tienen el medio ambiente adecuado, y al contrario, ninguna manipulación del medio hará que se desarrolle una cierta característica si no están presentes los genes necesarios. A pesar de esto debemos reconocer que la variabilidad observada en algunos caracteres es debida, principalmente, a diferencias en los genes que llevan los diferentes individuos y que la observada en otros se debe, sobre todo, a diferencias en los medios a los que han sido expuestos los individuos; sería, por consiguiente, muy

útil el tener un parámetro que midiera la importancia relativa de la herencia y el medio en la determinación de la expresión de los caracteres.

Queda claro, entonces, que si una variedad determinada está fijada genéticamente -aparte de esa posible influencia ambiental-, las características de lo que denominamos “variedad de arroz” se van reproduciendo de forma constante a lo largo de las sucesivas multiplicaciones.

3.2. La conservación de las variedades

Tal como ya hemos apuntado con anterioridad, veamos que, en general, cuando una variedad de arroz se va cultivando durante varios años, se aprecia toda una serie de circunstancias degenerativas que inicialmente la variedad no tenía, como son, por ejemplo, el hecho de que se hace más sensible al encamado, se hace más sensible a los hongos, empiezan a aparecer granos de pericarpio rojo, empieza a desgranarse más y, por último, la producción y/o el rendimiento disminuyen.

Todas estas consecuencias negativas del uso continuado y poco pulcro de un genotipo inicial, son debidas a que no se realiza una conservación adecuada de aquel mismo genotipo inicial. Hay varias causas, a las que ya nos hemos referido, que producen todas esas modificaciones en las variedades cultivadas, como son, por ejemplo, las mezclas mecánicas de semilla en el proceso de recolección y secado, las mutaciones naturales, los cruzamientos espontáneos, pero sobre todo -y fundamentalmente- la técnica empleada en la obtención de la variedad. Con frecuencia, se empiezan a cultivar variedades que no están suficientemente fijadas y, en ellas, a medida que se producen las multiplicaciones correspondientes, empiezan a aparecer mecanismos de segregación de los caracteres que hacen que aquel concepto inicial de reproducción exacta de las características de un genotipo, no se cumpla, ya que, en el fondo, **se está haciendo la multiplicación de varios genotipos, eso sí, ligeramente parecidos entre sí pero no exactamente iguales**. Ello se complica sobremanera cuando esa segregación se ve incrementada, bien sea por una

mutación natural (que aunque, de baja probabilidad, de hecho se dan) o sobre todo, cuando aparece algún cruzamiento, ya sea con otra variedad cultivada, o bien con una planta de arroz asilvestrada, lo cual evidentemente aumenta mucho la frecuencia de aparición de los fenómenos de segregación. De este modo, la media poblacional de una variedad en concreto puede diferir, de modo ostensible, con respecto a los valores que tenía el genotipo inicial que dió lugar a la nueva variedad.

Con esto entramos pues, de lleno, en la constatación práctica de que las variedades dejadas a su libre albedrío no son estáticas y aparece, con fuerza emergente, la perentoriedad de la CONSERVACIÓN de las mismas en pureza, es decir, con las mismas características que tenía inicialmente.

Este concepto de conservación engendra toda una tarea específica y sistemática que ni puede, ni debe, ni sabe hacer el productor-cultivador de arroz, y es una actividad exclusiva de las empresas productoras de semillas. Cuando decimos que el agricultor no debe hacerlo es porque la actividad reseñada en sí requiere, por un lado, unos conocimientos teórico-prácticos en ocasiones muy específicos, y por otro, unas instalaciones electromecánicas que normalmente no posee el agricultor arrocero y en cambio sí tienen las empresas productoras de semilla.

Antiguamente -e incluso en la actualidad por parte de algunos agricultores excesivamente apegados a los métodos tradicionales- se da la circunstancia de reservar una parte de un campo establecido para producción de grano comercial, para lo que ellos denominan o denominaban “para semilla”. Con lo dicho anteriormente acerca de los cruzamientos espontáneos, de los fenómenos de segregación, etc., una actuación indiscriminada de este tipo no controla ningún mecanismo de los que hemos denominado “degeneración varietal” y tiene empero, como consecuencia práctica, unas pérdidas claras tanto en la productividad como en la calidad del producto terminado. Estas circunstancias, en general, las ha comprendido bien el agricultor y ha dejado casi exclusivamente la actividad de la producción de semilla en manos de las empresas especializadas, las cuales realizan la conservación de la misma de una forma idónea.

Este proceso de conservación varietal, también denominado MEJORA CONSERVADORA, se basa fundamentalmente en el rigurosísimo control que se hace en las sucesivas multiplicaciones hasta que se obtiene la semilla lista para su comercialización y venta.

En el caso concreto del arroz, al igual que en otro tipo de plantas autógamias, se parte de un campo inicial de líneas procedentes de panículas elegidas y a partir de ellas se van llevando a efecto las sucesivas multiplicaciones. El primer concepto que hay que tener en cuenta es que la semilla comercial será tanto más pura -lo cual quiere decir que se parece tanto más al genotipo original- cuanto menor sea el número de multiplicaciones a que se vea sometida, ya que, al aumentar este número, aumenta también, correlativamente, la probabilidad de aparición de cruzamientos incontrolados y de los fenómenos de segregación de los caracteres.

Los controles que se realizan para la conservación son de dos tipos: unos de campo y otros de laboratorio o de gabinete. En el campo, ya sea en los campos iniciales en donde se realiza la siembra panícula-línea, o bien, en las sucesivas multiplicaciones de pequeño tamaño, el control tiene que ser estricto, eliminándose, bien líneas enteras, o bien individuos en las parcelas de multiplicación, que por una causa u otra se alejen de la élite inicial. Una circunstancia burda y obviamente controlable es la aparición de plantas de otra variedad, así como de plantas asilvestradas, de grano coloreado, etc... Otra cosa mucho más difícil, y que requiere un perfecto conocimiento de la variedad que se está conservando a nivel técnico, es la eliminación de lo que llamamos "plantas fuera de tipo", es decir, aquellas plantas que -aún siendo de la variedad de la que se trata- presentan unas características morfológicas (pueden ser una o varias) que hagan que se separen del tipo élite inicial. Si no se conocen, en primer lugar, las características iniciales de la variedad, y, en segundo lugar, la expresión de aquellas plantas fuera de tipo, y no se eliminan con un rigor exquisito, dichas plantas van multiplicando su número en sucesivas reproducciones y ofrecen, como consecuencia indeseable, que la semilla final vendida no sea todo lo homogénea y uniforme que debe ser.

Queda claro, pues, que el concepto de utilización de la semilla (o, mejor dicho, en este caso hay que hablar de “grano”) por parte de la reutilización del agricultor de su propio material, es intrínsecamente perversa. Pero aunque se realice el proceso de conservación según los cánones establecidos para cada variedad, por parte de las entidades especializadas, como son las empresas productoras de semillas, la diferencia entre unas y otras estriba fundamentalmente en los conocimientos y rigurosidad técnica que ponga en su trabajo la entidad productora, ya que estas diferencias llevan como consecuencia que la semilla final sea de mejor o peor calidad. Por su parte, el agricultor eso también lo vulgariza diciendo que “la semilla que he comprado en la empresa X me ha salido mucho mejor que la comprada en otra empresa” ya que, o bien le ha dado más kilogramos de producción o bien -lo que es ya bastante más específico- le ha dado mayor rendimiento en granza.

En los países avanzados del mundo, entre los cuales se incluye España, afortunadamente, el agricultor ya ha comprendido que la semilla tenga que ser producida y vendida por las entidades productoras y deja que estas sociedades realicen la actividad que les es propia. Ahora bien, las Administraciones Públicas, incluida la española, con el objetivo de favorecer la utilización del mejor material vegetal por parte de los agricultores, ha creado el concepto que se denomina “Producción de Semilla Certificada”. Este concepto se halla reglamentado de tal forma que, admitiendo que las empresas de semilla realicen la actividad en cuestión, para lo cual les exige disponer de unas instalaciones adecuadas, si cumplen estrictamente con el Reglamento que para ello se ha establecido, extienden una etiqueta oficial que se debe incorporar a los sacos de semente, mediante la cual se garantiza al agricultor que la semilla que compra tiene todos los requisitos que la Ley establece para la misma.

Este Reglamento está publicado en el Boletín Oficial del Estado nº. 241, de 8 de Octubre de 1979 (puede verse la correspondiente Orden Ministerial de 31 de Agosto de aquel año reproducida, en primer lugar, en el anexo IX a este trabajo) y es de obligado cumplimiento. En él se establecen las características que deben tener cada una de las categorías de semilla multiplicada, partiendo de la semilla G_0 hasta la semilla de prebase y de base y la semilla certificada R-1 y R-2; se

especifican claramente las distancias a guardar entre los campos y los controles que en ellos se deben realizar, todo ello supervisado por inspectores competentes en la materia que tienen la potestad de invalidar cualquier categoría de semilla si detectan que no se presentan las condiciones adecuadas en el campo, o bien en la semilla producida en cada campo, mediante unos controles que se realizan en los laboratorios oficiales, y que se refieren, fundamentalmente, a la pureza varietal, al poder germinativo, al estado sanitario, a la presencia de granos rojos, etc.

En resumen, podemos afirmar claramente que la utilización de Semilla Certificada producida mediante los mecanismos a que antes nos hemos referido, y por las Entidades adecuadas, no presenta más que ventajas para el agricultor, el cual puede claramente despreocuparse del tema de la reutilización de su propia semilla, y, con los avales que le da la Administración competente, puede tener la confianza de que el dinero que emplea en la adquisición del material vegetal para su siembra está muy bien invertido, ya que ha servido para que los obligados controles en la producción de semilla sean realizados con toda la pulcritud necesaria.

CAPÍTULO 12

- LA PRODUCCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS -

1. La producción de semillas, certificación y registro de las variedades

La producción de las semillas constituye el último capítulo de la mejora genética de las variedades. Esta es una actividad agrícola que, basándose en la investigación, perpetúa los resultados acumulados al cabo de muchos años de esfuerzos y capitales invertidos.

Las semillas de arroz, en el marco de las normativas comunitarias y nacionales que regulan la comercialización de las simientes, deben cumplir determinados requisitos de identidad, pureza varietal, germinabilidad, pureza específica y sanidad, que deben ser cumplidos escrupulosamente por los productores de las mismas.

Con este fin se han fijado las condiciones mínimas que deben de cumplir los cultivos para la producción de simiente y las semillas certificadas; el respeto de tales condiciones se verifica a través de controles, formando parte de un conjunto de acciones previstas para la certificación oficial de las semillas.

Las semillas producidas de arroz tienen que pertenecer a variedades oficialmente registradas; con el único fin de la comercialización, las semillas pueden pertenecer a variedades que figuran inscritas en el Catálogo Comunitario de las Variedades. La producción de semillas y la certificación que se realiza a

nivel nacional generalmente se limita únicamente a las variedades inscritas en el Registro Oficial de las variedades¹.

Tabla 12.1. Relación de diferentes tipos de variedades de arroz con su número de registro y código de conservador

NRV	DENOMINACIÓN VARIETAL	CÓDIGO CONSERVADOR	TIPO
880098	<i>ALBADA</i>	X	Semilargo
006001	<i>BAHIA</i>	X	Redondo
006006	<i>BALILLA</i>	3608	Redondo
006002	<i>BALILLA</i> x <i>SOLLANA</i>	X	Redondo
800141	<i>BETIS</i>	0011	Redondo
006011	<i>BOMBA</i>	0275	Redondo
920387	<i>CALCA</i>	0275	Redondo
880097	<i>CLOT</i>	0082	Redondo
900466	<i>DOÑANA</i>	0243	Largo
940375	<i>FANGA</i>	0275	Redondo
940374	<i>FONSA</i>	0275	Redondo
940373	<i>GALATXO</i>	0275	Semilargo
880137	<i>GUADIAMAR</i>	0243	Semilargo
860083	<i>INDIO</i>	3609	Largo
770667	<i>JUCAR</i>	0011	Redondo
870158	<i>LEBONET</i>	X	Largo
880096	<i>LEDA</i>	X	Semilargo
970302	<i>LEMONT</i>	X	Largo
860082	<i>LIDO</i>	X	Semilargo
880099	<i>MARENY</i>	0082	Semilargo
940372	<i>MASO</i>	0275	Semilargo
770666	<i>NIVA</i>	X	Redondo
880138	<i>PUNTAL</i>	0243	Largo
840057	<i>SENIA</i>	X	Redondo
870303	<i>SKYBONNET</i>	X	Largo
006025	<i>STARBONNET</i>	5032	Redondo
840056	<i>TEBRE</i>	X	Redondo
870159	<i>THAIBONNET</i>	X	Largo
870164	<i>THAINATO</i>	X	Semilargo
870163	<i>THAIPERLA</i>	X	Semilargo
830082	<i>VENERIA</i>	X	Redondo
880150	<i>VETA</i>	X	Redondo

La inscripción de las variedades de arroz en el Registro comporta, según los criterios adoptados en el marco comunitario para ésta y otras plantas agrícolas, la realización de pruebas oficiales, de duración al menos bienal, tendentes a comprobar las características de “distinguibilidad”, “homogeneidad” y “estabilidad” varietal, junto con valoraciones relativas al “valor agronómico y de su utilidad”.

¹ Vide A. Tinarelli, pp.231 y ss. Obra citada en la bibliografía.

Las variedades inscritas en el Registro se conservan por el obtentor mediante métodos apropiados de selección, llamados de “selección para la conservación”, por medio de los cuales se efectúa la producción de semilla de prebase y, por derivación genealógica, la semilla de las categorías “de base” y certificadas de 1ª y 2ª reproducción. La certificación de las semillas en el área comunitaria está regulada por disposiciones contenidas en las Directivas del Consejo de las Comunidades Europeas 66-402-CEE y en el marco nacional con la ley de 25 de noviembre de 1971, nº 1096, y su relativo Reglamento de ejecución, así como con la ley 20 de abril de 1976, nº 195, y otras normativas, entre las que tiene un especial interés las “Disposiciones técnicas relativas a la certificación de las semillas de arroz”. Las sucesivas disposiciones regulan, en síntesis, las condiciones para inscripción en el registro, las formas de presentación de las instancias, las prescripciones de carácter técnico que tienen que observar los cultivadores y manipuladores de semillas y las metodologías de control.

Los controles oficiales para la comprobación de la identidad y pureza varietal en las categorías de semilla destinadas a la comercialización se realizan en: las explotaciones agrícolas, en las instalaciones de selección mecánica de las semillas, en los laboratorios de análisis y centros especializados a disposición del organismo responsable de la certificación.

En Italia, el país de mayor producción arroceras en la Unión Europea según puede comprobarse en el Capítulo 2 de nuestro libro, esta misión la realiza el organismo público *Ente Nazionale delle Sementi Elette: ENSE*. En el estado español, esta labor era realizada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV), pero ha pasado a ser competencia de organismos oficiales de las diferentes Comunidades Autónomas.

En el ámbito de las normas relacionadas con la actividad del productor-multiplicador resulta de gran importancia el respeto de algunas prescripciones técnicas de carácter general. Entre las de mayor importancia se pueden citar las siguientes:

- Categoría de la semilla. Las semillas de arroz objeto de certificación oficial se clasifican en diversas categorías, relacionadas entre sí por vínculos de sucesión genealógica a través de la selección varietal conservadora; de los núcleos derivan el material parental o G-0, las sucesivas generaciones G-1, G-2 y G-3 de semilla de prebase, semilla de base, semilla de 1ª reproducción o R-1 y de 2ª reproducción o R-2. De las semillas de prebase, cuando están certificadas, se pueden obtener las semillas de 1ª y 2ª multiplicación, pero no cuando falta el control y la certificación inicial.

- Número de variedades. El número de variedades que se pueden cultivar en una misma explotación es limitado: en el caso de cultivos para la producción de semilla de base se admite generalmente una sola variedad por explotación, salvo por derogación, cuando esté constituida por más de una finca y siempre que cada una de ellas disponga de una instalación autónoma para la recolección y conservación, de no más de dos variedades en la misma explotación, salvo cambios que se concedan en el caso de estructuras particulares de la explotación.

Aunque ésta es la normativa, para el arroz -con motivo de la persistencia durante muchos años de la germinabilidad del arroz de pericarpio rojo y desgranable- serían convenientes disposiciones que permitieran el cultivo de la semilla de base sólo en los terrenos con rotación, o también con monocultivo, pero solamente para la misma variedad y siempre con semilla de base. Es conveniente controlar el campo antes de la floración para evitar la posibilidad de cruzamiento entre la planta normal y las de grano rojo.

- Superficie de las parcelas. La reglamentación española contenida en la Orden ministerial de 1 de julio de 1986, que aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales, (véase el anexo IX de "Legislación"), prevé una superficie mínima de 3 hectáreas para la semilla de base.

- Depuraciones. Las depuraciones que se realicen en los cultivos de semillas obedecen a exigencias de distinta naturaleza: mezclas ocasionales,

variaciones, mutaciones; entre las depuraciones hay que destacar la eliminación de plantas distintas al tipo varietal que se trate, las de pericarpio rojo y las infectadas por enfermedades transmitidas por semilla: especialmente *Fusarium moniliforme*, la única fitopatía que en Italia se transmite a las plantas jóvenes y adultas del arroz solamente a través de la semilla.²

- Estado fitosanitario. Se tolera la presencia de indicios de *Pyricularia oryzae*, *Drechslera oryzae* (*Helminthosporium oryzae*) y *Sclerotium oryzae*; se admite la presencia mínima de *Fusarium moniliforme*. La reglamentación española no hace referencia a la presencia de *Fusarium moniliforme* (comentado anteriormente) y *Sclerotium oryzae*, del cual, a pesar de ser endémico en España, no se han cuantificado los daños producidos durante la última fase de la maduración.

El personal técnico, responsable de las inspecciones, durante la visita al campo, efectúa comprobaciones, cuya valoración sirve para decidir la posibilidad de realizar futuras depuraciones, relativas al estado general del cultivo: encamado, daños por granizo, esterilidad floral, etc., y a la presencia excesiva de malas hierbas, etc., pero no analiza la facultad germinativa u otro tipo de determinaciones.

Al grado de homogeneidad y pureza varietal se le presta una atención particular en las disposiciones vigentes mediante la fijación de unos parámetros rigurosos. Con relación a esto, las tolerancias permitidas de otro tipo de plantas, como otras variedades, variaciones o mutaciones en el momento de la inspección oficial en el campo son las siguientes:

- semillas de base: 0,5‰ plantas, incluidas las de granos rojos;
- semillas de 1ª reproducción: 1‰ plantas, incluidas las de granos rojos;

² Aunque este agente micótico haya sido aislado en arrozales españoles, no se han cuantificado todavía, aunque parecen pequeños, los daños que pueda producir durante la germinación o en la fase de maduración, y no se menciona en las reglamentaciones españolas, contenidas en la Orden citada anteriormente.

- semillas de 2ª reproducción: 2‰ plantas, incluidas las de granos rojos³.

- Análisis varietales. En el laboratorio, donde las semillas se analizan en lo relativo a la germinabilidad, pureza específica, estado sanitario, contenido máximo de semillas de *Echinochloa sp.* y de granos rojos en una muestra de 500 gramos, es también posible realizar un control sobre las características de identidad y de pureza varietal; este examen se basa en caracteres morfológicos de las cariósides: la pilosidad de las glumillas, la forma y la pigmentación de las espiguillas, el peso de 1.000 granos y la presencia o no de “perla” en el endospermo del grano de arroz.

- La germinabilidad. Las normas oficiales, que constituyen la guía de los análisis de laboratorio para la determinación de las características de germinación de la semilla de arroz, indican que se pongan en el germinador dos o cuatro repeticiones, de 50-100 cariósides del cereal, en el interior de cápsulas Petri. Para efectuar el control o prueba de la germinabilidad, la semilla se coloca en la oscuridad, a la temperatura de 28°C, durante 10 días, en condiciones de humedad y con el papel de filtro saturado de agua; durante y al final de este período de tiempo se realizan las determinaciones relativas a la energía germinativa, como complemento y no obligatoria, y las que indican el porcentaje de semillas germinadas, las que tienen brotes normales y las no germinadas. Según la normativa UPOV, se consideran “normales” las plantas embrionarias que presentan las siguientes características:

- El sistema radicular con la raíz principal intacta o que presentan pequeños defectos, como pueden ser zonas decoloradas o necróticas o con grietas y fisuras cicatrizadas. También son normales aquellas que tengan la raíz principal defectuosa, pero con las raíces secundarias suficientemente numerosas y normales.

³ La reglamentación española contenida en la Orden ministerial de 1 de julio de 1986 (BOE 19-7-1986) admite las siguientes tolerancias para la producción de semilla:

	Plantas de otras variedades	Plantas de otras especies
Semilla de base	1/5.000	20/Ha
Semilla R-1	2/1.000	2/10.000
Semilla R-2	3/1.000	4/10.000

- La parte aérea con el mesocótilo, el coleóptilo y las hojas normales, o bien con los pequeños defectos mencionados más arriba.

Se consideran, por el contrario, “anormales” las plantas embrionarias que presentan las siguientes características:

- El sistema radicular con la raíz primaria y secundarias defectuosas o insuficientes, es decir: encogidas o imperfectas; ausentes o con retraso en el desarrollo; rotas; agrietadas a partir del extremo; que presentan estrangulaciones; filiformes; con geotropismo negativo; translúcidas; marchitas como consecuencia de una infección primaria.
- La parte aérea con el mesocótilo defectuoso: roto; formando una espiral o aro; con retorcimiento acusado; marchito como consecuencia de una infección primaria; presentando el coleóptilo deformado o roto: con la extremidad dañada o ausente; formando un aro o espiral; con retorcimiento acusado; muy curvado; agrietado en más de un tercio de su longitud a partir del ápice; agrietado en la base; filiforme; marchito como consecuencia de infecciones primarias. Si las hojas están ausentes o cuyo desarrollo es inferior a la mitad de la longitud del coleóptilo y si son deformes.

Hay que recalcar que el fisiólogo o el analista que realice la determinación anterior ha de poner la máxima atención y cuidado para el análisis de la germinabilidad, teniendo en cuenta que las condiciones de ambiente utilizadas durante el mismo favorecen el fenómeno de la germinación.

Las condiciones ambientales reales del campo de arroz son completamente diferentes a las ideales del laboratorio; en él las temperaturas medias reales retrasan el fenómeno germinativo, por alterar las originales condiciones enzimáticas de las semillas, que favorecen a los hongos, los parásitos obligados o facultativos presentes en el terreno que atacan a la semilla antes de su geminación; hay que añadir otros muchos factores negativos, entre los que se encuentra la utilización de aguas eutrofizadas y contaminadas, que contribuyen a la alteración y destrucción de la planta embrionaria. Por otra parte,

las esporas o conidias de los hongos parásitos o saprofitos, presentes en la semilla, lo dañan a veces, al igual que los hongos externos, aunque éstos también se encuentran inhibidos por las situaciones térmicas, por el régimen de inundación, carente de oxígeno (anaerobiosis), o por el ambiente impropio de ellos.

Por todo ello se observa que usando una semilla perfecta, con un valor excelente de su poder germinativo, no germina, por término medio, más del 50% de la cantidad total de semillas distribuidas en el campo; muy pocas veces sobrevive por diversas causas, al final del cultivo del arroz, un número de plantas superior al 35% del número de semillas inicialmente distribuidas; la media oscila, en fin, entre el 20 y el 30 por ciento. De todo esto se deriva la necesidad de disponer de un método analítico que permita la obtención de unos datos, más acordes con la realidad práctica, en los que el agricultor se pueda basar con fiabilidad.

- Control a *posteriori*. Es el medio para examinar los aspectos varietales de las semillas en la fase de producto final, destinado a la comercialización; los resultados de los análisis se conservan hasta la utilización futura del lote de semilla certificada, como consecuencia de los tiempos necesarios e indispensables para realizar el cultivo de control; éste representa el instrumento más adecuado para comprobar el buen funcionamiento del sistema de certificación o de identificación de las ocasionales anomalías, caso de que en la selección varietal conservadora aparecieran variaciones de descendencia no conformes con la variedad original, y para prevenir, posiblemente, la pérdida de homogeneidad y de estabilidad varietal.

Asimismo, los Servicios Oficiales de inspección en materia de semillas en cada Comunidad Autónoma, controlan debidamente los procesos de producción, mediante visitas a los campos de semillas a partir del espigado, a través de los análisis de las muestras de la semilla envasada antes de su expedición y mediante la comprobación de las cantidades producidas respecto a los aforos de cosecha previamente efectuados.

2. Normas para la producción de las semillas

Se considera “semilla de base”, y se certifica como tal, exclusivamente la semilla derivada de la multiplicación de la semilla prebase o núcleo, procedente del Obtentor de la variedad o de quien tiene los títulos legales para conservar en pureza la variedad y para reproducirla.

Las semillas certificadas, de primera o segunda reproducción, tienen que proceder de la semilla de base. Cualquiera puede producirlas con tal de que cumpla las normas previstas.

Estas disposiciones principales, junto con las que establecen las características mínimas de las semillas para poder ser certificadas, constituyen la premisa de cualquier actividad productiva relativa a todas las semillas de cualquier especie cultivada.

El agricultor que quiera producir semillas y se proponga obtener unos resultados económicos válidos junto con eficaces resultados técnico-productivos tiene que acomodar su propia finca al problema particular impuesto por la delicadeza de toda una serie de operaciones.

Acomodar o adecuar su finca significa, ante todo, introducirse en el espíritu y concepto de esta actividad productora, lo que significa, entre otras obligaciones:

- Cultivar una sola variedad de arroz, o al menos no más de dos.
- Realizar la recolección y secado de cada variedad mediante una sola instalación o máquina en exclusiva. Sólo en el caso de garantía de limpieza absoluta, de todas y cada una de las partes de las instalaciones, se puede actuar de forma diferente.
- Los tornillos sinfín o roscas helicoidales, para el transporte del producto desde la secadora al almacén, deben de ser sustituidos por cintas transportadoras, en el caso del cultivo de dos variedades. De otro modo,

es indispensable que se pueda inspeccionar cualquier parte del sinfín mediante el abatimiento del fondo. Los elevadores de cangilones para el transporte ascensional vertical no pueden estar en un “foso” para inspeccionar mejor el fondo; las tazas o cubiletes (“cangilones”) de los mismos deben de ser fácilmente desmontables, para evitar que las semillas queden retenidas entre la correa (o cadena) y las tazas.

- En cualquier campo, en el caso de cambio de variedad, es necesario mantener, durante al menos dos años consecutivos un cultivo sin inundar para evitar que las semillas de pericarpio rojo o las de la variedad cultivada con anterioridad puedan contaminar el cultivo siguiente. Esta práctica, aunque necesaria para la producción de semilla, puede entrar en contradicción con las exigencias para la percepción de las ayudas agroambientales que exigen la inundación de los campos.
- La sembradora, los medios de transporte, los almacenes, los sacos y cualquier otro medio o instrumento que pueda ser causa de contaminación deben ser convenientemente inspeccionados antes de su utilización.

La técnica de producción, racional y apropiada, del “núcleo de la semilla” indica que el Obtentor de la variedad o el responsable de la “selección varietal conservadora” siembre o trasplante según el método de la panícula-fila o planta-fila. O dicho en otros términos: las plantas previamente elegidas o las panículas recogidas de plantas absolutamente idénticas entre sí y con la *standard* se deben cultivar en filas individuales.

Durante “todo” el período del ciclo de cultivo las filas que contengan una o varias plantas que difieran de la *standard*, para cualquier carácter principal que distinga y sea específico de la variedad en cuestión, serán eliminadas.

Al terminar la maduración se recoge un número suficiente y adecuado de plantas o panículas para repetir la operación durante el año siguiente: con la advertencia de recogerlas de muchas filas, para evitar que se realice una selección ocasional por caracteres que fenotípicamente no se manifiesten en el momento.

El producto de la parcela de cultivo recolectado y secado, con los cuidados necesarios para este caso, representa el primer “núcleo de semilla” del Obtentor o del Conservador.

Durante el año siguiente, el cultivo sucesivo -realizado con los cuidados convenientes para evitar contaminaciones indeseables- será sometido por el contrario a “selección masal”: la directa o positiva, o la indirecta o negativa. Puede ser muy conveniente, no obstante, efectuar ambas. Respecto a este método, recomendamos el repaso del anterior Capítulo 8 de nuestro libro.

En el primer caso, del cultivo sembrado de forma normal, se recogen cierto número de manojos de panículas elegidas entre las plantas más típicas, segundo panícula a panícula o por plantas y seleccionándolas en el almacén de la finca. En el segundo caso reseñado, se inspecciona el cultivo separando y quitando las plantas atípicas. Después de dos o tres ciclos de cultivo -como algunas legislaciones extranjeras establecen y requieren- se comercializa la semilla de base.⁴

El seleccionador que realice la producción de semilla certificada de 1ª y 2ª reproducción deberá utilizar la selección masal según la metodología antes dicha. El trabajo será tanto menor cuanto más esmerados hayan sido los cuidados, para evitar cualquier fuente de contaminación, sobre los cultivos precedentes.

Las empresas productoras de semillas, para la certificación de las mismas, tienen que demostrar el origen de cada partida individual mediante un registro de entradas y salidas.

El organismo a cuyo cargo está la certificación -después de la instancia o solicitud presentada a tal fin- controla los cultivos de semilla una o más veces, también bajo el aspecto sanitario; controla el origen de la semilla; saca muestras de los almacenes antes y después de la selección; realiza todos los análisis

⁴ En España, según el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales, aprobado por la Orden de 1 de julio de 1986, a partir del material parental o G-0 se requieren cuatro multiplicaciones para producir la semilla de base.

previstos por la ley; controla, mediante cultivos a *posteriori*, la correspondencia de la semilla con el *standard* varietal, cultivando también la semilla del conservador de la variedad.

Digamos, por último, que la etiqueta correspondiente que certifica el tipo y las características de la semilla deberá acompañarla por duplicado: en el interior y en el exterior del envase que la contiene.

3. La biotecnología y las empresas productoras de semillas

Las empresas biotecnológicas mantienen, desde hace ya algunos años, una política de integración vertical de empresas de semillas en su estructura. La razón es que esto les permite negociar mejor los acuerdos para las licencias de innovaciones biotecnológicas, ya que los organismos reguladores de estas licencias favorecen a las empresas productoras de semillas.

Durante la segunda mitad de los años noventa, se impuso en el sector agroquímico una fuerte tendencia hacia la integración vertical con las empresas productoras de semillas. El interés de las grandes compañías por integrarse verticalmente en estas empresas se explica por la complementariedad de los activos que participan en el proceso productivo: fundamentalmente conocimiento (know-how) y maquinaria. Para estas empresas, el producto final solamente será competitivo si se incorpora alguna innovación biotecnológica a su material vegetal. Por otro lado, en el caso de la innovación farmacéutica, la innovación biotecnológica no es suficiente por sí misma: solamente obtendrá todo su valor si la innovación es autorizada y si se introduce en el mercado con un fuerte impacto comercial.

Desde luego, la segmentación del mercado no es igual para la industria de semillas que para la industria farmacéutica. La segmentación, en el caso de los productos farmacéuticos, se fundamenta en las diversas enfermedades: de hecho, si una molécula es capaz de curar una enfermedad, será capaz de curarla en cualquier país del mundo. Por el contrario, la segmentación del mercado de

semillas se fundamenta en la existencia de diferentes especies vegetales y en su adaptación en las diversas zonas geográficas. Así, para que un carácter específico se pueda difundir al máximo -por ejemplo la resistencia a un insecto en el caso de la producción de arroz, como el taladro o barrenador *Chilo suppressalis*, Walk-, es necesario introducir esta característica dentro de todas las variedades de semillas.

Si consideramos esta restricción o condicionante, se comprende que para la mayoría de los organismos reguladores sea preferible conceder una licencia exclusiva a una empresa situada en los escalones más bajos de la cadena agroindustrial (los más próximos a la fase de venta) en el caso de la farmacia y, por otro lado, que también sea preferible otorgar licencias no exclusivas a diversas empresas productoras de semillas situadas en los escalones más bajos de la cadena agroalimentaria. En este sentido, podemos concluir que las empresas biotecnológicas están situadas en una posición más favorable para negociar un acuerdo de licencia cuando integren una empresa productora de semillas.

4. La protección de las nuevas variedades de arroz

El acceso a las variedades vegetales protegidas para desarrollar otras nuevas y las dificultades que ello plantea si las primeras contienen elementos genéticos protegidos por una patente es el tema de un simposio celebrado en Ginebra (Suiza) a finales del 2002 con delegados de la industria agroalimentaria implicada, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales.

Así lo señaló en conferencia de prensa el vicesecretario general de la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), Rolf Joerdens, al término del coloquio, organizado conjuntamente por esa organización intergubernamental y la Organización Mundial para la Propiedad Intelectual, con sede también en Ginebra.

La reunión, a la que asistieron 250 participantes, trató en especial de los desafíos que representan los progresos de la biotecnología vegetal para quienes inventan o desarrollan nuevas variedades vegetales.

Se trata de permitir la coexistencia efectiva de las patentes y de lo que se conoce en la jerga de esa organización como “derechos del obtentor”, es decir, de la persona física o jurídica que “crea, descubre y pone a punto una nueva variedad vegetal”.

Actualmente, hay 54.000 certificados de derechos de “obtentor” en los 51 países de la UPOV, según Joerdens, quien agregó que cada año se conceden 3.000 más, tanto de nuevas variedades logradas con manipulación genética como las conseguidas con los métodos tradicionales.

En el sistema UPOV, el seleccionador de una nueva variedad no está obligado a obtener la autorización del titular de uno de esos derechos si quiere utilizar la variedad protegida para crear una nueva. Sin embargo, si la nueva variedad vegetal lleva incorporado al final del proceso material genético de la anterior en el momento de explotarla comercialmente, su obtentor habrá de llegar a un acuerdo con el titular de los derechos.

Existe, por otro lado, una excepción facultativa por la que un país puede restringir el derecho del seleccionador “dentro de límites razonables y respetando sus intereses legítimos” para permitir al agricultor arrocero utilizar las semillas de una cosecha para la siguiente: es lo que se conoce como “el privilegio del agricultor”. No obstante, por razones obvias, y conforme aumente el conocimiento tecnológico del propio agricultor, este derecho o privilegio va a tender a ser menos exigido y disfrutado.

Por otra parte, para prevenir abusos de quienes añaden un simple elemento de los progresos de la ingeniería genética, en la última revisión del convenio de la UPOV se introdujo el concepto de “variedad esencialmente derivada” que permite recompensar económicamente al titular inicial.

5. Limitaciones en el derecho a la información

La sentencia de la sala quinta del tribunal de justicia europeo (TJE), de 10 de abril de 2003, se pronuncia sobre la obligación de facilitar informaciones al titular de la protección comunitaria, tras la aplicación del denominado “privilegio del agricultor”. Este privilegio, al que nos acabamos de referir en el punto anterior, consiste en el derecho que se le reconoce a los agricultores de sembrar con su propia cosecha de cereales, aunque sea con variedades protegidas, siempre que el material originario se haya adquirido legalmente (semilla certificada). Esto exime al agricultor de pagar *royalties* por una variedad de manera anual, aunque debe pagar una tasa (actualmente en España el 50% del importe). Este sistema de pago se ciñe sólo a las variedades protegidas del registro europeo, pero tras la aplicación de la ley 3/2000, también a las nuevas variedades del registro nacional.

El agricultor estará exento de este pago si es considerado como pequeño productor (<92 tn. de producción). En el resto de los casos, los obtentores de semillas podrán exigir este pago, para lo cual pueden solicitar información a los agricultores sobre su uso del “privilegio del agricultor”.

Esta sentencia tiene carácter prejudicial sobre el litigio pendiente en un tribunal alemán entre un agricultor y los representantes de los derechos de los obtentores de este país. La sentencia interpreta de manera restrictiva los procedimientos de petición de información por parte de los obtentores, decidiendo lo siguiente:

a) Los obtentores sólo tendrán derecho a dirigirse a aquellos agricultores de los que tengan indicios de haber utilizado el “privilegio del agricultor” con alguna de sus variedades y limita esta petición de información a la variedad sobre la que se tiene indicio de esta utilización.

b) Respecto a tal indicio, y ante la indefinición del reglamento 2.100/94 sobre los hechos que lo constituyen, el tribunal considera que este indicio esté ligado a una operación de compra-venta de la variedad objeto de protección.

c) El tribunal cree que el reglamento establece los sistemas que garantizan que el obtentor pueda estar informado a través de la cadena de comercialización de su material, debiendo obtener a través de ella estos indicios.

En España, los obtentores han venido dirigiéndose recientemente a los transformadores de grano de semilla (acondicionadores) registrados, solicitándoles los listados con los agricultores y variedades que hayan demandado sus servicios respecto a sus variedades protegidas (artículo 9 del Reglamento 1.768/95).

ANEXOS

ÍNDICE

Anexo I. Ensayo para la mejora genética del arroz

1. Protocolo para la realización de ensayos de valor agronómico de variedades de arroz (IRTA/EEE).
2. Metodología utilizada para la mejora varietal.
3. Informe final del proyecto INIA “Mejora genética del arroz”.

Anexo II. Modelo de hoja de campo

Anexo III. Recursos genéticos del arroz en Europa

Anexo IV. Evaluación en campo de la resistencia de variedades transgénicas mediterráneas de arroz (*Oryza sativa*, L.) tipo Japónica, variedades *Senia* y *Ariete*, frente al taladro o barrenador del arroz (*Chilo suppressalis*, W.)

1. Introducción
2. Incidencia de la plaga
3. Producción

Anexo V. Evaluación del flujo genético entre plantas transgénicas de arroz y arroz salvaje y plantas no transgénicas de la misma variedad. Estudio del comportamiento agronómico

1. Introducción
2. Fenología

Anexo VI. Evaluación agronómica de variedades de arroz para el registro del INSPV

1. Introducción
2. Metodología
3. Variedades ensayadas

Anexo VII. La búsqueda de nuevas variedades de arroz

I. El ejemplo de una empresa del delta del Ebro

1. Introducción
2. Variedades más importantes

II. Variedades mejicanas relevantes

1. Arroz *Apatzingan*.
2. Arroz *Campeche*.
3. Arroz *Cárdenas*.
4. Arroz *Cotaxtla*.
5. Arroz *Milagro Filipino*.
6. Arroz *Pronase*.
7. Arroz *Morelos*.
8. Arroz *Humaya*.

Anexo VIII. Diversidad genética y control de enfermedades en el arroz

1. Introducción
2. Plan de trabajo

Anexo IX. Legislación

Anexo X. Reportaje fotográfico

ANEXO I

ENSAYO PARA LA MEJORA GENÉTICA DEL ARROZ

1. Protocolo para la realización de ensayos de valor agronómico de variedades de arroz (IRTA/EEE)

1.1. Dispositivo experimental

Diseño estadístico: bloques al azar con cuatro repeticiones.

Parcela elemental: 20-30 m².

Separación entre parcelas: 50 cm.

1.2. Preparación del ensayo

- Preparación del suelo

Perfecta nivelación del suelo y labores preparatorias adecuadas al tipo de suelo.

- Fertilización

Abonado de fondo: dosis en función de la calidad del suelo.

Cada parcela elemental se abonará individualmente, cada fertilizante que se utilice se repartirá separadamente.

No se realizará abonado de cobertera.

Las parcelas elementales se aislarán, bien sea con mallas de plástico rígidas o con márgenes de tierra, con el objetivo de evitar la mezcla de variedades; pero hay que asegurar la libre circulación del agua.

- Siembra

Para la determinación del poder germinativo de las semillas, se pondrán a germinar en placas de Petri (50 semillas por placa) y a temperatura ambiente un total de 200 semillas por variedad, calculándose el porcentaje de germinación. Este dato ha de servir de base para calcular la dosis de siembra.

La dosis de siembra será de 500 semillas viables/m². Para asegurar el correcto reparto de la semilla se fraccionará en dos la dosis total a aplicar. Previamente, la semilla se habrá puesto en remojo durante 48 horas.

- Protección del cultivo

Sólo si es necesario, se podrán realizar tratamientos insecticidas contra plagas que puedan afectar el desarrollo y enraizamiento de las plántulas de arroz durante los primeros estadios del ciclo vegetativo.

No se realizarán tratamientos fungicidas.

Si alguna plaga es endémica de la zona, se realizarán los tratamientos oportunos, salvo en el caso de que el objetivo del ensayo sean *tests* de resistencia a la plaga en cuestión.

1.3. Toma de datos en campo

- Desarrollo inicial de las plántulas: daños por frío.
 enraizamiento.
 vigor.

- Densidad de plantas (número de plantas/m²): se tirarán al azar 4 cuadros de 50x50 cm, separados al menos 50 cm de los pasillos.

- Fecha de espigado: al menos es visible la mitad de la espiga en el 50% de los tallos.

- Altura de la planta: se medirá desde la base hasta el final de la espiga. Si los granos poseen arista, ésta no se medirá. Se tomarán 5 plantas/parcela elemental, siempre a más de 50 cm del pasillo.

- Patología: se tomarán al azar 20 tallos. Anotándose la descripción de las diferentes sintomatologías observadas y la superficie afectada para cada una de ellas, separando: tallo, hojas y espiga. Si se reconoce, se identificará la enfermedad.

En el caso concreto de *Pyricularia oryzae*, cuando el hongo se sitúa en el cuello de la espiga, se debe realizar una valoración del porcentaje de espigas afectadas.

- Plagas: se valorará el porcentaje de tallos afectados por *Chilo (simplex) suppressalis*, Walk.

- Encamado: se realizará a partir de la floración, anotando la fecha, el % de superficie afectada por parcela elemental y el grado de inclinación de las plantas.

- Maduración: se determinará el momento de maduración, el cual debe coincidir con el de la recolección.

- Desgrane: antes de la siega se deberá valorar la resistencia de una variedad al desgrane. Dicha determinación se realizará ejerciendo una ligera presión con la mano y se contarán los granos que se desprenden de la espiga.

- Recolección: si se dispone de cosechadora pequeña y adaptada a los arrozales, se podrá cosechar cada parcela mecánicamente. En caso contrario (el más frecuente), cada parcela se segará en su totalidad manualmente, para proceder posteriormente a la trilla. Se tendrá que determinar el % de humedad del grano en el momento de la siega.

Para calcular el rendimiento de cada parcela, los datos se convertirán a kg/Ha al 14% de humedad.

1.4. Determinaciones de calidad

Biometría del grano: se determina la longitud y la anchura del grano de arroz descascarillado y blanqueado, así como la presencia o ausencia de la perla (% de perlado).

Rendimiento en molino (% enteros): se toman 3 muestras de 100 gramos de arroz-cáscara por parcela elemental, se descascarillan y se blanquean, separándose los granos enteros.

2. Metodología utilizada para la mejora varietal

A continuación se explica, de forma esquemática, la metodología utilizada en el IRTA/EEE para la mejora varietal.

AÑO 1

Puesta a punto de la metodología. Se ensayan métodos de siembra *versus* transplante y marcos de siembra, comparando cómo afecta al ciclo y a la altura de la planta. Se realiza con material vegetal carente de valor: *Senia* y *L202*, por ejemplo.

AÑO 2

Se opta por el transplante precoz (plántula en 1-2 hojas y de altura aproximada de 10 cm) y marco de plantación de 20 x 20 cm. En F2 se transplantan aproximadamente 3.000 plantas. Se trabaja con dos F2 cada año. La selección se hace en campo por ciclo y altura principalmente. Se desestiman aquellas plantas afectadas de enfermedades o *Chilo suppressalis* Walk. Se debe tener en cuenta que se hacen tratamientos insecticidas y fungicidas de manera sistemática.

De cada planta cogida en campo, se realiza la biometría (10 granos pelados/planta), se mide lo alto y ancho del grano y se anota el número de perlados.

El número de plantas seleccionadas para sembrarlas el año siguiente está en función de la bondad del cruzamiento y de los recursos humanos de que se dispone.

AÑO 3

Se añaden nuevas F2, suministradas por el IVIA, a las F3 seleccionadas. El número de plantas que se transplantan (de las F3) oscila entre 14 y 35. Queda claro que si se dispone de recursos para ampliar el número de plantas, las posibilidades de encontrar algo bueno son mayores.

.....

AÑO n

Nuevas F2 junto con las F3, F4,...,Fn.

Al llegar a las F7 se hacen las determinaciones de calidad culinaria. En el caso del IRTA/EEE se envían al IVIA para su determinación. En F7 se pasa a parcelas para ver: ciclo, enfermedades y rendimiento. Paralelamente, se continúa la mejora.

3. Informe final del proyecto INIA “Mejora genética del arroz”

3.1. Planteamiento y objetivos del proyecto INIA para la mejora genética del arroz

La superficie arrocera en Cataluña se encuentra prácticamente ubicada en su totalidad en el delta del Ebro, con alrededor de 20.500 Ha. El departamento del arroz del IVIA en Sueca, ha suministrado a los agricultores arroceros del delta del Ebro básicamente todas las variedades de arroz de grano medio que se cultivan. En estos momentos, dichas variedades suponen alrededor del 80-90 % de la superficie total. Sin embargo, no se dispone de variedades de grano largo que hayan sido obtenidas en esta geografía tarraconense. Las variedades de grano largo que se cultivan son principalmente californianas y, aunque en algunas zonas como en Sevilla se comportan satisfactoriamente, en el delta del Ebro son de ciclo largo, y en algunos casos han presentado sensibilidad al frío, especialmente durante el periodo de germinación y nascencia.

Como ya se ha puesto de manifiesto en el texto del libro, la UE se considera deficitaria en arroces de grano largo, por lo que era necesario introducir y caracterizar un gran número de líneas de estas características. En el Departamento del arroz en Sueca, y fruto de los importantes trabajos de mejora que se están realizando, se ha desarrollado un gran número de líneas. Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas del delta del Ebro son claramente distintas a las de Valencia por las siguientes razones:

- a) fuertes vientos del noroeste, especialmente dañinos durante el periodo de germinación y nascencia por las bajas temperaturas que dificultan la germinación de las semillas y posterior desarrollo de las plántulas de arroz y las altas velocidades que impiden, en muchos casos, un correcto arraigue de estas plántulas, y
- b) altos niveles de salinidad en el suelo.

Teniendo en cuenta la particularidad del delta del Ebro, era necesario ensayar las líneas más interesantes obtenidas en el IVIA para comprobar la adaptación de las mismas a aquella zona.

Además, y paralelamente a estos ensayos, se inició un programa de selección y mejora que se localizó *in situ* en el Delta. Dicho programa se realizó de la siguiente manera: en el Departamento del arroz del IVIA en Sueca se

realizaban las hibridaciones y se sembraba la primera generación, y eran las semillas de F2 las que se sembraban en el IRTA/EEE y a partir de las cuales se realizaba la selección.

Por lo tanto, los objetivos del trabajo relacionado fueron los siguientes:

- Estudio del comportamiento agronómico de líneas avanzadas procedentes del Departamento del arroz del IVIA en Sueca.
- Selección y mejora de plantas procedentes de hibridaciones realizadas en el Departamento del arroz del IVIA en Sueca.

3.2. Resultados obtenidos

3.2.1. Introducción

Todo el trabajo de mejora se ha enfocado básicamente con el objetivo de obtener variedades de arroz de grano largo y de conseguir una mejor adaptación al ciclo que las variedades de que se dispone en la actualidad.

Los trabajos de selección se han realizado en plantas individuales perfectamente identificadas utilizando la técnica del transplante temprano (2 hojas) como único sistema de cultivo que asegura la correcta ubicación de las plantas y la no alteración del ciclo. Los testigos de referencia han sido las variedades *Senia* y *L 202*. Los criterios de selección en campo han sido: altura de planta, resistencia a plagas y enfermedades y precocidad en la maduración. El criterio de selección en postcosecha ha sido el de la biometría del grano.

La evaluación de las líneas, cuyo proceso de mejora se ha realizado en el delta del Ebro, no se ha llevado a efecto hasta la generación F6. Es a partir de este momento cuando se realiza la evaluación por rendimiento y se determina la calidad del grano: análisis del contenido en amilosa y el *test* de consistencia y adhesividad del grano cocido. Estas últimas determinaciones fueron realizadas en el IVIA. La cantidad de semillas que se consiguieron para llevar las líneas al campo eran mínimas, por lo que el ensayo se realizó en parcelas de reducidas dimensiones (8-20 m²) y sin repeticiones, factor éste muy importante a la hora de analizar los resultados que se presentan en el trabajo.

3.2.2. Campaña 1993

3.2.2.1. Mejora Genética. Trabajos de selección y mejora

Se llevaron a campo las semillas F2 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Pegaso x *L 202* (las llamaremos F2L193)
Icaro x *L 202* (las llamaremos F2L293)

Se llevaron a campo las semillas F3 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Leda x L 202 (F3L193)
 YN100A x L202 (F3L293)

Se llevaron a campo las semillas F4 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Mareny x *Labelle* (F4L193)
Lemont x *Newbonnet* (F4L293)

3.2.2.2. Ensayo agronómico. Estudio de la adaptabilidad al delta del Ebro de líneas avanzadas del IVIA

Tabla I.1. Resultado de 10 líneas avanzadas procedentes del Departamento del Arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1993

Variedad	Grano	Plantas/m ²	Espigas/m ²	h (cm)	Siembra-flor (días)	Total ciclo (días)	kg/Ha (14%HR)
<i>Thaibonnet</i>	Largo B	114	286	80	98	141	6.330 ab
<i>Bahia</i>	Medio	161	240	91	94	148	6.523 ab
<i>Senia</i>	Medio	172	251	80	92	148	6.949 a
N 27	Largo B	134	302	65	96	137	5.459 ab
A 67	Largo B	176	285	60	86	127	5.545 ab
L 523	Largo B	177	297	60	95	138	4.949 b
L 36	Largo B	113	289	62	88	120	5.141 b
L 509	Largo B	161	305	79	98	134	5.471 ab
L 511	Largo B	179	344	73	96	142	6.985 a
N 15B	Largo B	153	291	61	90	126	5.043 b
N 2B	Largo B	140	330	64	97	143	5.874 ab
C 17	Largo B	151	329	67	102	143	5.247 b
B 225	Largo B	153	313	64	98	138	5.433 ab

3.2.3. Campaña 1994

3.2.3.1. Mejora Genética. Trabajos de selección y mejora

Se llevaron a campo las semillas F2 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

L 202 x *Skybonnet* (F2L194)
Pegaso x *Newbonnet* (F2L294)

Se llevaron a campo las semillas F3 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Pegaso x L 202 (les llamaremos F3L194)
Icaro x L 202 (les llamaremos F3L294)

Se llevaron a campo las semillas F4 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Leda x L 202 (F4L194)
YN100A x L202 (F4L294)

Se llevaron a campo las semillas F5 procedentes del cruzamiento siguiente:

Mareny x *Labelle* (F5L194)

3.2.3.2. Ensayo agronómico. Estudio de la adaptabilidad al delta del Ebro de líneas avanzadas del IVIA

Tabla I.2. Resultado de 10 líneas avanzadas procedentes del Departamento del arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1994

Variedad	Grano	Plantas/m ²	Espigas/m ²	h (cm)	Siembra-flor (días)	Total ciclo (días)	kg/Ha (14% HR)
<i>Thaibonnet</i>	Largo B	147	562	147	93	135	7.817 cd
<i>Bahia</i>	Medio	115	383	115	96	139	8.719 ab
<i>Senia</i>	Medio	107	358	107	91	140	8.962 a
L 509	Largo B	102	464	102	99	131	7.071 de
N 9 B	Largo B	134	500	134	97	132	7.042 de
N 27	Largo B	132	649	132	97	134	7.510 cde
N 12 A	Largo B	94	497	94	96	135	7.181 cde
L 511 A	Largo B	98	530	98	99	137	8.078 bc
N 11	Largo B	159	546	159	96	134	7.534 cde
L 531 A	Largo B	139	457	139	97	131	7.406 cde
L 511B	Largo B	92	517	92	97	130	7.214 cde
N 2 A	Largo B	82	469	82	102	144	7.355 cde
L 554 A	Largo B	60	432	60	106	149	6.764 e

3.2.4. Campaña 1995

3.2.4.1. Mejora Genética. Trabajos de selección y mejora

Se llevaron a campo las semillas F2 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

M202 x *Senia* (F2L195)
L202 x *Maybelle* (F2L295)

Se llevaron a campo las semillas F3 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

L 202 x *Skybonnet* (F3L195)
Pegaso x *Newbonnet* (F3L295)

Se llevaron a campo las semillas F4 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Pegaso x L 202 (les llamaremos F4L195)
Icaro x L 202 (les llamaremos F4L295)

Se llevaron a campo las semillas F5 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Leda x L 202 (F5L195)
 YN100A x L202 (F5L295)

Se llevaron a campo las semillas F6 procedentes del cruzamiento siguiente:

Mareny x *Labelle* (F6L195)

3.2.4.2. Ensayo agronómico. Estudio de la adaptabilidad al delta del Ebro de líneas avanzadas del IVIA

Tabla I.3. Resultado de 11 líneas avanzadas procedentes del Departamento del arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1995

Variedad	Grano	Plantas/m ²	Espigas/m ²	h (cm)	Siembra-flor (días)	Total ciclo (días)	kg/Ha (14% HR)
<i>Thaibonnet</i>	Largo B	152	459	87	99	151	8.699 cd
<i>Bahia</i>	Medio	137	314	110	96	153	9.534 b
<i>Senia</i>	Medio	96	307	97	94	152	9.322 cb
<i>Tebre</i>	Medio	70	288	103	95	153	10.351 a
L 529	Largo B	109	408	80	107	152	7.107 g
L 12	Largo B	177	412	74	101	137	7.688 efg
B 197	Largo B	117	400	70	102	142	7.527 efg
L 534	Largo B	130	372	81	102	139	7.253 fg
L 531	Largo B	123	409	81	100	150	8.671 cd
L 523	Largo B	126	412	73	101	148	7.889 defg
L 511	Largo B	113	401	81	102	152	8.066 def
B 130	Largo B	133	424	80	98	142	7.837 defg
L 509	Largo B	111	424	88	102	144	7.326 fg
L 520	Largo B	126	413	82	103	152	8.306 de
B 94	Largo B	106	407	78	101	139	7.602 efg

3.2.4.3. Ensayo agronómico. Estudio de la adaptabilidad al delta del Ebro de líneas avanzadas del IRTA/EEE

Tabla I.4. Resultado de 6 líneas avanzadas procedentes de la selección realizada en el IRTA/EEE, Amposta, 1995

Variedad	Grano	Plantas/m ²	Espigas/m ²	h (cm)	Siembra-flor (días)	Total ciclo (días)	kg/Ha (14%HR)
<i>Thaibonnet</i>	Largo B	152	459	87	99	152	8.699
<i>Bahia</i>	Medio	137	314	110	96	154	9.534
<i>Senia</i>	Medio	96	307	97	95	151	9.322
<i>Tebre</i>	Medio	70	288	103	94	154	10.351
F6L195-1	Largo B	150	300	104	94	131	7.564
F6L195-2	Largo B	113	330	105	84	127	7.925
F6L195-3	Largo B	47	296	105	91	127	7.413
F6L195-4	Largo B	147	285	111	86	127	6.969
F6L195-5	Largo B	132	310	108	85	120	7.244
F6L195-6	Largo B	56	347	115	94	131	6.462

3.2.5. Campaña 1996

3.2.5.1. Mejora Genética. Trabajos de selección y mejora

Se llevaron a campo las semillas F3 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

M202 x *Senia* (F3L196)
L202 x *Maybelle* (F3L296)

Se llevaron a campo las semillas F4 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

L 202 x *Skybonnet* (F4L196)

Se llevaron a campo las semillas F5 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Pegaso x L 202 (les llamaremos F5L196)

Se llevaron a campo las semillas F6 procedentes de los dos cruzamientos siguientes:

Leda x L 202 (F6L196)
YN100A x L202 (F6L296)

Se llevaron a campo las semillas F7 procedentes del cruzamiento siguiente:

Mareny x *Labelle* (F7L196)

3.2.5.2. Ensayo agronómico. Estudio de la adaptabilidad al delta del Ebro de líneas avanzadas del IRTA/EEE

Tabla I.5. Resultado de 13 líneas avanzadas procedentes de la selección realizada en el IRTA/EEE, Amposta, 1996

Variedad	Grano	Plantas/m ²	Espigas/m ²	h (cm)	Siembra-flor (días)	Total ciclo (días)	kg/Ha (14%HR)
<i>Thaibonnet</i>	Largo B	70	426	94	104	154	7.568
<i>Senia</i>	Medio	99	443	98	93	148	9.361
F6L196-1	Largo B	128	392	83	94	128	7.344
F6L196-2	Largo B	144	470	90	94	132	7.369
F6L196-3	Largo B	144	431	88	94	132	7.812
F6L196-4	Largo B	170	601	77	94	130	8.172
F6L196-5	Largo B	138	517	83	94	130	7.617
F6L196-6	Largo B	118	486	80	93	129	7.453
F6L296-1	Largo B	124	492	90	99	138	7.821
F6L296-2	Largo B	160	440	87	99	138	8.142
F6L296-3	Largo B	194	412	79	99	136	7.686
F6L296-4	Largo B	152	489	78	99	138	9.255
F6L296-5	Largo B	132	550	82	98	137	8.561
F6L296-6	Largo B	92	471	87	99	139	8.808
F6L296-7	Largo B	90	435	85	99	137	8.178

3.3. Información científica y técnica proporcionada por el proyecto. Posibles aplicaciones

Dada la duración del proceso de selección y estabilización de una variedad, podríamos considerar que a una variedad le cuesta al menos 12 años antes de ser registrada, por lo que no podemos hablar de material fijado y ya disponible para el sector arrocero, teniendo en cuenta la duración del presente proyecto, pero sí:

- se conoce el comportamiento, en el delta del Ebro, de 26 líneas de grano largo, seleccionadas en el IVIA de Sueca.
- se han obtenido líneas, todas ellas de grano largo, procedentes de selecciones realizadas en el propio Delta.
- se poseen plantas de grano largo, de grandes calidades agronómicas, desde F3 a F7.
- se poseen plantas de grano medio, de F3.

Las líneas ensayadas del IVIA en general destacan por su porte bajo, resistencia a enfermedades y calidad del grano, pero ninguna de ellas ha superado en rendimiento a los testigos de referencia. Sin embargo, este comportamiento no se ha repetido en los ensayos realizados en Valencia. De ahí la importancia de los mismos, además de evidenciar una vez más la particularidad que caracteriza el delta del Ebro.

Como resultado de todos estos años de intensos trabajos de selección, se han podido conseguir plantas de porte bajo y por lo tanto muy resistentes al encamado, y de ciclo más precoz que cualquiera de los dos testigos de referencia.

La gran precocidad de algunas de estas líneas hizo que, durante la campaña de 1995, la gran mayoría de las plantas del cruzamiento F6L195 fuesen destruidas por un ataque de pájaros. Este accidente hizo que no se dispusiese de suficiente material para realizar las valoraciones de las líneas en parcelas y sólo se pudiese continuar el trabajo de mejora de las plantas.

Las líneas F6L195 ensayadas en parcelas procedentes de la selección realizada en el delta del Ebro, destacan por su extrema precocidad: en algunos casos llega a madurar 32 días antes que el *Thaibonnet* (ver tabla I.4). Sin embargo, el porte es medio, claramente más alto al *Thaibonnet*. Por lo que al rendimiento se refiere, todas las líneas han sido inferiores al testigo, lo cual era de esperar tratándose de ciclos tan cortos. Aún así, pueden ser muy interesantes en el caso de que por algún motivo la siembra tenga que retrasarse, como sería el caso de parcelas con problemas de arroz salvaje en las que se ha llevado a cabo algún sistema de control del mismo.

Las líneas F6L196 (ver tabla I.5) en general son más precoces que el testigo, de porte más bajo y alguna de ellas llega a superar en rendimiento al *Thaibonnet*. Las líneas F6L296 (tabla I.5) también son de porte más bajo que el *Thaibonnet* y 15 días aproximadamente más precoces que éste, pero todas ellas han superado en rendimiento al testigo de grano largo *Thaibonnet*, pero no al de grano medio (*Senia*).

Hay que destacar que en todos los años y en todos los ensayos realizados de líneas de este estudio de grano medio (*Bahia*, *Senia* y *Tebre*) han superado en rendimiento a la de grano largo (*Thaibonnet*).

ANEXO II

MODELO DE HOJA DE CAMPO

A continuación se muestra el modelo de “hoja de campo” utilizada para hacer el seguimiento y selección de plantas en el proyecto de “Mejora genética” en el IRTA/EEE.

Tabla II.1. Hoja de campo (IRTA/EEE)

FILA	PLANTA	ALTURA	FECHA DE SIEGA	OTROS
	a			
	b			
	c			
	d			
	e			
	f			
	g			
	a			
	b			
	c			
	d			
	e			
	f			
	g			
	a			
	b			
	c			
	d			
	e			
	f			
	g			
	a			
	b			
	c			
	d			
	e			
	f			
	g			
	<i>Senia</i>			
	<i>Thaibonnet</i>			
	<i>Thainato</i>			

ANEXO III

RECURSOS GENÉTICOS DEL ARROZ EN EUROPA

Se trata de un proyecto que empezó en el año 1996 y que contaba con la financiación europea. Estaba coordinado entre los siguientes centros: CIRAD de Francia, IVIA de Valencia, CIFA de Las Torres de Sevilla, ISC-SR de Italia, NAGREF de Grecia, EAN de Portugal y el IRTA/EEE de Cataluña-España. El objetivo del proyecto consistía en catalogar, durante tres años, unas 450 variedades de arroz. De esta manera, se crearía un banco de germoplasma perfectamente identificado con parámetros agronómicos (ciclo, morfología, resistencia a plagas y enfermedades,...), genéticos y de calidad (rendimiento en el molino, biometría del grano, calidad a la cocción,...).

Concretamente, los seguimientos que se llevaron a cabo en el centro IRTA/EEE consistieron en evaluar la resistencia/sensibilidad de estas variedades de arroz al insecto barrenador o taladro *Chilo suppressalis*, Walk.

El año 1996 se estudiaron 86 variedades, cada una de las cuales estaba representada por tres líneas de 2,50 metros de longitud. Alrededor de la parcela se sembró una variedad muy sensible al *Chilo* para asegurarse de este modo unos niveles altos de población y una correcta uniformidad de la misma. En el año 1997 se llevó a cabo la misma metodología, estudiándose un total de 186 variedades.

La resistencia o sensibilidad al *Chilo suppressalis*, Walk de las variedades ensayadas se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla III. 1. Porcentaje de tallos atacados, valoración aplicada y porcentaje de variedades con cada valoración (1 resistente...9 muy sensible)(IRTA/EEE)

% Tallos atacados	Valoración	% Variedades en 1996	% Variedades en 1997
<5	1	9,0	55,0
5 - 10	3	16,5	24,0
10 - 25	5	34,0	12,1
25 - 50	7	16,5	1,0
>50	9	24,0	8,0

ANEXO IV

EVALUACIÓN EN CAMPO DE LA RESISTENCIA DE VARIETADES TRANSGÉNICAS MEDITERRÁNEAS DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*, L.) TIPO JAPONICA, VARIETADES *SENIA* Y *ARIETE*, FRENTE AL TALADRO O BARRENADOR DEL ARROZ (*CHILO SUPPRESSALIS*, WALK)

1. Introducción

El proyecto de arroz transgénico se desarrolló en el Departamento de Genética Vegetal del centro de Cabrils (Barcelona) del IRTA; los ensayos de campo se llevaron a cabo en la Estación Experimental del Ebro (Amposta, comarca del Montsià, provincia de Tarragona).

El ensayo se realizó, tal y como estaba previsto, entre los meses de mayo y septiembre de 2001. El objetivo principal del ensayo era determinar la estabilidad y el nivel de resistencia en campo de las diversas líneas transgénicas ante el ataque del taladro. También se estudió el nivel de resistencia según el estado fenológico de las plantas sometidas a una infestación natural o artificial.

Para llevar a cabo este ensayo, se realizó un diseño agronómico de ocho tratamientos estadísticos (6 líneas transgénicas y *Ariete* y *Senia* no transgénicas) organizados en cuatro bloques al azar. Con la finalidad de asegurar la presencia de taladro, se realizaron diversas infestaciones a lo largo del cultivo. En la cuarta repetición se incrementaron las inoculaciones dentro de las parcelas, además de las de alrededor, y ello sirvió para realizar los controles de desarrollo larvario, así como las determinaciones de daños y número de larvas presentes en las parcelas durante todo el cultivo. Este muestreo realizado en la cuarta repetición es destructivo, por lo cual los datos que se citan en el presente anexo están referidos únicamente a las tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó para *Senia* y *Ariete* por separado, aplicando el *test* de Duncan.

El material estudiado ha sido *Senia* control (SC), dos líneas de *Senia* modificadas (S-98-9 y S-05), *Ariete* control (AC) y cuatro líneas de *Ariete* modificadas (A-3-4, A-33-1, A-9-1 y A-64-25).

2. Incidencia de la plaga

Dada la trascendencia de la valoración, la incidencia de *Chilo* se realizó sobre la totalidad de plantas de cada parcela elemental. Se valoraron las plantas con tallo muerto por el ataque de la plaga *Chilo suppressalis* W., así como las plantas con daños; en este último caso, los daños afectan principalmente la vaina, mientras que el tallo no llegó a verse afectado.

Se realizaron tres valoraciones a los 74 días después de la siembra (dds), a los 99 dds y una valoración final a la maduración, justo antes de la siega (véanse tablas IV.1 y IV.2).

Tabla IV.1. Número de plantas por m² con tallos muertos y dañados producidos por el taladro *Chilo suppressalis* W. a los 74 y 99 días después de la siembra. Valores con la misma letra o sin letra no difieren estadísticamente. Separación de medias según el *test* de Duncan. NS: no hay diferencias significativas entre líneas de la misma variedad. IRTA

	Núm. plantas con tallos muertos/m ² a 74 dds	Núm. plantas con tallos dañados/m ² a 74 dds	Núm. plantas con tallos muertos/m ² A 99 dds	Núm. plantas con tallos dañados/m ² a 99 dds
SC	0,53	0,53	0,20	0,27 a
S-98-9	0,20	0,07	0,07	0,00 b
S-05	0,00	0,13	0,07	0,00 b
Nivel de significación	NS	NS	NS	5%
AC	0,27	0,00	0,40	0,80
A-3-4	0,33	0,53	0,00	0,07
A-33-1	0,27	0,93	0,00	0,00
A-9-1	0,13	0,67	0,20	0,40
A-64-25	0,07	0,07	0,13	0,33
Nivel de significación	NS	NS	NS	NS

Así mismo, puede verse la siguiente tabla:

Tabla IV.2. Número de plantas por m² con tallos muertos y dañados producidos por el taladro *Chilo suppressalis* W. en la maduración. Valores con la misma letra o sin letra no difieren estadísticamente. Separación de medias según el *test* de Duncan. NS: no hay diferencias significativas entre líneas de la misma variedad. IRTA

	Núm. plantas con tallos muertos/m ² a la maduración	Núm. plantas con tallos dañados/m ² a la maduración
SC	1,93	5,73 ab
S-98-9	0,87	2,80 b
S-05	1,33	12,47 a
Nivel de significación	NS	5%
AC	4,60 a	9,87 a
A-3-4	0,07 b	1,40 b
A-33-1	0,33 b	2,20 b
A-9-1	0,73 b	3,53 b
A-64-25	1,67 b	4,20 b
Nivel de significación	5%	5%

3. Producción

La producción media del *Senia* durante la campaña 2001 en el delta del Ebro fue de 6.163 kg/Ha. En la siguiente tabla se exponen los resultados de producción del ensayo.

Tabla IV.3. Resultados del ensayo de producción de la variedad *Senia* (*). Valores con la misma letra o sin letra no difieren estadísticamente. Separación de medias según el *test* de Duncan. NS: sin diferencias significativas entre líneas de la misma variedad. IRTA

	kg/Ha 14% HR	% impurezas	% enteros s/d	kg/Ha enteros
SC	7.067,7 a	2,64	63,86 a	4.518,6 a
S-98-9	6.150,5 b	2,55	61,81 a	3.812,2 b
S-05	5.671,8 b	3,67	63,00 a	3.782,4 b
Nivel de significación	5%	NS	NS	5%
AC	5.846,8	2,24	63,53 a	3.713,3 a
A-3-4	6.514,3	2,22	61,92 a	4.004,4 ab
A-33-1	6.119,1	1,64	63,97 a	3.911,5 ab
A-9-1	7.111,1	2,33	61,87 a	4.396,5 b
A-64-25	6.249,8	3,00	49,63 b	3.101,0 c
Nivel de significación	NS	NS	5%	5%

(*)La producción viene reflejada en kg/Ha netos (sin impurezas) de arroz en cáscara al 14% de humedad. Porcentaje de impurezas en arroz-cáscara. El porcentaje de granos enteros es el peso en gramos de grano blanco sin defecto por 100 gramos de arroz-cáscara o "paddy".

ANEXO V

EVALUACIÓN DEL FLUJO GENÉTICO ENTRE PLANTAS TRANSGÉNICAS DE ARROZ Y ARROZ SALVAJE Y PLANTAS NO TRANSGÉNICAS DE LA MISMA VARIEDAD. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

1. Introducción

El ensayo que se expone a continuación, dirigido por el Centro del IRTA de Cabrils (Barcelona), se realizó entre los meses de mayo y septiembre del año 2001.

El objetivo principal del ensayo era evaluar el flujo genético entre plantas transgénicas de la variedad *Senia* y el arroz salvaje (AS). También se evaluó el flujo genético entre plantas transgénicas y no transgénicas de la misma variedad para poder comprobar si al aumentar la distancia entre ellas decrece progresivamente la tasa de flujo detectada.

Para poder llevar a cabo este estudio se utilizaron plantas transgénicas a las que se les había incorporado el gen *bar* (resistencia a la fosfotricina) y también el gen marcador *gus*. Se diseñó un ensayo de círculos, con las plantas de arroz transgénico situadas en el centro y, en círculos concéntricos, de 1, 2, 5 y 10 metros de distancia, plantas no transgénicas de la misma variedad. Se intercalaron plantas de arroz salvaje tanto entre las plantas transgénicas como entre las no transgénicas. Durante el cultivo se controlaron toda una serie de parámetros para evaluar el comportamiento agronómico de estas plantas. La evaluación del flujo genético se llevó a cabo mediante pulverización con el herbicida de nombre comercial "Finale" de Agrevo, a base de glufosinato (ácido(3-aminocarboxipropil) metil fosfínico) en plántulas de semillas producidas por las plantas de arroz utilizadas. Los ensayos de evaluación de flujo genético estaban todavía en curso, dado el gran número de plántulas que se debían analizar y el periodo de dormida del arroz salvaje.

2. Fenología

Fecha de floración:

Arroz salvaje: 24 de julio de 2001

Arroz no transgénico: 28 de julio de 2001

Arroz transgénico: 27 de julio de 2001

Aunque se considera el 24 de julio como la fecha de floración, se debe tener en cuenta que desde el 20 de julio hasta el 3 de agosto se pudieron encontrar en el ensayo espigas de arroz salvaje (AS) capaces de polinizar el *Senia*.

Fecha de maduración:

Arroz no transgénico y arroz transgénico: 12 de septiembre de 2001.

Arroz salvaje: tiene una maduración mucho más escalonada y, como no se considera relevante en el presente trabajo, no se ha determinado.

Durante el desarrollo de las plantas, se valoró el número de panículas y la altura de la planta hasta el final de la espiga. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla V.1. Número de espigas y altura de una muestra de arroz salvaje (AS), plantas transgénicas (T) y no transgénicas (NT). IRTA

	AS	NT	T
Espigas/planta	30,8 ± 1,3	23,2 ± 0,4	10,8 ± 0,7
Altura (cm)	107 ± 0,7	88,7 ± 0,4	90,2 ± 1,3

ANEXO VI

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDADES DE ARROZ PARA EL REGISTRO DEL INSPV

1. Introducción

Desde 1988, en la sede de la Estación Experimental del Ebro (EEE) del IRTA, se llevan a cabo los ensayos de registro de evaluación agronómica de las nuevas variedades de arroz en Cataluña.

Para que una nueva variedad de arroz quede registrada ha de ser ensayada al menos durante dos años. Al finalizar éstos, una Comisión Evaluadora del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) decidirá si la variedad en cuestión puede o no quedar registrada.

2. Metodología

Se hace un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Cada parcela elemental tiene un superficie de 20 m². Entre las parcelas hay una franja de 50 centímetros sin cultivar. Cada parcela elemental se aísla con telas de plástico que impiden la deriva de la semilla y, a la vez, permiten la libre circulación del agua.

Se realiza un único abonado de fondo con nitrógeno (N), ácido fosfórico (P₂O₅) y potasa (K₂O) para que todas las variedades estén en las mismas condiciones. Un fraccionamiento o escalonamiento del abonado (cobertera) podría favorecer alguna de las variedades ensayadas.

Cada parcela se siembra a mano, después de estar la semilla 24 horas en remojo, se realizan todos los tratamientos herbicidas necesarios y no se realiza ninguno de carácter fungicida.

La Agrupación de Defensa Vegetal (ADV) realiza el control del taladro o barrenador del arroz (*Chilo suppressalis*, W.).

Cuando madura el arroz, se siega manualmente, se trilla y se pesa, determinando el rendimiento al 14% de humedad.

Los seguimientos que se llevan a cabo son los siguientes:

- Conteo de plantas/m²
- Determinación de la fecha de nascencia
- Determinación de la fecha de espigado
- Determinación de la altura (hasta el nudo de la panícula)
- Conteo de panículas/m²
- Determinación de encamado (en postfloración y presiega)
- Determinación de la fecha de maduración
- Seguimiento de enfermedades (espigas afectadas por *Pyricularia oryzae*)
- Determinación de la producción al 14% de humedad
- Determinación del rendimiento en el molino (% de granos enteros)
- Determinación biometría del grano (longitud, anchura y perlado)

3. Variedades ensayadas

3.1 Introducción

A lo largo de diversas campañas se ha realizado el ensayo de distintas variedades para poder ser registradas. Juntamente con esas variedades, también se ensayan variedades de referencia, el comportamiento de las cuales ya es conocido, que actúan como testigos. Según la campaña, se ensayan variedades por primera vez o por segundo año consecutivo, ya que para poder ser registradas es necesario ensayarlas durante dos años como mínimo. A continuación, se relacionan las variedades de arroz ensayadas desde el año 1996 al 2001, ambos incluidos, por el INSPV en la Estación Experimental del Ebre (Amposta).

Cada una de las variedades se identifica con un número y, a continuación y entre paréntesis, aparece el nombre de la variedad ensayada. Seguidamente, un cierto número indica si es el primer, segundo o tercer año de ensayo para el registro. Las variedades de referencia simplemente se indican con un número y el nombre correspondiente.

3.2. Ensayo INSPV - Campaña 1996

El número de variedades ensayadas fue de 12, además de los dos testigos de referencia (*Bahia* y *Senia*).

Las catorce variedades ensayadas durante la campaña 1996 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 (*Galatxo*) - 2
- 2 (*Marsal*) - 1
- 3 - *Senia*
- 4 (*Fonsa*) - 2
- 5 (*Fangar*) - 2
- 6 (*Maso*) - 2
- 7 (*Hispagran*) - 1
- 8 (*Baixet*) - 1

- 9 (*Castells*) - 1
- 10 - *Bahia*
- 11 (*Susan*) - 1
- 12 (*Okura*) - 1
- 13 (*Ulla*) - 1
- 14 (*Afar*) - 1

Todas las variedades ensayadas eran, como puede comprobarse, de grano redondo.

3.3. Ensayo INSPV - Campaña 1997

El número de variedades ensayadas durante esta campaña fue de doce, además de las cinco testigos de referencia (*Bahia*, *Senia*, *Thaibonnet*, *Lido* y *Balilla x Sollana*).

Las diecisiete variedades ensayadas durante la campaña 1997 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 (*Orellana*) - 1
- 2 (*Okura*) - 2
- 3 (*Puebla*) - 1
- 4 - *Senia*
- 5 - *Bahia*
- 6 (*Guara*) - 1
- 7 (*Castells*) - 2
- 8 (*Baixet*) - 2
- 9 (*Ulla*) - 2
- 10 - *Thaibonnet*
- 11 (*Marisma*) - 1
- 12 (*Hispagran*) - 2
- 13 (*Afar*) - 2
- 14 - *Lido*
- 15 (*Marsal*) - 2
- 16 (*Susan*) - 2
- 17 - *Balilla x Sollana*

Todas las variedades ensayadas, como puede comprobarse, eran de grano redondo.

3.4. Ensayo INSPV - Campaña 1998

El número de variedades ensayadas durante esta campaña fue de ocho, además de las cinco testigos de referencia (*Bahia*, *Senia*, *Thaibonnet*, *Lido* y *Balilla x Sollana*).

Las trece variedades ensayadas durante la campaña 1998 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 (*Hispagran*) - 3
- 2 (*Orellana*) - 2
- 3 (*Llonga*) - 1
- 4 (*Canal*) - 1
- 5 (*Marisma*) - 2
- 6 - *Senia*
- 7 - *Thaibonnet*
- 8 - *Bahia*
- 9 (*Guara*) - 2
- 10 - *Lido*
- 11 (*Puebla*) - 2
- 12 (*Afar*) - 3
- 13 - *Balilla x Sollana*

3.5. Ensayo INSPV - Campaña 1999

El número de variedades ensayadas durante esta campaña fue de cinco, además de las cinco testigos de referencia (*Bahia*, *Senia*, *Thaibonnet*, *Lido* y *Balilla x Sollana*).

Las diez variedades ensayadas durante la campaña 1999 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 - *Senia*
- 2 (*Llonga*) - 2
- 3 - *Lido*
- 4 (*Canal*) - 2
- 5 (*Puebla*) - 3
- 6 (*Jacinto*) - 1
- 7 - *Balilla x Sollana*
- 8 - *Bahia*
- 9 (*Montsianell*) - 1
- 10 - *Thaibonnet*

3.6. Ensayo INSPV - Campaña 2000

El número de variedades ensayadas durante esta campaña fue de seis, además de las cinco testigos de referencia (*Bahia*, *Senia*, *Thaibonnet*, *Lido* y *Balilla x Sollana*).

Las once variedades ensayadas durante la campaña 2000 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 (20017) - 1
- 2 - *Lido*
- 3 - *Senia*
- 4 (*Alena*) - 1

- 5 (20018) - 1
- 6 - *Bahia*
- 7 - (*Jacinto*) - 2
- 8 - *Thaibonnet*
- 9 (*Senda*) - 1
- 10 - *Balilla x Sollana*
- 11 (*Montsianell*) - 2

Estas variedades tienen distinto tipo de grano, los cuales se indican a continuación:

- Aromático: 20017, 20018
- Semilargo: *Lido*, *Senia*, *Bahia*, *Balilla x Sollana* y *Montsianell*
- Largo B: *Alena*, *Jacinto*, *Thaibonnet* y *Senda*

3.7. Ensayo INSPV - Campaña 2001

El número de variedades ensayadas durante esta campaña fue de seis, además de las cinco testigos de referencia (*Bahia*, *Senia*, *Thaibonnet*, *Lido* y *Balilla x Sollana*).

Las once variedades ensayadas durante la campaña 2000 quedaron identificadas de la siguiente manera:

- 1 (20017) - 2
- 2 - *Lido*
- 3 - *Senia*
- 4 (*Alena*) - 2
- 5 (20018) - 2
- 6 - *Bahia*
- 7 - (20427) - 1
- 8 - *Thaibonnet*
- 9 (*Senda*) - 2
- 10 - *Balilla x Sollana*
- 11 (*Montsianell*) - 3

El tipo de grano de la variedad 20427 es semilargo.

Todos los resultados obtenidos en los ensayos de las diversas campañas, se recogen en los correspondientes informes finales de "*Assaig de la valoració agronòmica de varietats d'arròs*" (Oficina Española de Variedades Vegetales - OEVV), la autora de los cuales es María del Mar Català Forner, ingeniero técnico agrícola del IRTA/EEE.

ANEXO VII

LA BÚSQUEDA DE NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ

I. EL EJEMPLO DE UNA EMPRESA DEL DELTA DEL EBRO

1. Introducción

La tarea de buscar nuevas variedades de arroz se centra, básicamente, en la obtención de variedades más productivas y menos susceptibles a las enfermedades. También es importante que el grano sea sano y que no se rompa durante el proceso de secado, molienda y envasado y que la altura de la planta no sea excesiva, de manera que no favorezca el encamado y sí la recolección mecanizada. Todo ello requiere disponer de unas modernas instalaciones y tecnología avanzada, así como de personal especializado.

Un buen ejemplo de ello lo constituye Semillas Certificadas Castells, S.L., que es una empresa productora y seleccionadora de semillas certificadas de arroz situada en el delta izquierdo del Ebro (Deltebre). La empresa dispone de modernas instalaciones y tecnología para llevar a cabo todas las etapas de producción de semillas, incluyendo el proceso de secado, selección y envasado, así como de personal con mucha experiencia y cualificación.

Todas las nuevas variedades que surgen en esta empresa son de ciclo corto, baja altura y elevada productividad, además de ser menos susceptibles a enfermedades y de esta manera reducir costes en cuanto a tratamientos fitosanitarios se refiere.

Como ya se ha visto, sin duda el uso de semillas certificadas es lo más indicado para obtener una cosecha uniforme, libre de malas hierbas y poder así garantizar la máxima producción y la calidad de la cosecha. Es por esto que las empresas productoras de semillas certificadas, y concretamente Semillas Certificadas Castells, S.L., tienen una buena aceptación en los mercados. Así pues, sus semillas llegan a todas las zonas arroceras del estado español (Valencia, Sevilla, Extremadura, Huesca, Navarra y delta del Ebro), así como a Francia y Grecia. Su objetivo es producir variedades adaptadas a las necesidades de cada zona e intentar cubrir la demanda, de manera que el cliente pueda elegir entre un gran abanico de posibilidades y escoger el tipo de semilla específica para su terreno o para las características climatológicas de la zona de cultivo. Sus principales clientes son mayoritariamente los propios

agricultores, aunque muchas veces también se distribuyen semillas en las cooperativas arroceras.

Las variedades que se obtienen en Semillas Certificadas Castells, S.L. son las siguientes: *Bahía*, *Senia*, *Tebre*, *Niva*, *Bomba*, *BalillaxSollana*, *Lido*, *Thaiparla*, *Thainato*, *Thaibonnet*. Además, las variedades *Calca*, *Guara*, *Susan*, *Marisma*, *Fangar*, *Fonsa*, *Galatxo* y *Maso* son variedades de semilla de arroz propias de la empresa.

2. Variedades más importantes

A continuación se muestran, en forma de fichas, las características más importantes de algunas de las variedades producidas en la empresa antes mencionada, así como las recomendaciones de cultivo. Las 8 variedades incluidas son: *Fangar*, *Fonsa*, *Galatxo*, *Guara*, *Marisma*, *Maso*, *Senda* y *Susan*. Véanse en las páginas siguientes.

1. FANGAR

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	65-70 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	140-145 días
-PRODUCTIVIDAD	7.500-8.000 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	5,7-6,0 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Esférica (<2,0)
-PESO DE 1.000 GRANOS (CARGO)	34,8 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 1 al 10 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 20 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	140-160 UF N/Ha (75% Fondo + 25% Cobertera) 100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo 100 UF K ₂ O/Ha Fondo

2. FONSA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona(España)
-ALTURA DE LA PLANTA	50-55 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	135-140 días
-PRODUCTIVIDAD	9.000-9.500 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	5,7-6,0 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Esférica (<2,0)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	31 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 1 al 10 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	160-170 UF N/Ha (75% Fondo + 25% Cobertera) 120 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo 100 UF K ₂ O/Ha Fondo

3. GALATXO

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	55-60 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	140-145 días
-PRODUCTIVIDAD	7.500-8.000 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	6,9-7,2 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Semiesférica (2,0-2,4)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	37 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 25 de abril al 10 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	130-140 UF N/Ha (75% Fondo + 25% Cobertera)
	100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo
	100 UF K ₂ O/Ha Fondo

4. GUARA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	70-75 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	135-140 días
-PRODUCTIVIDAD	8.500-9.000 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Media
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	5,7-6,0 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Esférica (<2,0)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	35 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 1 al 10 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	140-150 UF N / Ha (75% Fondo + 25% Cobertera) 100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo 100 UF K ₂ O/Ha Fondo

5. MARISMA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	60-65 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	140-150 días
-PRODUCTIVIDAD	8.000-8.500 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	6,9-7,2 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Semiesférica (2,0-2,4)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	38 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 25 de abril al 5 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	140-160 UF N/Ha (75% Fondo + 25% Cobertera) 100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo 100 UF K ₂ O/Ha Fondo

6. MASO

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona(España)
-ALTURA DE LA PLANTA	60-65 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	145-150 días
-PRODUCTIVIDAD	7.500-8.000 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Muy alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Muy Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	6,6-6,9 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Semiesférica (2-2,4)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	36,8 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 20 de abril al 5 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	140-160 UF N/Ha (75% Fondo+25% Cobertera)
	100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo
	100 UF K ₂ O/Ha Fondo

7. SENDA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	85-90 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	155-160 días
-PRODUCTIVIDAD	8.500-9.000 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Alta
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	8,3-8,6 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Alargada (>3,0)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	40 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 20 de abril al 5 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-FERTILIZACIÓN	160-170 UF N/Ha
	75% Fondo + 25% Cobertera)
	120 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo
	120 UF K ₂ O/Ha Fondo

8. SUSAN

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VARIEDAD:

-SUBESPECIE	Japónica
-ORIGEN GEOGRÁFICO	Tarragona (España)
-ALTURA DE LA PLANTA	0-55 cm
-DURACIÓN DEL CICLO	135-140 días
-PRODUCTIVIDAD	7.700-8.300 kg/Ha
-RESISTENCIA AL DESGRANE	Alta
-RESISTENCIA AL ENCAMADO	Alta
-RESISTENCIA A HONGOS AÉREOS	Media
-LONGITUD DEL GRANO (CARGO)	6,6-6,9 mm
-RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL GRANO (CARGO)	Semiesférica (2,0-2,4)
-PESO 1.000 GRANOS (CARGO)	36 g

RECOMENDACIONES DE CULTIVO:

-FECHA DE SIEMBRA	Del 1 al 10 de mayo
-DENSIDAD DE SIEMBRA	200-225 kg/Ha
-MANEJO DEL AGUA	De 4 a 7 cm los primeros 15 días. Eleva progresivamente hasta altura normal.
-FERTILIZACIÓN	140-150 UF N/Ha (75% Fondo + 25% Cobertera)
	100 UF P ₂ O ₅ /Ha Fondo
	100 UF K ₂ O/Ha Fondo

II. VARIEDADES MEJICANAS RELEVANTES

1. ARROZ APATZINGAN

A - 88

Variedad de ciclo intermedio

Zonas de adaptación:	Durante los ciclos de otoño-invierno y primavera-verano en la zona de Tierra Caliente del Estado de Michoacán.
Otros:	Moderadamente resistente a la enfermedad conocida como "Quema del arroz". Es tolerante a los suelos salinos.
Hábito de crecimiento:	Intermedio de corona semicompacta.
Densidad de siembra:	Directa: De 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	125 días.
Madurez fisiológica:	155 días.
Altura de planta:	En P.V. 110 cm. y en O.I. 83 cm.
Grano:	Alargado intermedio, de color amarillo dorado
Calidad industrial:	64 % de granos pulidos enteros.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

2. ARROZ CAMPECHE

A - 80

Variedad de ciclo tardío

Zonas de adaptación:	En primavera - verano en las zonas arroceras de los Estados de Jalisco, Guerrero, Campeche, Oaxaca, Sinaloa, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz.
Otros:	Resistente al encame y moderadamente resistente a la enfermedad conocida como "Quema del arroz" y tolerante a la sequía. De corona semicerrada.
Hábito de crecimiento:	
Densidad de siembra:	Directa: De 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	135 días.
Días a cosecha:	170 días.
Altura de planta:	Promedio de 1'0 m.
Grano:	Alargado y sin aristas, de color cremoso; algunos son dorados.
Calidad industrial:	60 % en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

3. ARROZ CARDENAS

A - 80

Variedad de ciclo precoz

Zonas de adaptación:	En el ciclo P.V. en regiones arroceras de los Estados de Guerrero, Nayarit, Sinaloa y Tamaulipas. En el ciclo O.I., en Guerrero, Nayarit y zonas con condiciones similares.
Otros:	Resistente al encame y al desgrane. tolerante a la "Quema del arroz". Tiene buena producción aún bajo deficiencias de humedad.
Hábito de Crecimiento:	De corona semiabierta.
Densidad de siembra:	Directa: De 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	95 días
Días a cosecha:	125 días
Altura de planta:	De 90 a 145 cm.
Grano:	Largo translúcido, sin arista y cremoso.
Calidad industrial:	60 % en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

4. ARROZ COTAXTLA

A - 90

Variedad de ciclo intermedio

Zonas de adaptación:	En primavera - verano en regiones arroceras de Puebla, Hidalgo, Colima, Durango, Veracruz y Oaxaca. En el O.I., en los suelos inundables de Tabasco.
Otros:	Presenta tolerancia a las enfermedades conocidas como "Quema del arroz" y "Mancha café".
Hábito de crecimiento:	Erecto y corona semicerrada.
Densidad de siembra:	Directa: De 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	De 96 a 98 días
Días a cosecha:	135 días.
Altura de planta:	Promedio de 96 cm.
Grano:	Alargado, grande, color crema, algunos presentan aristas cortas.
Calidad industrial:	58% en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

5. ARROZ MILAGRO FILIPINO

Variedad de ciclo intermedio

Zonas de adaptación:	En primavera - verano en regiones arroceras de Colima, Campeche, Jalisco, Oaxaca, Michoacán, Q. Roo, Tabasco y Veracruz. En el O.I., Mich., Jal., Nay., Oax., O. Roo. y Ver.
Otros:	Es resistente al encame y a las enfermedades conocidas como "Quema del arroz" y "Tizón bacterial". Erecto de corona cerrada.
Hábito de crecimiento:	
Densidad de siembra:	Directa: De 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	De 85 a 90 días.
Días a cosecha:	De 115 a 120 días.
Altura de planta:	De 90 a 105 cm.
Grano:	Corto, grueso, color crema, algunos con arista corta, presenta "panza blanca".
Calidad industrial:	47% en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

6. ARROZ PRONASE

A- 35

Variedad de ciclo intermedio a tardío

Zonas de adaptación:	En regiones productoras de arroz de los Estados de Veracruz (riego y temporal) y en Colima y Sinaloa bajo condiciones de riego.
Otros:	Presenta resistencia la enfermedad conocida como "Quema del arroz" y a la "Mancha café".
Hábito de crecimiento:	Semierecto de corona cerrada.
Densidad de siembra:	Directa: de 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	De 104 a 110 días.
Días a cosecha:	De 138 a 140 días.
Altura de planta:	100 cm.
Grano:	Largos y delgados, cristalinos, glumas sin aristas, de color crema al madurar.
Calidad industrial:	69 % en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

7. ARROZ MORELOS

A - 92

Variedad de ciclo intermedio a tardío

Zonas de adaptación:	Estado de Morelos áreas bajas, Zacatepec, Jojutla, Puente de Ixtla y regiones similares; en zonas altas (Cuautla, Emiliano Zapata, Acatlipa y regiones similares).
Otros:	Moderadamente resistente a la enfermedad conocida como "Quema del arroz"; resistente al encame y resistente intermedio al desgrane.
Hábito de Crecimiento:	Intermedio, de corona semicerrada a cerrada.
Densidad de siembra:	Directa: de 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	105 días después de transplante.
Días a cosecha:	135 días.
Altura de planta:	140 cm.
Grano:	Alargado, grande, muestra "panza blanca".
Calidad industrial:	50 % en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

8. ARROZ HUMAYA

A - 92

Variedad de ciclo intermedio

Zonas de adaptación:	Durante el ciclo primavera – verano, en el Valle de Culiacán y regiones similares. Adaptable al sistema de riego intermitente con entable estático.
Otros:	Tolerante a la “mancha café”, a la quema del arroz y al carbón del grano; resistente al encame.
Hábito de crecimiento:	Efecto de corona cerrada.
Densidad de siembra:	Directa: de 100 a 160 Kg./Ha. Transplante: 15 Kg./Ha.
Días a floración:	De 90 a 95 días.
Días a cosecha:	De 132 a 135 días.
Altura de planta:	de 85 a 95 cm.
Grano:	Alargado, grande y delgado, sin aristas y de color paja, glumas pubescentes.
Calidad industrial:	63 % en grano pulido entero.

Las características citadas son el promedio de varias localidades, pudiendo variar debido a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

ANEXO VIII

DIVERSIDAD GENÉTICA Y CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL ARROZ

1. Introducción

Muchos procesos ecológicos están fuertemente influenciados por el tamaño de la superficie en que se desarrollan¹, causando el problema del elevado coste de los experimentos. Para contrarrestar los efectos negativos sobre el medio ambiente que ocasionan los modernos métodos de cultivo agrícola², se propone mezclar, en una misma parcela, distintas variedades de una misma especie; en nuestro caso, el arroz. Esto ha puesto de manifiesto que se reduce la severidad de la enfermedad causada por el hongo *Pyricularia oryzae* de un modo experimental y se ha utilizado comercialmente en algunos casos³. Pero el modo de dispersión del patógeno y el efecto de la diversidad varietal se pueden ver subestimados en el caso de experimentos a pequeña escala⁴. Las observaciones a gran escala son escasas⁵ y no permiten determinar la relación causa-efecto entre diversidad y la severidad de la enfermedad⁶.

Las experiencias se llevaron a cabo en la provincia de Yunnan (China) donde, a causa del clima húmedo y fresco allí existente, el desarrollo del hongo se ve favorecido y los agricultores deben realizar numerosos tratamientos fungicidas para combatir la enfermedad. Las variedades de arroz glutinosas (llamadas también "waxy" o céreas: con bajo contenido en amilosa, uno de los componentes del almidón), son las más consumidas y tienen precios más altos en el mercado que las demás variedades, aunque producen menos y son muy sensibles a la enfermedad. Las variedades no glutinosas, híbridas, son menos susceptibles y son atacadas por un grupo diferente de razas del hongo *Pyricularia*. Antes de 1998, un 98% de la superficie de arroz en el área de estudio se sembraba con monocultivos de las variedades híbridas *Shanyuo 22* y *Shanyuo 63*. Las variedades más interesantes, en cambio, se cultivaban en

¹ Vide: Polis, G. A., Anderson, W. B. & Holt, R. D.; Dwyer, G., Elkinton, J. S. & Hajek, A. E.; Schwartz, M. W. y Waide, R. B. *et al.*

² Vide: Matson, P. A.; Parton, W. J.; Power, A. G. & Swift, M. J. y Tilman, D.

³ Vide: Browning, J. A. & Frey, K. J.; Wolfe, M. S. ; Mundt, C. C. y Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

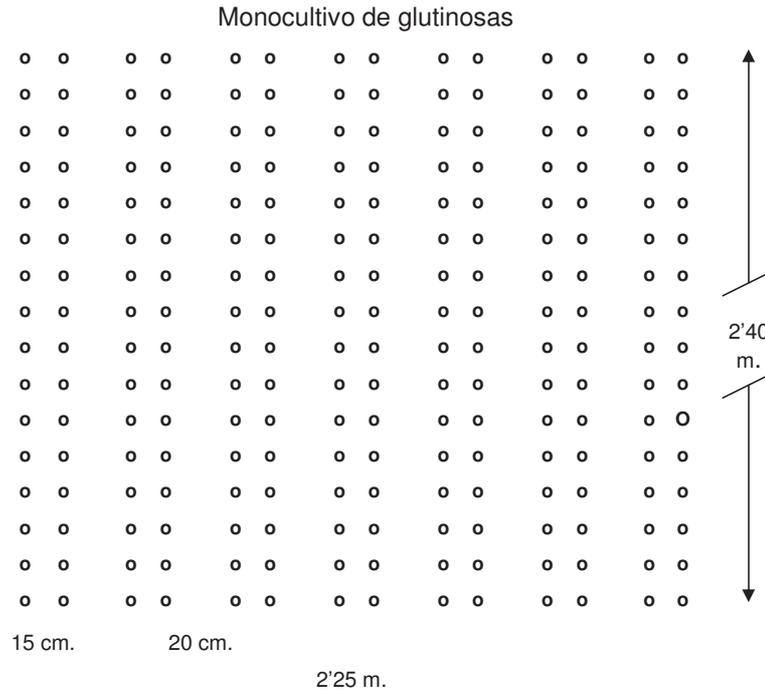
⁴ Vide: Wolfe, M. S. ; Mundt, C. C. y Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

⁵ Vide: Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

⁶ Vide: Nature, nº de la revista 406 (2000), pp. 718-722.

muy baja proporción a causa de su bajo rendimiento y su sensibilidad a la enfermedad en ese entorno.

Se realizaron experimentos a gran escala, gracias a la colaboración de miles de agricultores arroceros, para determinar cómo se ve afectada la extensión de la enfermedad por el cultivo mixto de variedades, utilizando mezclas de glutinosas y de híbridas. El plan de trabajo se basó en la experiencia de un agricultor que plantaba una línea de arroz glutinoso entre grupos de cuatro líneas de arroz híbrido, lo que constituía una relación o proporción suficiente para atender la demanda local de arroz glutinoso. Ver, al respecto, la figura siguiente:



A continuación, puede verse el esquema correspondiente a las parcelas experimentales con monocultivo híbrido y con mezcla de diversas variedades, ambas formando cuadros de 2'40 x 2'40 m.

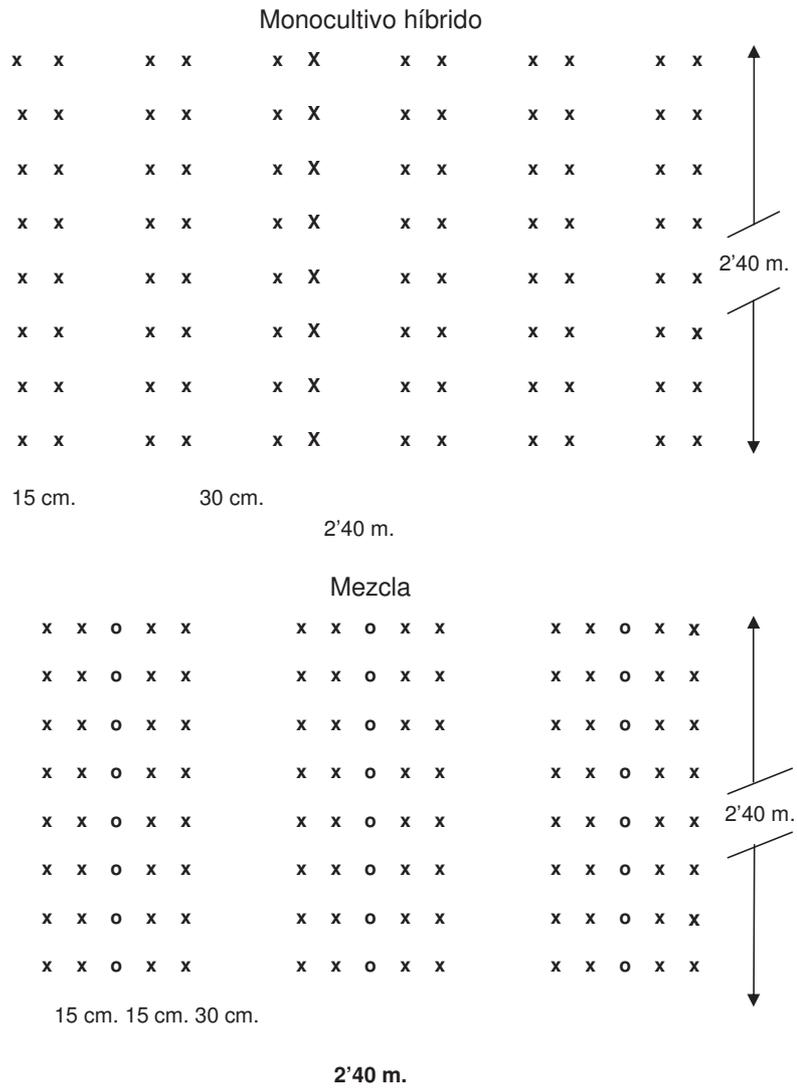


Figura VIII.1. Ensayo sobre la distribución en el campo de distintas variedades de arroz. Cada símbolo representa una hilera de arroz susceptible (o) o resistente (x). La distancia entre caballones de entre las filas fue de 15 centímetros para el monocultivo de variedades glutinosas, 30 centímetros para el monocultivo de variedades híbridas y 30 centímetros para las mixtas.

La disposición de las plantas de arroz en las parcelas de variedad mixta y monocultivo se sometieron a examen en 1999 y después se utilizaron como patrón por los agricultores de la provincia de Yunnan (China). Las distancias y disposiciones fueron las mismas en 1998, excepto que la distancia entre hileras de arroz glutinoso en monocultivo fue de 13 centímetros.

2. Plan de trabajo

En el primer año de trabajo (1998) se plantaron cuatro mezclas diferentes de variedades en una superficie de 812 Ha que comprendían todos los campos de arroz de cinco municipios del condado de Shiping, en la provincia de Yunnan. A causa del excelente control de la enfermedad proporcionado por la mezcla de variedades, sólo se realizó un tratamiento funguicida. Los datos de las parcelas con mezcla se compararon con los de otras con monocultivo en 15 lugares diferentes. A diferencia de los campos experimentales, las parcelas de control de monocultivo eran pequeñas con relación al área total plantada de mezclas en las zonas de alrededor, reduciendo así el impacto potencial de la dispersión de las esporas, desde los monocultivos fuertemente infectados a las parcelas plantadas con mezclas de variedades⁷. En 1999, el estudio se amplió a 3.342 Ha. El procedimiento fue el mismo que en el año anterior, con la excepción de que no se efectuó ningún tratamiento funguicida. Además, algunos agricultores prefirieron plantar mezclas en la proporción de variedades a razón de 1 glutinosa:6 híbridas, en lugar de 1:4.

La diversidad tuvo un impacto sustancial en la severidad de la enfermedad. En 1998, la incidencia de *Pyricularia oryzae* en panícula en las variedades glutinosas fue del 20% en los monocultivos, pero se redujo al 1% cuando las mismas variedades se encontraban mezcladas. Esa misma enfermedad alcanzó, en las variedades híbridas, un 1,2% de promedio en monocultivo y se redujo de forma diversa en las mezclas, aunque solamente las mayores reducciones fueron significativas desde el punto de vista estadístico. Los resultados obtenidos en 1999 fueron muy similares a los de 1998 en cuanto a la severidad del daño causado en la panícula en las variedades sensibles, mostrando que el efecto de la diversificación era constante para diferentes mezclas, en diferentes cosechas y en diferentes áreas de cultivo. En cambio, los efectos en las variedades híbridas fueron mayores en 1999 que en 1998. La severidad de la enfermedad en panícula en las variedades híbridas pasó de un promedio del 2,3% en monocultivo al 1% en las mezclas, a pesar de que se plantaron con la misma densidad.

Son diversos los mecanismos que pueden reducir la severidad de la enfermedad en poblaciones de plantas genéticamente diversas. El más importante se considera la diferencia genética entre los genotipos de plantas que crecen juntas, lo que "diluye" la cantidad de inóculo de una raza de patógeno que se dispersa entre variedades compatibles del huésped. Ese efecto de "dilución" tuvo un papel importante en la reducción de la enfermedad

⁷ Vide: Wolfe, M. S. ; Mundt, C. C. y Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

en las variedades glutinosas y sensibles en este estudio. Además, algunos datos climáticos tomados de entre la masa vegetal en un punto de control en 1999, indican que la diferencia en el porte de los tallos, más altos en las variedades glutinosas y más cortos en las híbridas, producían una combinación de temperatura, luminosidad y humedad menos favorecedora para la expansión de la infección entre las variedades glutinosas en las mezclas que en los monocultivos.

La reducción de la infección en las mezclas de variedades híbridas es más difícil de explicar. El efecto de "dilución" y las modificaciones microclimáticas son mecanismos improbables, pues los híbridos se plantaron con la misma densidad en mezclas y en monocultivos. El mayor porte de las variedades glutinosas pudo haber bloqueado de forma física la dispersión de las esporas y/o alterado las corrientes del viento, en comparación con los monocultivos. La resistencia inducida pudo contribuir a la supresión de la enfermedad en los híbridos. Esta resistencia se produce cuando razas de patógeno no virulentas inducen una respuesta defensiva en una planta, haciendo que ésta resista posteriores infecciones de otras razas ante las que se mostraba sensible con anterioridad. Se sabe que este mecanismo ha producido reducciones importantes en enfermedades en plantas de grano pequeño cultivados como mezcla de variedades⁸.

En el año 1999 se determinó la diversidad genética de poblaciones de patógeno procedentes de campos de monocultivo y de mezcla de variedades, utilizando la técnica de identificación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)⁹. Resultados preliminares indicaron que los campos mixtos contenían distintas poblaciones del hongo patógeno sin que ninguna predominase. Por contraste, en las parcelas con monocultivo, una o unas pocas poblaciones predominaron. La mayor diversidad genética del patógeno en los cultivos mixtos pudo contribuir a la consecución de una mayor resistencia inducida mediante interacciones incompatibles. A largo plazo, este aumento de la diversidad del patógeno puede incluso hacer disminuir su adaptación a los genes de resistencia existentes en una mezcla de variedades determinada. Llegar a conocer cómo la diversidad en el huésped ejerce su influencia sobre la enfermedad en el modelo que se ha estudiado, ayudaría a extender estos resultados a otros ecosistemas. De hecho, ya se están llevando a cabo estudios para comprender ese mecanismo.

En cuanto a la producción de grano por parcela, las variedades glutinosas mezcladas obtuvieron de promedio un 89% más en comparación con los monocultivos. Debido a esto, el arroz glutinoso en los campos mixtos fue responsable del 18,2% de la producción media de los cultivos glutinosos, aunque sólo representó el 9,2 y el 9,7% de éstos, en 1998 y 1999 respectivamente. La reducción de la severidad de la enfermedad tuvo ciertamente un papel importante en esa mejor producción, aunque también pudieron influir otros factores, tales como una mejor interceptación de la luz. A pesar del aumento global de la densidad vegetal en las mezclas, la producción

⁸ *Vide:* Chin, K. M. & Wolfe, M. S. y Calonnec, A., Goyeau, H. & de Vallavieille-Pope, C.

⁹ *Vide:* George, M. L., Nelson, R. J., Zeigler, R. S. & Leung, H.

de grano por hectárea de los híbridos en mezcla fue sensiblemente igual a los correspondientes monocultivos. Así, parcelas con mezcla produjeron más grano total por hectárea que sus respectivos monocultivos en todos los casos. Las equivalencias de superficies, teniendo en cuenta la eficiencia ecológica de poblaciones mezcladas, indican que se necesitarían un promedio de 1,8 hectáreas de monocultivo para conseguir la misma producción de arroz glutinoso e híbrido que daría 1 hectárea de cultivo mixto. Y, teniendo en cuenta el valor de mercado por hectárea de los dos tipos de arroz, el obtenido en los cultivos mixtos fue mayor en un 14% respecto al de los monocultivos de híbridos y en un 40% al de los monocultivos glutinosos.

Aunque el efecto sobre la enfermedad se maximiza sembrando al azar o “a voleo”¹⁰, la plantación en hileras y la cosecha a mano que realizan los agricultores chinos, ha sido de gran ayuda en la realización del trabajo. Sin embargo, hay otra manera¹¹ de conseguir cultivos mixtos: el trigo se cultiva como mezcla de variedades en la costa Noroeste de los Estados Unidos, en condiciones de alta mecanización. En este caso, se eligen variedades con características similares en el porte de los tallos, momento de madurez y calidad comercial. Se siembran al azar y se comercializa la mezcla como único producto¹².

El programa de diversificación que se acaba de describir se llevó a cabo en un área agrícola con producciones que se aproximan a los 10.000 kg/Ha, es decir, entre las más elevadas del mundo. El efecto de la diversidad varietal sobre el control de enfermedades está firmemente establecido desde un punto de vista experimental y es cada vez más utilizado contra patógenos de dispersión anemófila que afectan a cereales de grano pequeño¹³. Resultados experimentales recientes señalan otras aplicaciones de la diversidad, por ejemplo, contra patógenos que pasan parte de su ciclo en el suelo y tienen por huéspedes árboles cultivados¹⁴.

El efecto de la diversificación varietal varía según las enfermedades y según los sistemas agro-ecológicos¹⁵. Más aún, no se puede suponer que todas las mezclas de variedades de arroz proporcionen protección funcional para una determinada población de un fitopatógeno¹⁶, ni tampoco se puede predecir el tiempo que dura su eficacia. En este sentido, se han identificado combinaciones de variedades que proporcionan muy poco o ningún control sobre *Pyricularia oryzae* en la provincia de Yunnan. Sin embargo, los resultados demuestran que se puede controlar una enfermedad en los vegetales de un modo simple, ecológico, a gran escala y respetando el medio ambiente.

¹⁰ Vide: Mundt, C. C.

¹¹ Vide: Mundt, C. C. y Mundt, C. C. & Browning, J. A.

¹² Vide: Mundt, C. C.

¹³ Vide: Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

¹⁴ Vide: Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

¹⁵ Vide: Garrett, K. A. & Mundt, C. C.

¹⁶ Vide: Mundt, C. C. & Browning, J. A. y Schmidt, R. A.

ANEXO IX

LEGISLACIÓN

- 1. ORDEN de 31 de agosto de 1979 (Mº de Agricultura) por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales de Fecundación Autógama. B.O.E. nº: 241 del 8/10/1979, pág. 23.375.
- 2. ORDEN de 1 de julio de 1986 (Mº Agricultura, Pesca y Alimentación). CEREALES-COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA. Aprueba Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales. B.O.E. nº: 172 del 19/07/1986, pág. 26.094.
- 3. ORDEN de 16 de febrero de 1987 (Mº de Economía y Hacienda) por la que se modifica la de 28 de mayo de 1981 sobre norma de calidad para el comercio exterior de arroz para adaptarla a las Directivas de la Comunidad Económica Europea. B.O.E. nº: 43 del 19/02/1987, pág. 5.008.
- 4. REGLAMENTO (CEE) núm. 675/88 de la Comisión, de 15 de marzo de 1988, por el que se determinan las modalidades de aplicación de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.
- 5. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil "INDICA" en Portugal.
- 6. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.424/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, por el que se modifican los anexos del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.
- 7. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.232/88 del Consejo, de 19 de julio de 1988, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1988/89, el importe de la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz.
- 8. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87.
- 9. REGLAMENTO (CEE) núm. 3.939/88 de la Comisión, de 16 de diciembre de 1988, por el que se modifica el reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista

de determinadas variedades de arroz establecidas en el anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo.

- 10.- REGLAMENTO (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados del arroz, cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 de la Comisión.

- 11. REGLAMENTO (CEE) núm. 823/89 de la Comisión, de 30 de marzo de 1989, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 12. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados en el sector del arroz y cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87, y en particular el apartado 2 de su artículo 8 bis.

- 13. REGLAMENTO (CEE) núm. 832/90 de la Comisión, de 30 de marzo de 1990, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 14. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.354/90 del Consejo, de 14 de mayo de 1990, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1990/1991, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 15. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.106/90 de la Comisión, de 23 de julio de 1990, por el que se determinan los precios y montantes en ECUS fijados por el Consejo en el sector del arroz y reducidos como consecuencia del reajuste monetario de 5 de enero de 1990.

- 16. ORDEN de 20 de junio de 1990 (M^º Agricultura, Pesca y Alimentación). ARROZ - COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. Regula la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz de tipo o perfil "Indica" sembrado en la campaña 1989-90.

- 17. REGLAMENTO (CEE) núm. 870/91 de la Comisión, de 9 de abril de 1991, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 387/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 18. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.714/91 del Consejo, de 13 de junio de 1991, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1991/92, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 19. REGLAMENTO (CEE) núm. 814/92 de la Comisión, de 31 de marzo de 1992, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 20. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.544/93 del Consejo, de 14 de junio de 1993, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 por el que se establece la organización común de mercados del arroz, y deroga los reglamentos (CEE) núms. 2.744/75 y 1.009/86.

- 21. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.547/93 del Consejo, de 14 de junio de 1993, por el que se fija, para la sementera de la campaña de comercialización 1992/93, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

- 22. Ley 3-2000 por la que establece el régimen jurídico de la protección de las obtenciones varietales, así como el reconocimiento y protección del derecho de obtentor de una variedad vegetal nueva, por la que se concederá un título de obtención vegetal.

- 1. ORDEN de 31 de agosto de 1979 (M^o de Agricultura) por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales de Fecundación Autógama. B.O.E. nº: 241 del 8/10/1979, pág. 23.375.

Por orden ministerial de 28 de noviembre de 1973 se aprobó el reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógama.

Durante el tiempo transcurrido desde la aprobación del citado reglamento han tenido lugar una serie de cambios en la producción de semillas de las especies incluidas en el mismo, habiéndose incrementado la producción y conservación de variedades.

Por otro lado, por orden ministerial de 31 de julio de 1979, se ha modificado el reglamento general de control y certificación de semillas y plantas de vivero, introduciendo en él una nueva imagen del productor-multiplicador. Esta nueva figura facilitará que la actividad de producción de semillas pueda ser desarrollada por agricultores y agrupaciones de los mismos.

Ello hace aconsejable introducir ciertas modificaciones de acuerdo con las nuevas exigencias de la producción actual de semillas; considerándose oportuno, para una mayor claridad, la publicación de un nuevo texto refundido del reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógama.

Por todo lo anteriormente expuesto, a iniciativa de la Junta Central del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero y propuesta de esa dirección general de la producción agraria,

este ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.- Se aprueba el nuevo texto del reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógama, que figura como anejo a la presente orden, que entrará en vigor al siguiente día de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Segundo.- Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo preceptuado en esta orden y reglamento anejo.

Madrid, 31 de agosto de 1979.- Lamo de Espinosa.

Reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógama

I. Especies sujetas al reglamento técnico

Quedan incluidas en el ámbito de aplicación de este reglamento técnico las semillas de los cereales siguientes, tanto si su fin es la producción de grano como si es con destino forrajero:

Triticum aestivum, L.: trigo blando.

Triticum durum L.: trigo duro.

Triticum spelta, L.: escanda.

Triticum turgidum, L.: trigo redondillo.

Hordeum vulgare, L.: cebada.

Avena sativa, L.:avena.

Avena strigosa., Schreb: avena estrigosa.

Avena bizantina, C. Koch: avena roja.

Oryza sativa, L.: arroz.

Sólo podrá denominarse "semilla" de los cereales mencionados la que proceda de cultivos controlados por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, en lo sucesivo Instituto, y que haya sido obtenida según las disposiciones contenidas en este reglamento, así como en la ley 11/1971, de 30 de marzo, de semillas y plantas de vivero; el decreto 3.767/1972, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero, y la Orden Ministerial de 26 de julio de 1973, por la que se aprueba el Reglamento General de Control y Certificación de Semillas y Plantas de Vivero.

Este reglamento se aplicará también a otras especies de cereales de fecundación autógama cuya certificación se considere necesaria en el futuro.

II. Categorías de semillas

II. a) Se admiten las siguientes categorías de semillas:

- material parental
- semilla de base
- semilla de prebase
- semilla certificada de primera reproducción (R-1)
- semilla certificada de segunda reproducción (R-2)

El instituto podrá suprimir la categoría R-2 en aquellas especies y variedades en que así sea aconsejable. Una vez adoptada esta decisión se podrá seguir comercializando esta categoría en las dos campañas siguientes a la fecha de la misma.

II. b) El material parental constituye la generación G-0

Las sucesivas generaciones anteriores a la semilla de prebase se denominarán: G-1, G-2, etc. Se entiende por semilla de prebase y de base las de las generaciones en que así se haya definido en la solicitud de inscripción en el registro de variedades comerciales, para las variedades de obtener, o las fijadas en este reglamento para las variedades de dominio público.

III. Variedades comerciales admisibles a la certificación

Sólo podrán someterse a este sistema de certificación variedades incluidas en las listas de variedades comerciales o en las listas de variedades comerciales para la exportación.

Las parcelas de producción de semilla de prebase y generaciones anteriores pueden someterse a inspección del instituto, a petición del productor, a partir del momento de presentarse la solicitud de inscripción de la variedad en el registro de variedades comerciales.

IV. Producción de semilla

IV. a) Requisitos de los procesos de producción

Salvo lo dispuesto en el apartado IV. b) para las generaciones anteriores a la semilla de prebase, los campos de producción de semilla de cereales han de cumplir los requisitos que se señalan en el anejo número 1.

IV. b) Requisitos especiales para la obtención de generaciones anteriores a la semilla de prebase

1. Método para la conservación de una variedad comercial

El método para la conservación de las variedades de obtentor será el descrito en la inscripción de las mismas en el registro de variedades comerciales de plantas.

El método a seguir para la conservación de una variedad de dominio público ha de basarse en las sucesivas recogidas de espigas o panículas y multiplicaciones en líneas conservando su filiación, de acuerdo con lo que se dispone en este apartado y en los apartados IV. b), 2, 3 y 4.

Se entiende por línea el conjunto de plantas que proceden de las espigas (o panojas, en su caso) de una planta. Se entiende por familia el conjunto de plantas que proceden de espigas de una línea.

Todos los procesos de producción de generaciones anteriores a las semillas de prebase deben realizarse en zonas ecológicamente adecuadas.

2. Material de partida

Se entiende por material de partida el que ha de servir para iniciar el proceso general de conservación de la variedad. Ha de conseguirse recogiendo en campos de máxima garantía plantas o espigas. Para la continuación del proceso se recogerán las plantas o espigas en los campos de producción de G-1, que se describen en el apartado IV. b) 3., conservando su filiación y con un mínimo de diez familias.

El número de plantas o espigas será suficiente para que, una vez estudiadas en laboratorio y desechadas todas las que presenten alguna variación en relación con la descripción de la variedad, quede un remanente que permita utilizar no menos de 300 en la siembra, con independencia de las reservas a que se hace referencia en el apartado 5.

Los granos obtenidos de las espigas seleccionadas constituyen el material parental o G-0. El número de multiplicaciones a partir de esta generación para producir la semilla de base

será de cuatro.

3. Producción de G-1

La producción de G-1 se realizará en parcelas aisladas no menos de 30 metros de cualquier siembra con semilla de la misma especie, salvo parcelas de multiplicación de la generación sucesiva de la misma variedad. Las siembras serán en hileras por espiga o panícula, con separación entre ellas no inferior a 20 centímetros.

Estas parcelas no pueden establecerse en terrenos que hayan sido sembrados durante la campaña anterior con semilla de la misma especie, salvo autorización expresa en el caso de semilla de arroz, ni tampoco aquellos en que la falta de homogeneidad pueda dificultar la determinación de las variedades de tipo de las plantas resultantes. Estas condiciones se observarán también en las siembras de las restantes generaciones anteriores a la semilla de prebase.

Durante todo el proceso vegetativo, desde la nascencia hasta la maduración, se eliminará todo el surco en el que aparezcan variaciones en lo que respecta a caracteres que han servido para describir la variedad.

Si la eliminación se efectúa en época posterior a la floración, no sólo se arrancará el surco en que aparezcan anomalías, sino también los contiguos.

Análogamente, se eliminarán todas las plantas en que aparezcan ataques de carbón (*Ustilago* sp.), tizón (*Tilletia* sp.) o helmintosporiosis (*Helminthosporium* sp.), sacándose las plantas de la parcela. Si en un mismo surco aparecen varias plantas atacadas, se desechará todo el surco.

La mezcla de la semilla de las líneas G-1 no eliminadas será la que se utilice para la producción de G-2.

4. Producción de G-2

Las parcelas sembradas con G-1, destinadas a la producción de G-2, deberán estar aisladas de todo otro campo de la misma especie por una distancia no inferior a 30 metros, o bien, rodeadas por una franja de anchura no menor de 10 metros, sembrada con semilla G-2 de la misma variedad.

Las siembras se realizarán en bandas de tres metros de anchura, como máximo, y con pasillos que permitan el fácil acceso.

Durante todo el proceso vegetativo, y en especial en la espigazón, se efectuarán depuraciones para eliminar todas las plantas (no las espigas o panículas) de otras especies, otras variedades, híbridos naturales, mutaciones y, en general, cualquier planta de tipo dudoso o atacada por carbón, tizón o helmintosporiosis.

5. Reserva de generaciones anteriores

En la producción de semilla de base ha de conservarse como reserva de seguridad, almacenándose en condiciones adecuadas, el siguiente material:

- material de partida o G-0: un número de espigas igual al utilizado para la siembra de la campaña, agrupadas en familias, en su caso, o el 50 por 100 de la semilla de cada espiga utilizada.
- semilla de primera generación (G-1): cantidad igual a la utilizada en la campaña.
- semilla de segunda generación (G-2): el 50 por 100, como mínimo, de la utilizada en la campaña.

6. Inspecciones a realizar

El personal del Instituto inspeccionará los campos de producción de semilla todas las veces que se consideren necesarias y, al menos, una vez en la fase de espigado.

El personal técnico del productor cuantas veces sean precisas para mantener en todo momento las parcelas debidamente depuradas.

IV. c) Requisitos específicos para la producción de semillas de prebase y categorías posteriores

1. Variedades en una finca

En una misma finca de agricultor-colaborador, sólo podrá cultivarse para obtención de semilla un número limitado de variedades de cada especie, previamente autorizado por el Instituto. Dicho número depende del tamaño de la finca y de los medios de que disponga. El Instituto determinará, siempre que se produzca más de una variedad, las precauciones que habrán de tomarse para evitar posibles mezclas.

2. Inspecciones a realizar

El personal del Instituto inspeccionará los campos de producción de semillas todas las veces que se consideren necesarias y, al menos, una vez en la fase de espigado.

El personal de la entidad productora efectuará las inspecciones necesarias para mantener las parcelas debidamente depuradas, así como las imprescindibles para comunicar al Instituto los datos que determina este reglamento técnico.

IV. d) Requisitos de las semillas

Las semillas de las distintas categorías han de cumplir los requisitos que figuran en el anejo número 2.

IV. e) Comunicaciones de los productores al Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

1. Declaración de cultivos

En la declaración de cultivos ha de figurar imprescindiblemente:

- variedad cultivada
- origen, categoría y cantidad de semilla utilizada
- categoría de la semilla a producir
- número del o de los lotes
- superficie de la parcela
- nombre y domicilio del colaborador
- finca y su localización (pudiéndose exigir croquis de situación)
- término municipal y provincia

Las declaraciones de cultivos relativas a siembras de otoño tendrán que obrar en poder del Instituto antes del 31 de diciembre, y las de siembras de primavera antes del 30 de abril, excepto para el arroz que será el 30 de junio, salvo causas de fuerza mayor, en que el instituto, si lo considera oportuno, fijará nuevas fechas límites. Cualquier modificación de la declaración de cultivos se comunicará dentro del plazo de quince días de haberse producido.

2. Comunicaciones durante el ciclo de producción

Cuando por el Instituto se considere necesario, las entidades deberán comunicar al mismo, con la suficiente antelación, las fechas a partir de las cuales podrá iniciarse la recolección.

3. Comunicaciones relativas a comercialización

Las ventas por variedades y remanentes de semilla procedentes de la campaña se comunicarán antes del 1 de junio de cada año, excepto para el arroz, que se comunicarán antes del 1 de agosto.

V. Requisitos de los lotes de semilla

1. Lotes de semilla

El tamaño de los lotes de semilla de prebase y de base no puede exceder de los 10.000 kilogramos. Los de semillas certificadas han de tener un tamaño máximo de 20.000 kilogramos, pudiendo proceder la semilla de una o varias parcelas de la misma zona.

2. Envases

Los envases en que vaya a comercializarse la semilla pueden tener cualquier capacidad entre 25 y 75 kilogramos, no existiendo limitación en cuanto al material de que estén fabricados, siempre que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y sean aptos para la conservación de la simiente.

Se exceptúa de la limitación superior de peso los contenedores y otros recipientes que se admitan internacionalmente para el transporte de semillas.

3. Comunicaciones.

Se comunicará con la debida antelación :

- estimación de la semilla recogida en cada una de las parcelas de producción
- situación de almacenes y semilla a recoger en cada uno de ellos.
- iniciación de las operaciones de selección y preparado de semilla

VI. Pruebas de precontrol y poscontrol

Todo productor ha de sembrar en campo de precontrol una parcela con las muestras de cada uno de los lotes que haya certificado de semilla de base y de aquellos de semilla de

prebase no destinados a uso propio. Asimismo realizará pruebas de poscontrol, sembrándose como mínimo las muestras correspondientes a un 10 por 100 de los lotes de semilla certificada, elegidas al azar. En los casos especiales en que por el Instituto se considere conveniente, la citada proporción podrá aumentarse hasta el 20 por 100.

El tamaño de las parcelas correspondientes a cada muestra no debe ser inferior a ocho metros cuadrados para las semillas certificadas y doce metros cuadrados para las de prebase y base.

En las parcelas de precontrol y poscontrol se señalarán, pero no arrancarán, las plantas de otras variedades; las plantas con variaciones atípicas de la variedad y mutantes; su número se anotará en libros o fichas, que estarán a disposición del Instituto, quien podrá solicitar se remita copia al mismo para comparación con los campos que el mencionado organismo tenga establecidos.

VII. Productores de semillas

VII. a) Categorías de productores

Se admiten las categorías de:

- productores-obtentores
- productores-obtentores
- productores-seleccionadores
- productores-multiplicadores

VII. b) Capacidad de instalaciones

La capacidad de las instalaciones para ser productor-seleccionador o productor-multiplicador de una o todas las especies señaladas en este reglamento ha de ser tal que, como mínimo, su capacidad de selección sea de tres toneladas métricas/hora, excepto para una producción única de arroz, en cuyo caso será de una tonelada métrica/hora. Estos mínimos en cuanto a capacidad serán necesarios para cada uno de los centros de selección.

VII. c) Clases de instalaciones

Las instalaciones han de comprender como mínimo:

- almacenamiento
- recepción
- limpieza y selección mecánica
- tratamiento
- envasado
- laboratorio de análisis y ensayo de semillas

El Instituto decidirá si las características de las instalaciones anteriormente enumeradas son las adecuadas en cada caso, debiendo tener todas ellas la capacidad necesaria relacionada con los mínimos de selección del apartado anterior.

VII. d) Campos en cultivo directo

Los productores-seleccionadores y los productores-obtentores que produzcan semilla de base deberán disponer de campos en cultivo directo para la obtención de las generaciones G-1 y G-2, así como de la semilla prebase G-3. En los casos en que el Instituto no autorice su producción en fincas de agricultores-colaboradores, todos los productores deberán disponer, en su caso, de superficie adecuada a los planes de producción, de campos en cultivo directo para el establecimiento de los campos exigidos de precontrol y/o poscontrol.

VII. e) Producción en España de semilla de base

En el plazo máximo de cuatro años, a partir de la obtención del título, o en el que requiera el proceso de producción de semilla de base de las variedades que vaya a comercializar el productor-seleccionador, deberá producir en España por sí mismo y a partir del material parental, mediante el correspondiente proceso de conservación, no menos del 40 por 100 de sus necesidades globales de semilla de base, salvo causas de fuerza mayor. Por otra parte, el 80 por 100 de la semilla de base utilizada deberá haber sido obtenida en España mediante el correspondiente proceso de conservación.

(Anexo omitido)

VII. f) Actuales productores

Los actuales productores que, a la entrada en vigor de este reglamento técnico, no

reúnan todos los requisitos que se exigen en el mismo, en cuanto a instalaciones y demás condiciones, deberán disponer de todas ellas en un plazo máximo de dos años.

VIII. Comercialización

VIII. a) Etiquetas

En las etiquetas del productor o impresos equivalentes, en su caso, deben figurar como mínimo los datos que exige el reglamento general de certificación.

VIII. b) Subdivisión en envases pequeños

Los productores no podrán proceder al fraccionamiento de los envases originales en otros más pequeños.

VIII. c) Semillas de campañas anteriores

Para comercializar semillas de campañas anteriores es requisito previo la realización de nuevo análisis en fecha posterior al 15 de junio, excepto para el arroz, que será el 15 de diciembre, así como el que por el instituto se realice un reprecintado con la correspondiente toma de muestras.

IX. Semillas importadas

La semilla de base que se importe de países que apliquen el sistema de certificación OCDE debe estar certificada y sus envases precintados y etiquetados de acuerdo con dicho sistema o por un sistema de certificación reconocido por España en régimen de reciprocidad.

En el caso de que las semillas se comercialicen en los envases originales, si las especificaciones no contienen todas las fijadas en el reglamento general de certificación, por el importador deberán colocarse etiquetas con los mencionados datos, así como traducción de los que figuren en idioma distinto del español.

Las pruebas de precontrol y de poscontrol, que obligatoriamente han de realizarse con las semillas importadas, se harán siguiendo las mismas normas dadas en el apartado VI de este reglamento para las de producción nacional.

X. Disposición final

Para las siembras ya efectuadas en el momento de la entrada en vigor de este reglamento, así como para las semillas procedentes de estas siembras y anteriores, regirán las normas vigentes con anterioridad a su publicación.

Observaciones

1. Tamaño mínimo de las parcelas

No existirá limitación en las parcelas de producción de semilla de variedades de reciente introducción, o de venta limitada, siempre que para cada una no se siembren más de dos parcelas diferentes en una misma zona.

En la producción de semilla de arroz, las superficies mínimas pueden reducirse a: semilla de base, 500 metros cuadrados; semilla certificada, una hectárea.

2. Cultivos anteriores

No pueden dedicarse para la producción de semilla de trigo, cebada o avena, ninguna parcela que en la campaña anterior hubiese estado sembrada con cereales de cualquiera de estas especies, salvo que se tratase de la misma variedad y de la misma categoría a la anterior.

Las siembras de parcelas destinadas a la producción de semilla de prebase se realizarán en bandas de tres metros de anchura como máximo y con pasillos que permitan el fácil acceso.

3. Aislamientos

Los aislamientos se refieren a siembras de otro cereal de la misma especie. No se exige aislamiento alguno si el campo está rodeado por otro de la misma variedad, sembrado con semilla de la misma categoría o de la inmediata inferior a la utilizada en la parcela destinada a producción de semilla.

4. Plantas de otras variedades

No se tendrán en cuenta las variaciones típicas de la variedad comercial.

Para la determinación de las proporciones de plantas de otras variedades y de las correspondientes a los apartados siguientes se efectuarán conteos al azar en número no inferior a cinco, y cada uno de no menos de 400 espigas o panículas.

5. Plantas de otras especies cultivadas

Se consideran únicamente las especies cultivadas de difícil separación mecánica en la manipulación de las semillas, y en especial de otros cereales.

El Instituto diferirá la aceptación o anulación de una parcela en el caso de que se sobrepasen los máximos fijados, hasta que se haya procedido a la selección mecánica y análisis de las muestras, cuando el productor lo solicite y siempre que quede garantizado que la semilla de la parcela considerada no se haya mezclado con la de otras parcelas.

6. Plantas infectadas

Se consideran plantas infectadas las atacadas por carbón (*Ustilago* sp.) en los campos de producción de semilla de trigo, cebada y avena, y por helmintosporiosis (*Helminthosporium* sp.), en los de cebada y arroz, así como por *Piricularia oryzae* en los de arroz.

Se podrán aprobar campos con porcentajes mayores de los que figuran en el cuadro, a petición de la entidad, siempre que antes del precintado de la semilla estas se hayan tratado con productos de reconocida eficacia.

Observaciones

1. Semillas de otras especies

El contenido máximo admitido de semillas de otras especies no cereales, en el caso de semilla de trigo, cebada y avena, es:

- semilla de rabaniza (*Raphanus raphanistrum*, L.) o de neguillón (*Agrostema githago*, L.): una en 500 gramos para la semilla de prebase y de base y tres en 500 gramos para la certificada R-1 o R-2.

- semilla de avena loca o ballueca (*Avena fatua*, L.), *Avena sterilis*, L., *Avena ludoviciana*, Dur., o cizaña (*Lolium temulentum*, L.): cero semillas en 500 gramos para todas las categorías.

La presencia de una semilla de *Avena fatua*, L., *Avena sterilis*, L., *Avena ludoviciana*, Dur., o *Lolium temulentum*, L. en una muestra de 500 gramos no se considerará impureza si, tomada una segunda muestra de igual peso, está totalmente exenta de estas semillas.

En el caso de semilla de arroz, el contenido máximo de semillas de otras especies es: semilla de *Panicum* sp., una semilla en 500 gramos de semilla de prebase y de base y tres semillas en 500 gramos de semilla certificada R-1 o R-2.

2. Semillas de otras variedades distinguibles

En el caso de semilla de arroz, el número máximo de granos rojos en una muestra de 500 gramos será de dos para la semilla de prebase y de base y de cinco para la certificada R-1 y R-2.

(Anexo omitido)

- 2. ORDEN de 1 de julio de 1986 (M^o Agricultura, Pesca y Alimentación). CEREALES-COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA. Aprueba Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales. B.O.E. nº: 172 del 19/07/1986, pág. 26.094.

Por orden ministerial de 28 de noviembre de 1973 se aprobó el Reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógena.

Durante el tiempo transcurrido desde la aprobación del citado Reglamento han tenido lugar una serie de cambios en la producción de semillas de las especies incluidas en el mismo, habiéndose incrementado la producción y conservación de variedades.

Por otro lado, por orden ministerial de 31 de julio de 1979, se ha modificado el Reglamento general de control y certificación de semillas y plantas de vivero, introduciendo en él una nueva imagen del productor-multiplicador. Esta nueva figura facilitará que la actividad de producción de semillas pueda ser desarrollada por agricultores y agrupaciones de los mismos.

Ello hace aconsejable introducir ciertas modificaciones de acuerdo con las nuevas exigencias de la producción actual de semillas; considerándose oportuno, para una mayor claridad, la publicación de un nuevo texto refundido del Reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógena.

Por todo lo anteriormente expuesto, a iniciativa de la Junta Central del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero y propuesta de esa dirección general de la producción

agraria, este ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.- Se aprueba el nuevo texto del Reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógena, que figura como anejo a la presente orden, que entrará en vigor al siguiente día de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Segundo.- Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo preceptuado en esta Orden y Reglamento anejo.

Madrid, 31 de agosto de 1979.- Lamo de Espinosa.

Reglamento técnico de control y certificación de semillas de cereales de fecundación autógena

I. Especies sujetas al reglamento técnico

Quedan incluidas en el ámbito de aplicación de este Reglamento técnico las semillas de los cereales siguientes, tanto si su fin es la producción de grano como si es con destino forrajero:

Triticum aestivum, L.: trigo blando.

Triticum durum, L.: trigo duro.

Triticum spelta, L.: escanda.

Triticum turgidum, L.: trigo redondillo.

Hordeum vulgare, L.: cebada.

Avena sativa, L.:avena.

Avena strigosa, Schreb: avena estrigosa.

Avena bizantina, C. Koch: avena roja.

Oryza sativa, L.: arroz.

Sólo podrá denominarse "semilla" de los cereales mencionados la que proceda de cultivos controlados por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, en lo sucesivo Instituto, y que haya sido obtenida según las disposiciones contenidas en este reglamento, así como en la ley 11/1971, de 30 de marzo, de semillas y plantas de vivero; el decreto 3.767/1972, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento general sobre producción de semillas y plantas de vivero, y la orden ministerial de 26 de julio de 1973, por la que se aprueba el Reglamento general de control y certificación de semillas y plantas de vivero.

Este reglamento se aplicará también a otras especies de cereales de fecundación autógena cuya certificación se considere necesaria en el futuro.

II. Categorías de semillas

II. a) Se admiten las siguientes categorías de semillas:

- material parental
- semilla de base
- semilla de prebase
- semilla certificada de primera reproducción (R-1)
- semilla certificada de segunda reproducción (R-2)

El Instituto podrá suprimir la categoría R-2 en aquellas especies y variedades en que así sea aconsejable. Una vez adoptada esta decisión se podrá seguir comercializando esta categoría en las dos campañas siguientes a la fecha de la misma.

II. b) El material parental constituye la generación G-0

Las sucesivas generaciones anteriores a la semilla de prebase se denominarán: G-1, G-2, etc. Se entiende por semillas de prebase y de base las de las generaciones en que así se haya definido en la solicitud de inscripción en el registro de variedades comerciales, para las variedades de obtener, o las fijadas en este reglamento para las variedades de dominio público.

III. Variedades comerciales admisibles a la certificación

Sólo podrán someterse a este sistema de certificación variedades incluidas en las listas de variedades comerciales o en las listas de variedades comerciales para la exportación.

Las parcelas de producción de semilla de prebase y generaciones anteriores pueden someterse a inspección del Instituto, a petición del productor, a partir del momento de presentarse la solicitud de inscripción de la variedad en el registro de variedades comerciales.

IV. Producción de semilla

IV. a) Requisitos de los procesos de producción

Salvo lo dispuesto en el apartado IV. b) para las generaciones anteriores a la semilla de prebase, los campos de producción de semilla de cereales han de cumplir los requisitos que se señalan en el anejo número 1.

IV. b) Requisitos especiales para la obtención de generaciones anteriores a la semilla de prebase

1. Método para la conservación de una variedad comercial

El método para la conservación de las variedades de obtentor será el descrito en la inscripción de las mismas en el registro de variedades comerciales de plantas.

El método a seguir para la conservación de una variedad de dominio público ha de basarse en las sucesivas recogidas de espigas o panículas y multiplicaciones en líneas conservando su filiación, de acuerdo con lo que se dispone en este apartado y en los apartados IV. b), 2, 3 y 4.

Se entiende por línea el conjunto de plantas que proceden de las espigas (o panojas, en su caso) de una planta. Se entiende por familia el conjunto de plantas que proceden de espigas de una línea.

Todos los procesos de producción de generaciones anteriores a las semillas de prebase deben realizarse en zonas ecológicamente adecuadas.

2. Material de partida

Se entiende por material de partida el que ha de servir para iniciar el proceso general de conservación de la variedad. Ha de conseguirse reconociéndose en campos de máxima garantía plantas o espigas. Para la continuación del proceso se recogerán las plantas o espigas en los campos de producción de G-1, que se describen en el apartado IV. b), 3, conservando su filiación y con un mínimo de diez familias.

El número de plantas o espigas será suficiente para que, una vez estudiadas en laboratorio y desechadas todas las que presenten alguna variación en relación con la descripción de la variedad, quede un remanente que permita utilizar no menos de 300 en la siembra, con independencia de las reservas a que se hace referencia en el apartado 5.

Los granos obtenidos de las espigas seleccionadas constituyen el material parental o G-0. El número de multiplicaciones a partir de esta generación para producir la semilla de base será de cuatro.

3. Producción de G-1

La producción de G-1 se realizará en parcelas aisladas no menos de 30 metros de cualquier siembra con semilla de la misma especie, salvo parcelas de multiplicación de la generación sucesiva de la misma variedad. Las siembras serán en hileras por espiga o panícula, con separación entre ellas no inferior a 20 centímetros.

Estas parcelas no pueden establecerse en terrenos que hayan sido sembrados durante la campaña anterior con semilla de la misma especie, salvo autorización expresa en el caso de semilla de arroz, ni tampoco aquellos en que la falta de homogeneidad pueda dificultar la determinación de las variedades de tipo de las plantas resultantes. Estas condiciones se observarán también en las siembras de las restantes generaciones anteriores a la semilla de prebase.

Durante todo el proceso vegetativo, desde la nascencia hasta la maduración, se eliminará todo el surco en el que aparezcan variaciones en lo que respecta a caracteres que han servido para describir la variedad.

Si la eliminación se efectúa en época posterior a la floración, no sólo se arrancará el surco en que aparezcan anomalías, sino también los contiguos.

Análogamente se eliminarán todas las plantas en que aparezcan ataques de carbón (*Ustilago* sp.), tizón (*Tilletia* sp.) o helmintosporiosis (*Helminthosporium* sp.), sacándose las plantas de la parcela. Si en un mismo surco aparecen varias plantas atacadas, se desechará todo el surco.

La mezcla de la semilla de las líneas G-1 no eliminadas será la que se utilice para la producción de G-2.

4. Producción de G-2

Las parcelas sembradas con G-1, destinadas a la producción de G-2, deberán estar aisladas de todo otro campo de la misma especie por una distancia no inferior a 30 metros, o bien, rodeados por una franja de anchura no menor de 10 metros, sembrada con semilla G-2 de la misma variedad.

Las siembras se realizarán en bandas de tres metros de anchura, como máximo, y con pasillos que permitan el fácil acceso.

Durante todo el proceso vegetativo, y en especial en la espigazón, se efectuarán depuraciones para eliminar todas las plantas (no las espigas o panículas) de otras especies, otras variedades, híbridos naturales, mutaciones y, en general, cualquier planta de tipo dudoso o atacada por carbón, tizón o helmintosporiosis.

5. Reserva de generaciones anteriores

En la producción de semilla de base ha de conservarse como reserva de seguridad, almacenándose en condiciones adecuadas, el siguiente material:

- material de partida o G-0: un número de espigas igual al utilizado para la siembra de la campaña, agrupadas en familias, en su caso, o el 50 por 100 de la semilla de cada espiga utilizada.

- semilla de primera generación (G-1): cantidad igual a la utilizada en la campaña.

- semilla de segunda generación (G-2): el 50 por 100, como mínimo, de la utilizada en la campaña.

6. Inspecciones a realizar

El personal del Instituto inspeccionará los campos de producción de semilla todas las veces que se consideren necesarias y, al menos, una vez en la fase de espigado.

El personal técnico del productor cuantas veces sean precisas para mantener en todo momento las parcelas debidamente depuradas.

IV. c) Requisitos específicos para la producción de semillas de prebase y categorías posteriores.

1. Variedades en una finca

En una misma finca de agricultor-colaborador solo podrá cultivarse para obtención de semilla un número limitado de variedades de cada especie, previamente autorizado por el Instituto. Dicho número depende del tamaño de la finca y de los medios de que disponga. El Instituto determinará, siempre que se produzca más de una variedad, las precauciones que habrán de tomarse para evitar posibles mezclas.

2. Inspecciones a realizar

El personal del Instituto inspeccionará los campos de producción de semillas todas las veces que se consideren necesarias y, al menos, una vez en la fase de espigado.

El personal de la entidad productora efectuara las inspecciones necesarias para mantener las parcelas debidamente depuradas, así como las imprescindibles para comunicar al instituto los datos que determina este reglamento técnico.

IV. d) Requisitos de las semillas

Las semillas de las distintas categorías han de cumplir los requisitos que figuran en el anejo número 2.

IV. e) Comunicaciones de los productores al Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero.

1. Declaración de cultivos

En la declaración de cultivos ha de figurar imprescindiblemente:

- variedad cultivada
- origen, categoría y cantidad de semilla utilizada
- categoría de la semilla a producir
- número del o de los lotes
- superficie de la parcela
- nombre y domicilio del colaborador
- finca y su localización (pudiéndose exigir croquis de situación)
- término municipal y provincia

Las declaraciones de cultivos relativas a siembras de otoño tendrán que obrar en poder del Instituto antes del 31 de diciembre, y las de siembras de primavera antes del 30 de abril, excepto para el arroz que será el 30 de junio, salvo causas de fuerza mayor, en que el Instituto, si lo considera oportuno, fijará nuevas fechas límites. Cualquier modificación de la declaración

de cultivos se comunicará dentro del plazo de quince días de haberse producido.

2. Comunicaciones durante el ciclo de producción

Cuando por el Instituto se considere necesario, las entidades deberán comunicar al mismo, con la suficiente antelación, las fechas a partir de las cuales podrá iniciarse la recolección.

3. Comunicaciones relativas a comercialización

Las ventas por variedades y remanentes de semilla procedentes de la campaña se comunicarán antes del 1 de junio de cada año, excepto para el arroz, que se comunicarán antes del 1 de agosto.

V. Requisitos de los lotes de semilla

1. Lotes de semilla

El tamaño de los lotes de semilla de prebase y de base no puede exceder de los 10.000 kilogramos. Los de semillas certificadas han de tener un tamaño máximo de 20.000 kilogramos, pudiendo proceder la semilla de una o varias parcelas de la misma zona.

2. Envases

Los envases en que vaya a comercializarse la semilla pueden tener cualquier capacidad entre 25 y 75 kilogramos, no existiendo limitación en cuanto al material de que estén fabricados, siempre que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y sean aptos para la conservación de la simiente.

Se exceptúa de la limitación superior de peso los contenedores y otros recipientes que se admitan internacionalmente para el transporte de semillas.

3. Comunicaciones

Se comunicará con la debida antelación:

- estimación de la semilla recogida en cada una de las parcelas de producción
- situación de almacenes y semilla a recoger en cada uno de ellos
- iniciación de las operaciones de selección y preparado de semilla

VI. Pruebas de precontrol y poscontrol

Todo productor ha de sembrar en campo de precontrol una parcela con las muestras de cada uno de los lotes que haya certificado de semilla de base y de aquellos de semilla de prebase no destinados a uso propio. Asimismo realizará pruebas de poscontrol, sembrándose como mínimo las muestras correspondientes a un 10 por 100 de los lotes de semilla certificada, elegidas al azar. En los casos especiales en que por el Instituto se considere conveniente, la citada proporción podrá aumentarse hasta el 20 por 100.

El tamaño de las parcelas correspondientes a cada muestra no debe ser inferior ocho metros cuadrados para las semillas certificadas y 12 metros cuadrados para las de prebase y base.

En las parcelas de precontrol y poscontrol se señalarán, pero no arrancarán, las plantas de otras variedades; las plantas con variaciones atípicas de la variedad y mutantes; su número se anotará en libros o fichas, que estarán a disposición del Instituto, quien podrá solicitar se remita copia al mismo para comparación con los campos que el mencionado organismo tenga establecidos.

VII. Productores de semillas

VII. a) Categorías de productores

Se admiten las categorías de:

- productores-obtutores
- productores-obtutores
- productores-seleccionadores
- productores-multiplicadores

VII. b) capacidad de instalaciones

La capacidad de las instalaciones para ser productor-seleccionador o productor-

multiplicador de una o todas las especies señaladas en este Reglamento ha de ser tal que, como mínimo, su capacidad de selección sea de tres toneladas métricas/hora, excepto para una producción única de arroz, en cuyo caso será de una tonelada métrica/hora. Estos mínimos en cuanto a capacidad serán necesarios para cada uno de los centros de selección.

VII. c) Clases de instalaciones

Las instalaciones han de comprender como mínimo:

- almacenamiento
- recepción
- limpieza y selección mecánica
- tratamiento
- envasado
- laboratorio de análisis y ensayo de semillas

El instituto decidirá si las características de las instalaciones anteriormente enumeradas son las adecuadas en cada caso, debiendo tener todas ellas la capacidad necesaria relacionada con los mínimos de selección del apartado anterior.

VII. d) Campos en cultivo directo

Los productores-seleccionadores y los productores-obtendores que produzcan semilla de base deberán disponer de campos en cultivo directo para la obtención de las generaciones G-1 y G-2, así como de la semilla prebase G-3, en los casos en que el instituto no autorice su producción en fincas de agricultores-colaboradores. Todos los productores deberán disponer, en el caso de superficie adecuada a los planes de producción, de campos en cultivo directo para el establecimiento de los campos exigidos de precontrol y/o poscontrol.

VII. e) Producción en España de semilla de base

En el plazo máximo de cuatro años, a partir de la obtención del título, o en el que requiera el proceso de producción de semilla de base de las variedades que vaya a comercializar el productor-seleccionador, deberá producir en España por sí mismo y a partir del material parental, mediante el correspondiente proceso de conservación, no menos del 40 por 100 de sus necesidades globales de semilla de base, salvo causas de fuerza mayor. Por otra parte, el 80 por 100 de la semilla de base utilizada deberá haber sido obtenida en España mediante el correspondiente proceso de conservación.

(Anexo omitido)

VII. f) Actuales productores

Los actuales productores que, a la entrada en vigor de este reglamento técnico, no reúnan todos los requisitos que se exigen en el mismo, en cuanto a instalaciones y demás condiciones, deberán disponer de todas ellas en un plazo máximo de dos años.

VIII. Comercialización

VIII. a) Etiquetas

En las etiquetas del productor o impresos equivalentes, en su caso, deben figurar como mínimos los datos que exige el reglamento general de certificación.

VIII. b) Subdivisión en envases pequeños

Los productores no podrán proceder al fraccionamiento de los envases originales en otros más pequeños.

VIII. c) Semillas de campañas anteriores

Para comercializar semillas de campañas anteriores es requisito previo la realización de nuevo análisis en fecha posterior al 15 de junio, excepto para el arroz, que será el 15 de diciembre, así como el que por el instituto se realice un reprecintado con la correspondiente toma de muestras.

IX. Semillas importadas

La semilla de base que se importe de países que apliquen el sistema de certificación OCDE debe estar certificada y sus envases precintados y etiquetados de acuerdo con dicho sistema o por un sistema de certificación reconocido por España en régimen de reciprocidad.

En el caso de que las semillas se comercialicen en los envases originales, si las especificaciones no contienen todas las fijadas en el reglamento general de certificación, por el

importador deberán colocarse etiquetas con los mencionados datos, así como traducción de los que figuren en idioma distinto del español.

Las pruebas de precontrol y de poscontrol que obligatoriamente han de realizarse con las semillas importadas se harán siguiendo las mismas normas dadas en el apartado VI de este reglamento para las de producción nacional.

X. Disposición final

Para las siembras ya efectuadas en el momento de la entrada en vigor de este reglamento, así como para las semillas procedentes de estas siembras y anteriores, regirán las normas vigentes con anterioridad a su publicación.

Observaciones

1. Tamaño mínimo de las parcelas

No existirá limitación en las parcelas de producción de semilla de variedades de reciente introducción, o de venta limitada, siempre que para cada una no se siembren más de dos parcelas diferentes en una misma zona.

En la producción de semilla de arroz, las superficies mínimas pueden reducirse a: semilla de base, 500 metros cuadrados; semilla certificada, una hectárea.

2. Cultivos anteriores

No pueden dedicarse para la producción de semilla de trigo, cebada o avena, ninguna parcela que en la campaña anterior hubiese estado sembrada con cereales de cualquiera de estas especies, salvo que se tratase de la misma variedad y de la misma categoría o anterior.

Las siembras de parcelas destinadas a la producción de semilla de prebase se realizarán en bandas de tres metros de anchura como máximo y con pasillos que permitan el fácil acceso.

3. Aislamientos

Los aislamientos se refieren a siembras de otro cereal de la misma especie. No se exige aislamiento alguno si el campo está rodeado por otro de la misma variedad, sembrado con semilla de la misma categoría o de la inmediata inferior a la utilizada en la parcela destinada a producción de semilla.

4. Plantas de otras variedades

No se tendrán en cuenta las variaciones típicas de la variedad comercial.

Para la determinación de las proporciones de plantas de otras variedades y de las correspondientes a los apartados siguientes se efectuarán conteos al azar en número no inferior a cinco, y cada uno de no menos de 400 espigas o panículas.

5. Plantas de otras especies cultivadas

Se consideran únicamente las especies cultivadas de difícil separación mecánica en la manipulación de las semillas, y en especial de otros cereales.

El Instituto diferirá la aceptación o anulación de una parcela en el caso de que se sobrepasen los máximos fijados, hasta que se haya procedido a la selección mecánica y análisis de las muestras, cuando el productor lo solicite y siempre que quede garantizado que la semilla de la parcela considerada no se haya mezclado con la de otras parcelas.

6. Plantas infectadas

Se consideran plantas infectadas las atacadas por carbón (*Ustilago* sp.) en los campos de producción de semilla de trigo, cebada y avena, y por helmintosporiosis (*Helminthosporium* sp.), en los de cebada y arroz, así como por *Piricularia oryzae* en los de arroz.

Se podrán aprobar campos con porcentajes mayores de los que figuran en el cuadro, a petición de la entidad, siempre que antes del precintado de la semilla éstas se hayan tratado con productos de reconocida eficacia.

Observaciones

1. Semillas de otras especies

El contenido máximo admitido de semillas de otras especies no cereales, en el caso de semilla de trigo, cebada y avena, es:

- semilla de rabaniza (*Raphanus raphanistrum*, L.) o de neguillón (*Agrostema githago*, L.): una en 500 gramos para la semilla de prebase y de base y tres en 500 gramos para la certificada R-1 o R-2.

- semilla de avena loca o ballueca (*Avena fatua*, L.), *Avena esterilis*, L., *Avena ludoviciana*,

Dur., o cizaña (*Lolium temulentum*, L.): cero semillas en 500 gramos para todas las categorías.

La presencia de una semilla de *Avena fatua*, L., *Avena sterilis*, L., *Avena ludoviciana*, Dur., o *Lolium temulentum*, L., en una muestra de 500 gramos no se considerará impureza si, tomada una segunda muestra de igual peso, esta totalmente exenta de estas semillas.

En el caso de semilla de arroz, el contenido máximo de semillas de otras especies es: semilla de *Panicum* sp., una semilla en 500 gramos de semilla de prebase y de base y tres semillas en 500 gramos de semilla certificada R-1 o R-2.

2. Semillas de otras variedades distinguibles

En el caso de semilla de arroz, el número máximo de granos rojos en una muestra de 500 gramos será de dos para la semilla de prebase y de base y de cinco para la certificada R-1 y R-2.

(Anexo omitido)

- 3. ORDEN de 16 de febrero de 1987 (M^o de Economía y Hacienda) por la que se modifica la de 28 de mayo de 1981 sobre norma de calidad para el comercio exterior de arroz para adaptarla a las Directivas de la Comunidad Económica Europea. B.O.E. n^o 43 del 19/02/1987, pág. 5.008.

Ilustrísimo señor:

Como consecuencia de las obligaciones asumidas por España a su ingreso en la Comunidad Económica Europea y las disposiciones fundamentales relativas a la organización del mercado en el sector arrocero para la comunidad, se hace preciso modificar la orden de 28 de mayo de 1981 por la que se dicta norma de calidad para el comercio exterior del arroz de este departamento.

En su virtud, vengo en disponer las siguientes modificaciones:

Artículo 1. A la norma técnica.

1.1.1 Elaboraciones. Además de las previstas se incluirá:

arroz semiblanqueado o semielaborado: arroz cáscara cuyos granos han sido despojados de su cascarilla, de parte del germen y total o parcialmente de las capas externas del pericarpio pero no de las capas internas.

1.1.2 Tipos. De acuerdo con la longitud del grano se considerarán los dos tipos siguientes:

arroz de grano largo: arroz cuyos granos tienen una longitud superior a 5,2 milímetros.

arroz de grano redondo: arroz cuyos granos tienen una longitud media inferior o igual a 5,2 milímetros y una relación longitud/anchura inferior a 2.

1.2.2 Clasificación. En arroces partidos o medianos de arroz no se autorizara la presencia de granos enteros en un porcentaje superior a:

- 8 por 100 en peso para arroz de grano redondo.

- 10 por 100 en peso para arroz de grano largo.

1.4.2 Presentación. La presentación <a granel> se podrá utilizar cualquiera que sea su elaboración y categoría.

1.5 Marcado y etiquetado. Para arroces de exportación podrá suprimirse, facultativamente, el etiquetado en las presentaciones en envases de un contenido neto superior a 25 kilos, en bolsones y a granel, siempre que cumplan la legislación del país de destino. No obstante, deberán ir acompañados por un documento que especifique la identificación, naturaleza del producto y sus características comerciales.

Artículo 2. A las normas complementarias.

Queda facultada la dirección general de comercio exterior para dictar las disposiciones complementarias precisas para la aplicación de la presente orden o, en su caso, para establecer las modificaciones que las circunstancias aconsejen.

Lo que comunico a v. i. para su conocimiento y efectos.

Madrid, 16 de febrero de 1987.

Solchaga Catalán

Ilmo. Sr. Director General de Comercio Exterior.

- 4. REGLAMENTO (CEE) núm. 675/88 de la Comisión, de 15 de marzo de 1988, por el que se determinan las modalidades de aplicación de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 de la Comisión (2), y, en particular, el apartado 5 de su artículo 8 bis,

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (3), fija las normas generales relativas a la concesión de la ayuda; que la adopción de las modalidades de aplicación relativas a la misma incumbe a la Comisión;

Considerando que las zonas de producción y las variedades para las que puede otorgarse una ayuda han sido establecidas mediante el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87;

Considerando que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, los Estados miembros deberán crear un régimen de control y un régimen de declaración de las superficies cultivadas y de las variedades sembradas, a fin de garantizar que el producto para el que se solicite la ayuda cumpla las condiciones requeridas para la concesión de la misma; que la declaración, que equivale a la solicitud de ayuda, debe incluir un número mínimo de indicaciones que permita a los Estados miembros realizar dicho control;

Considerando que es oportuno precisar más en detalle determinadas modalidades en materia del control previsto en el artículo 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, definiendo los elementos mínimos del control, así como debido a los costes y dificultades administrativas, el régimen simplificado aplicable en el marco de las declaraciones relativas a pequeñas superficies;

Considerando que es oportuno prever, por una parte, medidas disuasivas para las declaraciones que no se ajusten a la realidad y, por otra, mantener el derecho a la ayuda en los casos de fuerza mayor, así como en los de desastre natural;

Considerando que, con objeto de permitir que los agricultores se beneficien plenamente de la ayuda, conviene precisar el período durante el cual deberá pagarse la misma, así como el tipo de conversión que deberá utilizarse para la conversión en moneda nacional;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda contemplada en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 se concederá para la producción de las variedades de arroz que figuran en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 y que se cultiven en las zonas contempladas en el Anexo A de ese mismo Reglamento.

Artículo 2

La ayuda se concederá para las superficies que:

- a) Hayan sido realmente sembradas, en las que se hayan realizado todos los trabajos normales de cultivo y en las que el arroz haya llegado a madurar,
- b) Hayan sido objeto de una declaración con arreglo al régimen previsto en el apartado 2 del artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87.

Artículo 3

1. En el marco del régimen previsto en el artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87:

- a) Todo productor de arroz interesado presentará una sola declaración, so pena de inadmisibilidad, de todas las superficies para las que solicite una ayuda ante el organismo competente del Estado miembro donde se halle situada su explotación. La declaración será presentada antes de una fecha que los Estados miembros fijarán y, a más tardar, el 15 de julio de cada año, para la campaña de comercialización siguiente.
- b) La declaración indicará como mínimo:

- los apellidos, el nombre y la dirección del solicitante;
- las superficies cultivadas, en hectáreas y áreas, y la referencia catastral de dichas superficies o, a falta de la misma, una indicación reconocida como equivalente por el organismo encargado del control de las superficies, así como los apellidos, los nombres y las direcciones de los propietarios de las superficies de que se trate;
- los días de siembra, el mes y la década previsibles de la cosecha;
- la variedad sembrada.

Deberán acompañarse a la declaración la factura de compra y el documento de certificación de la semilla.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión:

- a más tardar, el 30 de julio del año de producción, los datos relativos a las superficies y variedades objeto de declaración;
- a más tardar, el 30 de noviembre del año de producción, las superficies y variedades para las que se concederá una ayuda.

Artículo 4

1. Con arreglo a lo dispuesto en los artículos 3 y 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, el control deberá poder garantizar que el producto para el que se haya solicitado la ayuda cumple las condiciones requeridas para la concesión de la misma, en particular, por lo que respecta al derecho a la ayuda del declarante, a la superficie realmente cultivada y a la variedad sembrada.

2. El control sistemático sobre el terreno, previsto en el artículo 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, se referirá a cada hectárea objeto de la declaración.

No obstante, para las declaraciones relativas a menos de 2 hectáreas, el control podrá limitarse al control administrativo únicamente, completado con un control sobre el terreno respecto, al menos, el 30 % de las declaraciones en cuestión.

Artículo 5

Sin perjuicio de las sanciones previstas a nivel nacional, en el caso de que, tras el control previsto en el artículo 4, el organismo competente comprobase que el contenido de la declaración no se ajusta a la realidad en cuanto a las superficies cultivadas y la variedad sembrada, el declarante perdería su derecho a la ayuda para todas las superficies indicadas en la declaración.

Artículo 6

En el supuesto de que la evolución del cultivo no haya llegado hasta la fase de maduración del producto, las autoridades competentes nacionales podrán admitir, como justificante del mantenimiento de derecho a la ayuda, los casos de fuerza mayor así como los desastres naturales que afecten sustancialmente a la superficie explotada por el declarante.

Todos los casos de fuerza mayor o de desastres naturales, contemplados en el párrafo precedente, se comunicarán, dentro de los tres días a partir de la fecha en que hayan ocurrido, a la autoridad competente del Estado miembro. La prueba se aportará en el plazo de un mes a partir de dicha comunicación.

Los Estados miembros informarán a la Comisión de los casos que ellos reconozcan como casos de fuerza mayor o desastres naturales.

Artículo 7

El Estado miembro abonará en moneda nacional el importe de la ayuda entre el 15 de diciembre del año de producción y el 31 de enero del año siguiente.

La conversión en moneda nacional del importe de la ayuda se hará basándose en el tipo de conversión agrícola válido el 1 de septiembre del año de producción.

Artículo 8

Los Estados miembros comunicarán a la Comisión, antes del 1 de mayo de 1988, las medidas adoptadas en aplicación del presente Reglamento.

Artículo 9

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 15 de marzo de 1988.

Por la Comisión
Frans ANDRIESEN
Vicepresidente

- (1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.
- (2) DO núm. L 377 de 31-12-1987, pág. 15.
- (3) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

- 5. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil "INDICA" en Portugal.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,
Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,
Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común del mercado del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 (2) y, en particular, el apartado 4 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil «índica» en Portugal (4), establece en su artículo 1 que el régimen de ayuda a la producción de determinadas variedades de tipo o perfil «índica» establecido en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76, se aplica en Portugal a partir del 1 de abril de 1988;

Considerando que, por consiguiente, resulta oportuno incluir a Portugal en las zonas contempladas en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (5) e incluir la variedad Estrela «A» en el Anexo B del mismo Reglamento,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Los Anexos del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 quedan modificados como sigue:

- En el Anexo A: Portugal se añade entre las zonas;
- En el Anexo B: se añade la variedad Estrela «A».

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 24 de mayo de 1988.

Por el Consejo
El Presidente
H. -D. GENSCHER

- (1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.
- (2) DO núm. L 377 de 31-12-1987, pág. 15.
- (3) DO núm. C 88 de 5-4-1988, pág. 5.
- (4) Ver página 1 del presente Diario Oficial.
- (5) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

- 6. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.424/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, por el que se modifican los anexos del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,
Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,
Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el

que se establece la organización común del mercado del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 (2) y, en particular, el apartado 4 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil «índica» en Portugal (4), establece en su artículo 1 que el régimen de ayuda a la producción de determinadas variedades de tipo o perfil «índica» establecido en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76, se aplica en Portugal a partir del 1 de abril de 1988;

Considerando que, por consiguiente, resulta oportuno incluir a Portugal en las zonas contempladas en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (5) e incluir la variedad Estrela «A» en el Anexo B del mismo Reglamento,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Los Anexos del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 quedan modificados como sigue:

- En el Anexo A: Portugal se añade entre las zonas;
- En el Anexo B: se añade la variedad Estrela «A».

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 24 de mayo de 1988.

Por el Consejo

El Presidente

H. -D. GENSCHER

(1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(2) DO núm. L 377 de 31-12-1987, pág. 15.

(3) DO núm. C 88 de 5-4-1988, pág. 5.

(4) Ver página 1 del presente Diario Oficial.

(5) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

- 7. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.232/88 del Consejo, de 19 de julio de 1988, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1988/89, el importe de la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 2.229/88 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (4),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (5),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil "índica" en Portugal (6), ha extendido la aplicación del artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 a Portugal;

Considerando que la ayuda a la producción tiene por objeto promover la reconversión de variedades de la producción de arroz a determinados tipos de arroz más demandados en el mercado comunitario; que las variedades demandadas suponen unos rendimientos agronómicos por lo general inferiores a los de las variedades tradicionalmente cultivadas;

Considerando que la ayuda a la producción debe fijarse en un nivel que permita

compensar los ingresos inferiores debidos al menor rendimiento;

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (7), modificado por el Reglamento (CEE) núm. 1.424/88 (8), determina, en particular, las zonas de la Comunidad que pueden acogerse a la ayuda,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1.

La ayuda a la producción destinada a determinadas variedades de arroz contempladas en el artículo 8 del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 y que hayan sido sembradas durante la campaña 1988/89 se fija, para los países contemplados en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, en 330,00 ECU por hectárea.

Artículo 2.

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1988.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 19 de julio de 1988.

Por el Consejo,

El Presidente Y. POTTAKIS

(9) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(10) Véase la página 30 del presente Diario Oficial.

(11) DO núm. C 139 de 30-5-1988, pág. 15.

(12) DO núm. C 167 de 27-6-1988.

(13) DO núm. C 175 de 4-7-1988, pág. 33.

(14) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 1.

(15) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(16) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 2.

- 8. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.424/88 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que el apartado 1 del artículo 2 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 establece las características morfológicas a las que deberán ajustarse las variedades de arroz para poder beneficiarse de la ayuda a la producción, y que el apartado 2 del mismo artículo establece que, a partir de la campaña 1988/89, dichas variedades deberán ajustarse además a unas características bromatológicas, en particular por lo que se refiere a su viscosidad, consistencia y contenido en amilosis;

Considerando que es conveniente fijar los valores relativos a las características bromatológicas al nivel de los valores comprobables en las variedades importadas de las zonas tradicionales de producción de las variedades «índica»;

Considerando que resulta oportuno fijar los métodos de análisis para determinar las características morfológicas y bromatológicas;

Considerando que la modificación de la lista de determinadas variedades establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 debe seguir un procedimiento de verificación de cadencia anual, que establezca un muestreo para permitir los análisis necesarios de las

variedades;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

1. A partir de la campaña 1988/89 sólo podrán figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 las variedades de arroz que respondan a las características morfológicas que se establecen en el apartado 1 del artículo 2 de dicho Reglamento, así como a las características bromatológicas siguientes:

- viscosidad no superior a 2,50 gcm,
- consistencia no inferior a 0,85 kg/cm²,
- contenido en amilosis no inferior al 21 %.

2. Los métodos de análisis para verificar las características morfológicas y bromatológicas de las variedades de arroz se recogen en el Anexo I.

Artículo 2

1. Con vistas a la inclusión de las variedades de arroz que pueden figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, los Estados miembros presentarán a la Comisión, a más tardar el 31 de julio de cada año, una solicitud en la que se indicará el nombre de la variedad y las referencias de la inscripción en el catálogo nacional de variedades de las especies de las plantas agrícolas.

2. A más tardar el 31 de diciembre de cada año, los Estados miembros que hayan presentado una solicitud, en aplicación de lo dispuesto en el apartado 1, suministrarán a uno solo de los laboratorios que figuran en el Anexo II y que indicarán los servicios de la Comisión, una muestra de simiente certificada en la fase de arroz cáscara de cada variedad que haya sido objeto de la solicitud.

Dicha muestra, de por lo menos 5 kilogramos deberá haber sido producida en el transcurso del año en una de las zonas que figuran en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87.

Artículo 3

1. El laboratorio encargado del tratamiento mecánico del arroz, después de haber efectuado una prueba de germinabilidad y dicho tratamiento mecánico, enviará las muestras codificadas a todos los laboratorios que figuran en el Anexo II y remitirá a los servicios de la Comisión una comunicación sellada que permita la decodificación de las muestras.

2. La muestra que debe enviarse a los laboratorios para los análisis estará constituida por 100 gramos, como mínimo, de arroz descascarillado y por 750 gramos, como mínimo, de arroz blanco. Las muestras estarán constituidas por arroz de granos enteros, con exclusión de los granos enteros yesosos en las muestras de arroz blanco.

Artículo 4

1. Los servicios de la Comisión establecerán las características de las variedades en función de la media aritmética de los resultados de los análisis efectuados, excluyendo los dos resultados extremos.

2. En caso de que la misma variedad haya sido objeto de dos o más solicitudes, para establecer las características de la variedad se tomará en consideración la media de los resultados, previa aplicación de lo dispuesto en el apartado 1.

3. Los servicios de la Comisión informarán a los Estados miembros de los resultados de los análisis antes del 31 de marzo de cada año.

Artículo 5

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 17 de agosto de 1988.

Por la Comisión

Frans ANDRIESEN

Vicepresidente

(1) DO no L 365 de 24. 12. 1987, p. 3.

(2) DO no L 131 de 27. 5. 1988, p. 2.

ANEXO I

MÉTODOS DE ANÁLISIS

A. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La medición de los granos, así como la comprobación de que carecen de perlas y de estrías, se efectuarán de acuerdo con el método siguiente:

1. Seleccionar una muestra de la muestra para operar con granos enteros;
2. Efectuar dos mediciones de 100 granos cada una y establecer la media;
3. Determinar el resultado, redondeado en un decimal.

B. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

a) Protocolo para determinar la viscosidad del arroz cocido por medio del *Instron Food Tester*

1. Finalidad

El presente protocolo describe un método de evaluación de la viscosidad del arroz cocido por medio del *Instron Food Tester*.

2. Campo de aplicación

Arroz blanco cocido.

3. Definiciones

En el marco del presente protocolo serán aplicables las siguientes definiciones:

- 3.1. Viscosidad: aptitud del arroz cocido para pegarse.
- 3.2. Arroz blanco: definición que figura en la letra d) del apartado 1 del Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76.

4. Principio

Medida del trabajo que debe realizarse para vencer la resistencia a la separación de las dos superficies planas de acero entre las cuales se hayan comprimido previamente, según una fuerza y durante un tiempo determinados, los granos de arroz cocido.

5. Material

- 5.1. *Instron Food Tester* que funcione bien por compresión, bien por tracción, a una velocidad constante de 0,5 cm/minuto y provisto de una célula de carga con campo de medida de 0 a 5 kilogramos.
- 5.2. Émbolo adaptable a la célula de carga del *Instron Food Tester* (5.1), provisto de una base cuadrada de acero liso.
- 5.3. Placa de acero de superficie lisa, colocada en el eje del émbolo (5.2) y solidaria con la base del *Instron Food Tester*.
- 5.4. Copas aforadas de una capacidad de 25 mililitros.
- 5.5. Baño calefactor eléctrico, provisto de una tapadera no hermética y de una placa perforada sobre la cual puedan colocarse las copas (5.4) y debajo de la cual el agua llegará a un nivel tal que no pueda desbordarse durante la ebullición a través de la placa perforada anteriormente citada.
- 5.6. Balanza de una precisión de 0,1 gramos.
- 5.7. Varilla de vidrio.
- 5.8. Vidrios de reloj de 6 centímetros de diámetro.
- 5.9. Cronómetro.
- 5.10. Espátula.
- 5.11. Sacos de plástico u otros recipientes que puedan contener dos gramos de arroz cocido y evitar su deshidratación.

6. Método

6.1. Calefacción del baño

Regular el sistema de calefacción del baño (5.5) de modo que el agua que contenga se mantenga en ebullición constante.

6.2. Preparación para la cocción

Cualquiera que sea la característica que se quiera analizar, preparar dos copas aforadas (5.4) introduciendo en cada una de ellas 8 gramos de arroz blanco (sólo granos enteros), pesados

con una precisión de 0,1 gramos y 12 mililitros de agua destilada. Agitar suavemente con la varilla de vidrio (5.7) y cubrir las copas aforadas con un vidrio de reloj (5.8).

6.3. Cocción

Retirar la tapa del recipiente de cocción, poner los vidrios sobre la placa perforada y volver a colocar rápidamente la tapa. Poner en marcha el cronómetro (5.9). Al cabo de 20 minutos, suprimir la fuente de calor y no tocar nada durante 10 minutos. Quitar las copas aforadas del recipiente de cocción y ponerlas boca abajo sobre el vidrio de reloj. Dejar enfriar durante una hora por lo menos.

6.4. Regulación del *Instron Food Tester*

Regular el *Instron Food Tester* (5.1) según las indicaciones del fabricante, verificando en particular la respuesta de la célula de carga (valores comprendidos entre 0 y 640 gramos) y la velocidad de movimiento (0,5 cm/minuto).

6.5. Medición por medio del *Instron Food Tester*

Extraer de cada copa el arroz cocido y quitar las partes superiores e inferiores con la espátula (5.10). Preparar ocho muestras de dos gramos cada una, cuatro por cada copa, pesadas con una precisión de 0,1 gramos y conservarlas en los sacos (5.11) hasta el momento de la medición. Colocar una muestra sobre la placa de vidrio (5.3) en el eje del émbolo (5.2), amontonándola todo lo posible pero sin comprimirla. Hacer bajar el émbolo a la velocidad constante de 0,5 cm/minuto hasta registrar una fuerza de compresión sobre el arroz de 640 gramos. Detener el movimiento del émbolo y hacerlo subir de nuevo a la misma velocidad. Calcular la superficie delimitada por la curva definida en el eje de ordenadas por la fuerza de tracción (en gramos) y en el eje de abscisas por la distancia recorrida por el émbolo (en cm) durante la fase de registro de los valores positivos de la fuerza de tracción. La superficie obtenida representa el trabajo efectuado expresado en g x cm.

7. Repetibilidad

La diferencia entre los resultados de dos análisis (2 series de 8 mediciones) no debe exceder del 15 % de su valor medio.

b) Protocolo para determinar la consistencia del arroz cocido por medio del *Instron Food Tester*

1. Asunto

El presente protocolo indica un método de evaluación de la consistencia del arroz cocido por medio del *Instron Food Tester*.

2. Campo de aplicación

Arroz blanco cocido.

3. Definiciones

En el marco del presente protocolo serán aplicables las siguientes definiciones:

3.1. Consistencia: resistencia a la masticación del arroz cocido.

3.2. Arroz blanco: tal como se define en la letra d) del apartado 1 del Anexo I del Reglamento (CEE) no 1418/76.

4. Principio

Medida de fuerza que debe ejercerse para proceder a la extrusión de arroz blanco cocido a través de una placa perforada.

5. Material

5.1. *Instron Food Tester*, que funcione por compresión a la velocidad constante de 10 cm/m.

5.2. *Ottawa Texture Measuring System Cell*, modelo de 50 cm², modificado, en su caso, de modo que se reduzca su sección en un 15 % de la superficie original, con «perforated plate insert».

5.3. Émbolo adaptado a la célula de carga utilizada por el *Instron Food Tester* (5.1).

5.4. Copas aforadas de una capacidad de 100 mililitros, altas.

5.5. Baño calefactor eléctrico, provisto de una tapa no hermética y de una placa perforada sobre la que puedan colocarse las copas aforadas (5.4) y debajo de la cual el agua alcance un nivel tal que no pueda desbordarse durante la ebullición a través de la citada placa perforada.

5.6. Balanza de una precisión de 0,1 gramos.

5.7. Varilla de vidrio.

5.8. Vidrios de reloj de 6 cm de diámetro.

5.9. Cronómetro.

5.10. Espátula.

5.11. Sacos de plástico u otros recipientes que puedan contener 17 gramos de arroz cocido y evitar su deshidratación.

6. Método

6.1. Regulación de la temperatura del baño

Regular la temperatura del baño (5.5) de modo que el agua que contenga se mantenga en ebullición constante.

6.2. Preparación para la cocción

Cualquiera que sea el análisis que se quiera efectuar, preparar dos copas aforadas (5.4) introduciendo en cada una de ellas 20 gramos de arroz blanco (únicamente granos enteros), pesados con una precisión de 0,1 gramos y 38 mililitros de agua destilada. Agitar suavemente con la varilla (5.7) y tapar las copas con vidrios de reloj (5.8).

6.3. Cocción

Retirar la tapa del baño, poner las copas aforadas sobre la placa perforada y volver a colocar rápidamente la tapa. Poner en marcha el cronómetro (5.9). Al cabo de 20 minutos, apagar la fuente de calor y no tocar nada durante 10 minutos. Quitar las copas del baño y volverlas a colocar boca abajo sobre el vidrio de reloj. Dejar enfriar a temperatura ambiente.

6.4. Regulación del *Instron Food Tester*

Regular el *Instron Food Tester* (5.1) según las indicaciones del fabricante, verificando en particular el ajuste de los valores (entre 5 y 10 kg) y la velocidad de movimiento (10 cm/minuto).

6.5. Medición con ayuda del *Instron Food Tester*

Extraer el arroz cocido y preparar 6 muestras de 17 gramos cada una, tres para cada una de las dos copas aforadas, pesadas con una precisión de 0,1 gramos y volverlas a colocar en los sacos (5.11) hasta el momento de la medición. Colocar una muestra en la célula Ottawa (5.2) y hacer bajar el émbolo (5.3) a la velocidad de 10 cm/minuto, registrando de un modo continuo la fuerza necesaria para proceder a la extrusión de la muestra de arroz cocido.

La consistencia de la muestra debe ser igual a la fuerza (en kg) expresada por el valor medio de la meseta de la curva de extrusión.

7. Repetibilidad

La diferencia entre los resultados de ambos análisis (seis mediciones en cada caso) no deberá exceder del 10 % de su valor medio.

c) Contenido en amilosa

Según la norma ISO núm. 6.647.

ANEXO II

LISTA DE LABORATORIOS

1. INSTITUUT VOOR GRAAN, MEEL EN BROOD TNO

Lawickse Allee 15

6701 AN WAGENINGEN (Nederland)

2. IRAT-INRA DE TECHNOLOGIE DES CEREALES

ENSAM

9, place Viala

MONTPELLIER (France)

3. INSTITUTO DE AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

C/ Jaime Roig, 11

VALENCIA (España)

4. ENTE NAZIONALE RISI - CENTRO DI RICERCA SUL RISO

MORTARA (Italia)

5. INSTITUTO DE QUALIDADE ALIMENTAR (IQA)

Rua Castilho Nº 36 - R/C

LISBOA (Portugal)

6. FLOUR MILLING AND BAKING RESEARCH ASSOCIATION

Chorleywood

Rickmansworth

HERTFORDSHIRE (United Kingdom)

- 9. REGLAMENTO (CEE) núm. 3.939/88 de la Comisión, de 16 de diciembre de 1988, por el que se modifica el reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.424/88 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que el apartado 1 del artículo 2 del Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (3), fijó como fecha límite el 31 de julio para la presentación por los Estados miembros de las solicitudes de inclusión de variedades de arroz en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87;

Considerando que la inscripción en el catálogo nacional es requisito indispensable para la presentación de dichas solicitudes; que al no poder cumplirse este requisito en esa fecha por ser anterior a la cosecha, conviene retrasar la fecha en cuestión hasta el 20 de diciembre;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

En el apartado 1 del artículo 2 del Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 se sustituye la fecha de «31 de julio» por la fecha de «20 de diciembre».

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 16 de diciembre de 1988.

Por la Comisión

Frans ANDRIESEN

Vicepresidente

(1) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(2) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 2.

(3) DO núm. L 230 de 19-8-1988, pág. 8.

- 10.- REGLAMENTO (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados del arroz, cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 de la Comisión.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 de la Comisión (2), y, en particular, el apartado 5 de su artículo 8 bis,

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (3), fija las

normas generales relativas a la concesión de la ayuda; que la adopción de las modalidades de aplicación relativas a la misma incumbe a la Comisión;

Considerando que las zonas de producción y las variedades para las que puede otorgarse una ayuda han sido establecidas mediante el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87;

Considerando que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, los Estados miembros deberán crear un régimen de control y un régimen de declaración de las superficies cultivadas y de las variedades sembradas, a fin de garantizar que el producto para el que se solicite la ayuda cumpla las condiciones requeridas para la concesión de la misma; que la declaración, que equivale a la solicitud de ayuda, debe incluir un número mínimo de indicaciones que permita a los Estados miembros realizar dicho control;

Considerando que es oportuno precisar más en detalle determinadas modalidades en materia del control previsto en el artículo 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, definiendo los elementos mínimos del control, así como debido a los costes y dificultades administrativas, el régimen simplificado aplicable en el marco de las declaraciones relativas a pequeñas superficies;

Considerando que es oportuno prever, por una parte, medidas disuasivas para las declaraciones que no se ajusten a la realidad y, por otra, mantener el derecho a la ayuda en los casos de fuerza mayor, así como en los de desastre natural;

Considerando que, con objeto de permitir que los agricultores se beneficien plenamente de la ayuda, conviene precisar el período durante el cual deberá pagarse la misma, así como el tipo de conversión que deberá utilizarse para la conversión en moneda nacional;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda contemplada en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 se concederá para la producción de las variedades de arroz que figuran en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 y que se cultivan en las zonas contempladas en el Anexo A de ese mismo Reglamento.

Artículo 2

La ayuda se concederá para las superficies que:

- a) hayan sido realmente sembradas, en las que se hayan realizado todos los trabajos normales de cultivo y en las que el arroz haya llegado a madurar,
- b) hayan sido objeto de una declaración con arreglo al régimen previsto en el apartado 2 del artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87.

Artículo 3

1. En el marco del régimen previsto en el artículo 3 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87:

a) Todo productor de arroz interesado presentará una sola declaración, so pena de inadmisibilidad, de todas las superficies para las que solicite una ayuda ante el organismo competente del Estado miembro donde se halle situada su explotación. La declaración será presentada antes de una fecha que los Estados miembros fijarán y, a más tardar, el 15 de julio de cada año, para la campaña de comercialización siguiente.

b) La declaración indicará como mínimo:

- los apellidos, el nombre y la dirección del solicitante;
- las superficies cultivadas, en hectáreas y áreas, y la referencia catastral de dichas superficies o, a falta de la misma, una indicación reconocida como equivalente por el organismo encargado del control de las superficies, así como los apellidos, los nombres y las direcciones de los propietarios de las superficies de que se trate;
- los días de siembra, el mes y la década previsibles de la cosecha;
- la variedad sembrada.

Deberán acompañarse a la declaración la factura de compra y el documento de certificación de la semilla.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión:

- a más tardar, el 30 de julio del año de producción, los datos relativos a las superficies y variedades objeto de declaración;

- a más tardar, el 30 de noviembre del año de producción, las superficies y variedades para las que se concederá una ayuda.

Artículo 4

1. Con arreglo a lo dispuesto en los artículos 3 y 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, el control deberá poder garantizar que el producto para el que se haya solicitado la ayuda cumple las condiciones requeridas para la concesión de la misma, en particular, por lo que respecta al derecho a la ayuda del declarante, a la superficie realmente cultivada y a la variedad sembrada.
2. El control sistemático sobre el terreno, previsto en el artículo 4 del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, se referirá a cada hectárea objeto de la declaración.

No obstante, para las declaraciones relativas a menos de 2 hectáreas, el control podrá limitarse al control administrativo únicamente, completado con un control sobre el terreno respecto, al menos, el 30% de las declaraciones en cuestión.

Artículo 5

Sin perjuicio de las sanciones previstas a nivel nacional, en el caso de que, tras el control previsto en el artículo 4, el organismo competente comprobase que el contenido de la declaración no se ajusta a la realidad en cuanto a las superficies cultivadas y la variedad sembrada, el declarante perdería su derecho a la ayuda para todas las superficies indicadas en la declaración.

Artículo 6

En el supuesto de que la evolución del cultivo no haya llegado hasta la fase de maduración del producto, las autoridades competentes nacionales podrán admitir, como justificante del mantenimiento del derecho a la ayuda, los casos de fuerza mayor así como los desastres naturales que afecten sustancialmente a la superficie explotada por el declarante.

Todos los casos de fuerza mayor o de desastres naturales, contemplados en el párrafo precedente, se comunicarán, dentro de los tres días a partir de la fecha en que hayan ocurrido, a la autoridad competente del Estado miembro. La prueba se aportará en el plazo de un mes a partir de dicha comunicación.

Los Estados miembros informarán a la Comisión de los casos que ellos reconozcan como casos de fuerza mayor o desastres naturales.

Artículo 7

El Estado miembro abonará en moneda nacional el importe de la ayuda entre el 15 de diciembre del año de producción y el 31 de enero del año siguiente.

La conversión en moneda nacional del importe de la ayuda se hará basándose en el tipo de conversión agrícola válido el 1 de septiembre del año de producción.

Artículo 8

Los Estados miembros comunicarán a la Comisión, antes del 1 de mayo de 1988, las medidas adoptadas en aplicación del presente Reglamento.

Artículo 9

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 15 de marzo de 1988.

Por la Comisión

Frans ANDRIESEN

Vicepresidente

(1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(2) DO núm. L 377 de 31-12-1987, pág. 15.

(3) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

- 11. REGLAMENTO (CEE) núm. 823/89 de la Comisión, de 30 de marzo de 1989, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.424/88 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que, según el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 y de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (3), a partir de la campaña de 1988/89, únicamente podrán figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 las variedades de arroz que respondan a las características morfológicas establecidas en el apartado 1 del artículo 2 del mencionado Reglamento, así como a determinadas características bromatológicas;

Considerando que se han realizado los análisis de las muestras de las variedades para las que se solicita la inclusión en la lista antes mencionada; que, como consecuencia de los resultados obtenidos, debe modificarse la composición de dicha lista;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Se sustituye el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 por el Anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 30 de marzo de 1989.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 30 de marzo de 1989.

Por la Comisión

Ray MAC SHARRY

Miembro de la Comisión

(1) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(2) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 2.

(3) DO núm. L 230 de 19-8-1988, pág. 8.

ANEXO

Lista de variedades

- *Bluebelle E*
- *Lemont*
- *Rea*
- *Star*
- *Thaibonnet* = L 202

- 12. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados en el sector del arroz y cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87, y en particular el apartado 2 de su artículo 8 bis.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,
Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,
Vista el Acta de adhesión de España y de Portugal y, en particular, el apartado 3 de su artículo 234,

Vista la propuesta de la Comisión (1),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (2),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común del mercado del arroz (3), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 3.990/87 (4), prevé en el apartado 2 del artículo 8 bis que, para la producción de determinadas variedades de arroz de tipo o perfil «Índica», la ayuda se concederá a partir de las siembras efectuadas durante la campaña 1987/1988 y hasta el final de la campaña 1991/1992; que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 261 del Acta de adhesión, el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 no se aplicará a Portugal hasta el 1 de enero de 1991;

Considerando que la aplicación del régimen de reconversión varietal en dicho país estaría, pues, limitada a dos campañas; que tal período no puede asegurar la realización de los objetivos previstos en la reconversión varietal; que, por consiguiente, es oportuno establecer la aplicación inmediata en Portugal del régimen contemplado en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El régimen de ayuda a la producción para determinadas variedades de tipo o perfil «Índica» previsto en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 se aplicará a Portugal a partir del 1 de abril de 1988.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 24 de mayo 1988.

Por el Consejo

El Presidente

H.-D. GENSCHER

(1) DO núm. C 88 de 5-4-1988, pág. 4.

(2) Dictamen emitido el 19 de mayo de 1988 (no publicado aún en el Diario Oficial).

(3) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(4) DO núm. L 377 de 31-12-1987, pág. 15.

- 13. REGLAMENTO (CEE) núm. 832/90 de la Comisión, de 30 de marzo de 1990, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,
Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,
Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 823/89 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que, según el Reglamento antes citado y de conformidad con lo dispuesto

en el Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (3), a partir de la campaña 1988/89, únicamente podrán figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 las variedades de arroz que respondan a las características morfológicas establecidas en el apartado 1 del artículo 2 del mencionado Reglamento, así como a determinadas características bromatológicas;

Considerando que se han realizado los análisis de las muestras de las variedades para las que se solicita la inclusión en la lista mencionada antes; que, como consecuencia de los resultados obtenidos, debe modificarse la composición de dicha lista;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Se sustituye el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 por el Anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 30 de marzo de 1990.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 30 de marzo de 1990.

Por la Comisión

Ray MAC SHARRY

Miembro de la Comisión

(1) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(2) DO núm. L 86 de 31-3-1989, pág. 63.

(3) DO núm. L 230 de 19-8-1988, pág. 8.

ANEXO

Lista de variedades

- Bluebelle E,
- Lemont,
- Rea,
- Star,
- Thaibonnet = L 202,
- Graldo.

- 14. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.354/90 del Consejo, de 14 de mayo de 1990, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1990/1991, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados en el sector del arroz (1) cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.806/89 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (4),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (5),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil

"indica" en Portugal (6), ha extendido la aplicación del artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 a Portugal;

Considerando que la ayuda a la producción tiene por objeto promover la reconversión de variedades de la producción de arroz a determinados tipos de arroz más demandados en el mercado comunitario; que las variedades demandadas suponen unos rendimientos agronómicos por lo general inferiores a los de las variedades tradicionalmente cultivadas;

Considerando que conviene fijar la ayuda a la producción en un nivel que al mismo tiempo que tiene en cuenta que los ingresos son inferiores debido al menor rendimiento de las variedades en cuestión, permita un desarrollo de la producción en función de las posibilidades reales de dar salida al producto;

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (7), modificado en último lugar por el Reglamento (CEE) núm. 823/89 (8) determina en particular las zonas de la Comunidad que pueden acogerse a la ayuda,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda a la producción destinada a determinadas variedades de arroz contempladas en el artículo 8 del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 que hayan sido sembradas durante la campaña 1990/1991 se fija, para los países contemplados en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, en 250 ecus por hectárea.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1990.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 14 de mayo de 1990.

Por el Consejo

El Presidente

D. J. O'MALLEY

(1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(2) DO núm. L 177 de 24-6-1989, pág. 1.

(3) DO núm. C 49 de 28-2-1990, pág. 18.

(4) DO núm. C 96 de 17-4-1990.

(5) DO núm. C 112 de 7-5-1990, pág. 34.

(6) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 1.

(7) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(8) DO núm. L 86 de 31-3-1989, pág. 63.

- 15. REGLAMENTO (CEE) núm. 2.106/90 de la Comisión, de 23 de julio de 1990, por el que se determinan los precios y montantes en ECUS fijados por el Consejo en el sector del arroz y reducidos como consecuencia del reajuste monetario de 5 de enero de 1990.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.677/85 del Consejo, de 11 de junio de 1985, relativo a los montantes compensatorios monetarios en el sector agrícola (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.889/87 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 6,

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 784/90 de la Comisión, de 29 de marzo de 1990, por el que se fija el coeficiente de reducción de los precios agrarios de la campaña de comercialización de 1990/91 como consecuencia del reajuste monetario de 5 de enero de 1990, y por el que se modifican los precios y los montantes fijados en ecus para esta campaña (3), se

establece la lista de precios y montantes del sector del arroz a los que se debe aplicar el coeficiente de 1,001712 a partir del 14 de mayo de 1990 dentro del régimen de desmantelamiento automático de las diferencias monetarias negativas; que en el artículo 3 del Reglamento (CEE) núm 784/90 se establece que se debe precisar la reducción resultante, en concreto de los precios y montantes fijados en ecus por el Consejo para la campaña de comercialización de 1990/91 y que se debe fijar el valor de estos precios y montantes reducidos;

Considerando que los precios indicativo y de intervención del arroz correspondientes a la campaña de 1990/91 se establecen en el Reglamento (CEE) núm. 1.352/90 del Consejo (4); que en el Reglamento (CEE) núm. 1.354/90 del Consejo (5) se fija el importe de la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz,

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Los precios y montantes en ecus fijados por el Consejo para la campaña de comercialización de 1990/91 en el sector del arroz y reducidos en virtud del artículo 2 del Reglamento (CEE) núm 784/90, son los que se indican en el Anexo.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1990.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 23 de julio de 1990.

Por la Comisión

Ray MAC SHARRY

Miembro de la Comisión

(1) DO núm. L 164 de 24-6-1985, pág. 6.

(2) DO núm. L 182 de 3-7-1987, pág. 1.

(3) DO núm. L 83 de 30-3-1990, pág. 102.

(4) DO núm. L 134 de 28-5-1990, pág. 17.

(5) DO núm. L 134 de 28-5-1990, pág. 19.

ANEXO

1.2 // // Designación de precios y montantes // Precios o montantes en ecus a los que se aplica el coeficiente de 1,001712 // // // 1. Precio de intervención // 313,65 // 2. Precio indicativo // 546,13 // 3. Importe de la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz // 250 // //

- 16. ORDEN de 20 de junio de 1990 (M^º Agricultura, Pesca y Alimentación). ARROZ-COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA. Regula la ayuda a la producción de determinadas variedades de arroz de tipo o perfil "Índica" sembrado en la campaña 1989-90.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados en el sector del arroz (1) cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.806/89 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (4),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (5),

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 1.423/88 del Consejo, de 24 de mayo de 1988, relativo a la concesión de la ayuda para determinadas variedades de arroz de tipo o perfil

"Índica" en Portugal (6), ha extendido la aplicación del artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 a Portugal;

Considerando que la ayuda a la producción tiene por objeto promover la reconversión de variedades de la producción de arroz a determinados tipos de arroz más demandados en el mercado comunitario; que las variedades demandadas suponen unos rendimientos agronómicos por lo general inferiores a los de las variedades tradicionalmente cultivadas;

Considerando que conviene fijar la ayuda a la producción en un nivel que al mismo tiempo que tiene en cuenta que los ingresos son inferiores debido al menor rendimiento de las variedades en cuestión, permita un desarrollo de la producción en función de las posibilidades reales de dar salida al producto;

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (7), modificado en último lugar por el Reglamento (CEE) núm. 823/89 (8) determina en particular las zonas de la Comunidad que pueden acogerse a la ayuda,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda a la producción destinada a determinadas variedades de arroz contempladas en el artículo 8 del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 que hayan sido sembradas durante la campaña 1990/1991 se fija, para los países contemplados en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, en 250 ecus por hectárea.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1990.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 14 de mayo de 1990.

Por el Consejo

El Presidente

D. J. O'MALLEY

(1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(2) DO núm. L 177 de 24-6-1989, pág. 1.

(3) DO núm. C 49 de 28-2-1990, pág. 18.

(4) DO núm. C 96 de 17-4-1990.

(5) DO núm. C 112 de 7-5-1990, pág. 34.

(6) DO núm. L 131 de 27-5-1988, pág. 1.

(7) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(8) DO núm. L 86 de 31-3-1989, pág. 63.

- 17. REGLAMENTO (CEE) núm. 870/91 de la Comisión, de 9 de abril de 1991, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 387/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 832/90 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que, según el Reglamento antes citado y de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (3), a partir de la campaña 1988/89, únicamente podrán figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 las

variedades de arroz que respondan a las características morfológicas establecidas en el apartado 1 del artículo 2 del mencionado Reglamento, así como a determinadas características bromatológicas;

Considerando que se han realizado los análisis de las muestras de las variedades para las que se solicita la inclusión en la lista mencionada antes; que, como consecuencia de los resultados obtenidos, debe modificarse la composición de dicha lista;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Se sustituye el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 por el Anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas. El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 9 de abril de 1991.

Por la Comisión

Ray MAC SHARRY

Miembro de la Comisión

(1) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(2) DO núm. L 86 de 31-3-1990, pág. 46.

(3) DO núm. L 230 de 19-8-1988, pág. 8.

ANEXO

Lista de variedades:

- *Artiglio*
- *Bluebelle E*
- *Dedalo*
- *Graldo*
- *ICARO*
- *Idra Lemont*
- *Pegaso*
- *Puntal*
- *Rea*
- *Star*
- *Thaibonnet* = L 202

- 18. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.714/91 del Consejo, de 13 de junio de 1991, por el que se fija, para las siembras de la campaña de comercialización 1991/92, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización común de mercados en el sector del arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.806/89 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (3),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (4),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (5),

Considerando que la ayuda a la producción tiene por objeto promover la reconversión de variedades de la producción de arroz a determinados tipos de arroz más demandados en el mercado comunitario; que las variedades demandadas suponen unos rendimientos agronómicos

por lo general inferiores a los de las variedades tradicionalmente cultivadas;

Considerando que conviene fijar la ayuda a la producción en un nivel que al mismo tiempo que tenga en cuenta que los ingresos son inferiores debido al menor rendimiento de las variedades en cuestión, permita un desarrollo de la producción en función de las posibilidades reales de dar salida al producto;

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (6), modificado en último lugar por el Reglamento (CEE) núm. 832/89 (7), determina en particular las zonas de la Comunidad que pueden acogerse a la ayuda,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda a la producción destinada a determinadas variedades de arroz contempladas en el artículo 8 del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 que hayan sido sembradas durante la campaña 1991/92 se fija, para los países contemplados en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, en 200 ecus por hectárea.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1991.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Luxemburgo, el 13 de junio de 1991.

Por el Consejo

El Presidente

A. BODRY

(1) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1.

(2) DO núm. L 177 de 24-6-1989, pág. 1.

(3) DO núm. C 104 de 19-4-1991, pág. 18.

(4) DO núm. C 158 de 17-6-1991.

(5) DO núm. C 159 de 17-6-1991.

(6) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3.

(7) DO núm. L 86 de 31-3-1990, pág. 46.

- 19. REGLAMENTO (CEE) núm. 814/92 de la Comisión, de 31 de marzo de 1992, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

LA COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 870/91 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2,

Considerando que, según el Reglamento antes citado y de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento (CEE) núm. 2.580/88 de la Comisión, de 17 de agosto de 1988, por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 (3), a partir de la campaña 1988/89, únicamente podrán figurar en el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 las variedades de arroz que respondan a las características morfológicas establecidas en el apartado 1 del artículo 2 del mencionado Reglamento, así como a determinadas características bromatológicas;

Considerando que se han realizado los análisis de las muestras de las variedades para las que se solicita la inclusión en la lista mencionada antes; que, como consecuencia de los resultados obtenidos, debe modificarse la composición de dicha lista;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de los cereales,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Se sustituye el Anexo B del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 por el Anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el séptimo día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 31 de marzo de 1992.

Por la Comisión

Ray MAC SHARRY

Miembro de la Comisión

- 20. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.544/93 del Consejo, de 14 de junio de 1993, que modifica el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 por el que se establece la organización común de mercados del arroz, y deroga los reglamentos (CEE) núms. 2.744/75 y 1.009/86.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, su artículo 43,

Vista la propuesta de la Comisión (1),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (2),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (3),

Considerando que la producción comunitaria de arroz "Índica" es deficitaria; que, habida cuenta de esta situación y del rendimiento agronómico inferior del arroz "Índica" en relación con el arroz "Japónica", que presenta considerables excedentes en la Comunidad, es conveniente continuar los esfuerzos a favor de la reconversión varietal, estableciendo una diferenciación en los precios de compra a la intervención de cada uno de los tipos de arroz de que se trata y manteniendo la ayuda a la producción de arroz "Índica"; que conviene modificar en consecuencia el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 (4);

Considerando que, en lo que respecta a los productos transformados a base de arroz, es conveniente que la Comisión establezca los criterios y normas que deban aplicarse al fijar las exacciones reguladoras, las restituciones por exportación y las restituciones por producción de acuerdo con el procedimiento del comité de modo análogo a lo ya establecido en el Reglamento (CEE) núm. 1.766/92 del Consejo, de 30 de junio de 1992, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de los cereales (5); que por consiguiente, procede derogar el Reglamento (CEE) núm. 2.744/75 del Consejo, de 29 de octubre de 1975, relativo al régimen de importación y de exportación de los productos transformados a partir de cereales y de arroz (6) y el Reglamento (CEE) núm. 1.009/86 del Consejo, de 25 de marzo de 1986, por el que se establecen las normas generales aplicables a las restituciones a la producción en el sector de los cereales y del arroz (7);

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 quedará modificado del siguiente modo:

1) Se sustituirá el párrafo primero del apartado 2 del artículo 5 por el texto siguiente:

«Las compras contempladas en el apartado 1 se efectuarán sobre la base de un precio igual al 94 % del precio de intervención válido para el centro de comercialización en el que se ofrezca el arroz con cáscara, en lo que respecta al arroz "Índica", y al 90 %, cuando se trate de arroz "Japónica", de acuerdo con las condiciones establecidas en aplicación de los apartados 4 y 5.»

2) El apartado 5 del artículo 5 se completará con el párrafo siguiente:

«De acuerdo con el mismo procedimiento se determinarán las variedades de arroz que podrán considerarse variedades “Índica”, considerándose las restantes de la variedad “Japónica”».

3) Se sustituirá el último párrafo del apartado 2 del artículo 8 bis por el texto siguiente:

«La ayuda se concederá para el arroz sembrado durante la campaña 1992/93 para ser cosechado en 1993.».

4) Se sustituirá el artículo 9 bis por el siguiente artículo:

«Artículo 9

1. Podrá concederse una restitución por la producción de almidón y determinados productos derivados, obtenidos a partir de arroz y de partidos de arroz y utilizados en la fabricación de algunas mercancías. La lista de estas mercancías se elaborará según el procedimiento previsto en el apartado 3.

2. La restitución contemplada en el apartado 1 se fijará periódicamente.

3. La Comisión establecerá las disposiciones de aplicación del presente artículo y fijará el importe de dicha restitución según el procedimiento previsto en el artículo 27.».

5) Se sustituirá el apartado 3 del artículo 12 por el texto siguiente:

«3. La Comisión establecerá las normas de desarrollo del presente artículo según el procedimiento previsto en el artículo 27.».

6) Se suprimirá el apartado 5 del artículo 17.

Artículo 2

Quedan derogados los Reglamentos (CEE) núms. 2.744/75 y 1.009/86.

Artículo 3

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será aplicable a partir del 1 de septiembre de 1993 con excepción de las disposiciones de los puntos 3, 4, 5 y 6 del artículo 1 y las del artículo 2, que serán aplicables a partir del 1 de julio de 1993.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Luxemburgo, el 14 de junio de 1993.

Por el Consejo

El Presidente

B. WESTH

(1) DO núm. C 80 de 20-3-1993, pág. 6.

(2) DO núm. C 150 de 31-5-1993.

(3) DO núm. C 129 de 10-5-1993, pág. 25.

(4) DO núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1. Reglamento cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 674/92 de la Comisión (DO núm. L 73 de 19-3-1992, pág. 7).

(5) DO núm. L 181 de 1-7-1992, pág. 21.

(6) DO núm. L 281 de 1-11-1975, pág. 65. Reglamento cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.766/92.

(7) DO núm. L 94 de 9-4-1986, pág. 6. Reglamento cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.766/92.

- 21. REGLAMENTO (CEE) núm. 1.547/93 del Consejo, de 14 de junio de 1993, por el que se fija, para la sementera de la campaña de comercialización 1992/93, el importe de la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz.

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea,

Visto el Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 del Consejo, de 21 de junio de 1976, por el que se establece la organización del mercado de arroz (1) y, en particular, el apartado 3 de su artículo 8 bis,

Vista la propuesta de la Comisión (2),

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (3),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (4),

Considerando que la ayuda a la producción tiene por objeto promover la reconversión de variedades de la producción de arroz a determinados tipos de arroz más solicitados en el mercado comunitario; que las variedades demandadas suponen unos rendimientos agronómicos por lo general inferiores a los de las variedades tradicionales cultivadas;

Considerando que conviene fijar la ayuda a la producción en un nivel que, sin olvidar que los ingresos son inferiores debido al menor rendimiento de las variedades en cuestión, permita un desarrollo de la producción en función de las posibilidades de comercialización reales;

Considerando que el Reglamento (CEE) núm. 3.878/87 del Consejo, de 18 de diciembre de 1987, relativo a la ayuda a la producción para determinadas variedades de arroz (5) determina, en particular, las zonas de la Comunidad que pueden acogerse a la ayuda,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

La ayuda a la producción destinada a determinadas variedades de arroz contempladas en el artículo 8 bis del Reglamento (CEE) núm. 1.418/76 y que hayan sido sembradas durante la campaña 1992/93 para ser cosechadas en 1993 se fija, para los países que figuran en el Anexo A del Reglamento (CEE) núm. 3.878/87, en 100 ecus por hectárea.

Artículo 2

El presente Reglamento entrará en vigor el tercer día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Luxemburgo, el 14 de junio de 1993.

Por el Consejo

El Presidente

B. WESTH

(1) Núm. L 166 de 25-6-1976, pág. 1. Reglamento cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 1.544/93 (véase página 5 del presente Diario Oficial).

(2) DO núm. C 80 de 20-3-1993, pág. 10.

(3) DO núm. C 150 de 31-5-1993.

(4) DO núm. C 129 de 10-5-1993, pág. 25.

(5) DO núm. L 365 de 24-12-1987, pág. 3. Reglamento cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) núm. 814/92 (DO núm. L 86 de 1-4-1992, pág. 79).

- 22. Ley 3-2000 por la que establece el régimen jurídico de la protección de las obtenciones varietales, así como el reconocimiento y protección del derecho de obtentor de una variedad vegetal nueva, por la que se concederá un título de obtención vegetal.

JUAN CARLOS I REY DE ESPAÑA

A todos los que la presente vieren y entendieren.

Sabed: Que las Cortes Generales han aprobado y Yo vengo en sancionar la siguiente

Ley.

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

1. La existencia de un sistema de protección del derecho de los obtentores de variedades vegetales tiene un impacto positivo en la economía nacional en general y en el sector agrícola en particular, que se concreta en el estímulo de la investigación y el consecuente incremento de los recursos privados destinados a esta actividad, lo que facilitará el acceso de los agricultores a las nuevas tecnologías, mejorará la productividad de las explotaciones y, en definitiva, provocará un aumento de la competitividad de nuestros productos y de la renta de los agricultores.

Hasta ahora, el sistema de protección de los obtentores se encontraba recogido en el

Convenio Internacional para la protección de las obtenciones vegetales de 2 de diciembre de 1961, aprobado en el seno de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), suscrito y ratificado por el Reino de España, y en la Ley 12/1975, de 12 de marzo, de protección de obtenciones vegetales inspirada en gran medida en aquél.

2. Las razones que justifican la aprobación de un nuevo marco jurídico nacional de protección de los obtentores obedece a dos razones fundamentales:

En primer lugar, resulta necesario adaptar la normativa nacional a un marco jurídico internacional cambiante. Por un lado el Convenio internacional de la UPOV ha sido revisado en sucesivas ocasiones; las reformas introducidas por los Convenios de 10 de noviembre de 1972 y el 23 de octubre de 1978 fueron incorporadas al ordenamiento jurídico nacional, sin embargo, el Convenio de 19 de marzo de 1991 introdujo novedades que resulta preciso contemplar en la legislación nacional.

Por otro lado, la Unión Europea se ha dotado de un sistema de protección propio mediante el Reglamento (CE) 2100/94, del Consejo, de 27 de julio, relativo a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales.

No obstante, el artículo 3 de este Reglamento (CE) reconoce el derecho de los Estados miembros de la Unión Europea a "conceder derechos de propiedad nacionales sobre las variedades vegetales", aunque prohíbe expresamente la doble titularidad de derechos, nacionales y comunitarios. El Estado español opta por el establecimiento de un sistema de protección propio, aunque armonizado con la normativa comunitaria; en este sentido, debe tenerse en cuenta que el derecho comunitario remite a la legislación nacional todas las cuestiones que pueden suscitarse con motivo de las acciones judiciales por infracciones a tal derecho.

En segundo lugar, los recientes avances en materia de biotecnología y la ingeniería genética, que han acelerado los procesos de obtención de variedades y la experiencia adquirida en los últimos veinte años, hacen necesario y, por supuesto, conveniente proceder a modificar la legislación vigente para ponerla en línea con todos los países industrializados no sólo de la Unión Europea, sino de otros continentes.

3. La presente Ley tiene como objetivos fundamentales, aparte de la adaptación a la normativa internacional, reforzar la protección de los obtentores y mejorar el funcionamiento de la Administración pública en el ejercicio de las funciones relativas a la materia regulada por esta Ley.

El reforzamiento de los derechos de los obtentores se logrará mediante una regulación más precisa y técnicamente perfecta de las facultades que les confiere el título de obtención vegetal, así como la ampliación de la duración de la protección para todas las especies vegetales, lo que incentivará la investigación en este campo. Concretamente, las principales novedades de esta Ley son las siguientes:

En primer lugar, define con mayor precisión las facultades de los obtentores relativas a la explotación de sus variedades protegidas, determinando con claridad las actuaciones de terceros relacionadas con su variedad que requieren su autorización y reforzando las acciones para perseguir a aquellos que prescindan de ella.

En segundo lugar, define con claridad la denominada "excepción del agricultor", que se refiere a aquellos supuestos en los que los agricultores podrán utilizar el material vegetal producido en sus propias fincas para su uso en las mismas, sin necesidad de autorización del obtentor de la variedad utilizada o de realizar contribución económica al mismo.

Además de la excepción del agricultor, se clarifican algunas excepciones al derecho del obtentor que antes estaban poco definidas. La más importante quizás es la del posible uso de las variedades protegidas como material para la creación de nuevas variedades, evitando así cualquier tipo de limitación a la investigación en este campo. El concepto de variedad esencialmente derivada juega sin duda un papel importante en lo que se refiere a la delimitación del derecho de los obtentores y resolverá situaciones que en el pasado presentaron problemas de atribución de la propiedad de variedades.

En tercer lugar, se aumenta la duración de la protección para todas las especies vegetales, lo que constituye un mayor estímulo de cara a la investigación en la obtención de

nuevas variedades y un alineamiento con lo regulado en otros países para dichos períodos.

En cuarto lugar, se introduce en nuestra legislación la posibilidad de poder comercializar en España las variedades vegetales antes de solicitar la protección, circunstancia que permite a los obtentores conocer por un lado, los resultados prácticos y el valor productivo de dicha variedad antes de acometer unos gastos que, en el caso de variedades de resultados mediocres, no resultarían compensados, y por otro, la respuesta de los agricultores ante la oferta de las nuevas variedades antes de someterse al sistema de protección.

La mejora del funcionamiento de los órganos que intervienen en el ejercicio de estas funciones se trata de lograr describiendo con mayor simplicidad y precisión sus funciones y los procedimientos a que debe sujetarse su actuación. En general, la Ley mejora el funcionamiento de los órganos colegiados que intervienen, al darles un contenido mucho más técnico, jurídico y científico, que el que tenían hasta ahora con un elevado índice de participación representativa de agentes económicos.

4. Desde otro punto de vista, esta Ley permite una mayor colaboración internacional, no sólo con otros Estados miembros de la Unión Europea, sino con terceros países, al flexibilizar los sistemas de establecimiento de la cooperación en este campo.

Además, debe señalarse que se aprovecha esta Ley para incorporar al ordenamiento jurídico interno el artículo 12 de la Directiva 98/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la protección jurídica de las invenciones biotecnológicas, en lo referente a la concesión de licencias obligatorias por dependencia.

Finalmente, en el caso de variedades que contengan o estén constituidas por organismos modificados genéticamente, se aplicará la Ley 15/1994, de 3 de junio, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente, en lo que se refiere a la realización del examen técnico.

La presente Ley se dicta al amparo del artículo 149.1.9.a de la Constitución, que reserva al Estado la competencia exclusiva en materia de legislación sobre propiedad intelectual e industrial y del artículo 149.1.1.a que reserva al Estado la regulación de las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales.

TÍTULO PRELIMINAR

Disposiciones generales.

Artículo 1. Objeto de la Ley.

La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la protección de las obtenciones vegetales.

2. Para el reconocimiento y protección del derecho de obtentor de una variedad vegetal nueva se concederá un título de obtención vegetal.

Artículo 2. Definición de variedad.

Se entiende por variedad, a los efectos de esta Ley: un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda:

- a) Definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos.
- b) Distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos.
- c) Considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración.

2. A los efectos de esta Ley se entiende por conjunto de plantas el formado por plantas enteras o partes de plantas, siempre que dichas partes puedan generar plantas enteras.

Artículo 3. Definición de obtentor.

1. Se entiende por obtentor a los efectos de lo dispuesto en la presente Ley la persona que haya creado o descubierto y desarrollado una variedad, o sus causahabientes.

2. Se entenderá por derecho de obtentor, el conjunto de derechos que a su titular confiere el título de obtención vegetal de una variedad, de acuerdo con lo dispuesto en la presente Ley.

Artículo 4. Ámbito de aplicación.

La presente Ley será de aplicación a todos los géneros y especies vegetales, incluidos los híbridos de géneros o de especies.

TÍTULO I

Derecho material.

CAPÍTULO I

Requisitos de la variedad vegetal.

Artículo 5. Condiciones de la variedad.

Se concederá el título de obtención vegetal cuando la variedad sea:

1) Nueva.

2) Distinta.

3) Homogénea, y

4) Estable.

2. La concesión del título de obtención vegetal no podrá depender de condiciones suplementarias o diferentes de las antes mencionadas, a reserva de que la variedad sea designada por una denominación conforme a lo dispuesto en los artículos 47, 48 y 49, que el obtentor haya cumplido las formalidades previstas por esta Ley y disposiciones complementarias y que haya pagado las tasas adeudadas.

Artículo 6. Novedad.

1. La variedad será considerada nueva si, en la fecha de presentación de la solicitud del título de obtención vegetal, el material de reproducción o de multiplicación vegetativa o un producto de cosecha de la variedad no ha sido vendido o entregado a terceros por el obtentor o con su consentimiento para la explotación de la variedad o, habiéndolo sido, no han transcurrido los siguientes plazos:

a) Un año, si la venta o entrega se realizó en España.

b) Cuatro años, si la venta o entrega se realizó fuera de España y su objeto no fueron árboles o vides.

c) Seis años, si la venta o entrega se realizó fuera de España y su objeto fueron árboles o vides.

2. No se considerará perdida la condición de novedad por una venta o entrega a terceros en los siguientes casos:

a) Si es consecuencia de un abuso cometido en perjuicio del obtentor.

b) Si es resultado de la transferencia de los derechos sobre la variedad.

c) Si, a través de una tercera persona y por cuenta del obtentor, se ha producido material de reproducción o multiplicación de la variedad, siempre y cuando dicho material pase a estar bajo el control del obtentor.

d) Si ha sido utilizada por una tercera persona para llevar a cabo ensayos de campo o laboratorio o incluso ensayos de transformación a pequeña escala para hacer evaluaciones sobre la misma.

3. No se perderá tampoco la condición de novedad por el sólo hecho de la inscripción en un Registro Oficial de Variedades admitidas para la comercialización o en cumplimiento de otras obligaciones jurídicas relacionadas con la bioseguridad.

4. Cuando la producción de una variedad requiera el empleo repetido de otra u otras variedades distintas, la venta o la entrega a terceros de material de reproducción o de multiplicación o del producto de la cosecha de la primera variedad mencionada, en las condiciones establecidas en el apartado 1, determinan la pérdida de la condición de novedad de la variedad o variedades empleadas en dicha producción.

Artículo 7. Distinción.

1) Una variedad será considerada distinta si es posible diferenciarla claramente por la expresión de las características resultantes de un genotipo en particular o de una combinación de genotipos, de cualquier otra variedad cuya existencia, en la fecha de presentación de la solicitud, sea notoriamente conocida.

2. En particular, se considerará que una variedad es notoriamente conocida, a partir de la fecha en que se haya presentado en cualquier país una solicitud:

a) Bien de concesión de un derecho de obtentor, siempre que conduzca a la consecución de la

protección solicitada.

b) Bien de inscripción de la variedad en un registro oficial, siempre que resulte finalmente inscrita.

3. La notoriedad de la existencia de otra variedad podrá desprenderse también de la explotación de la variedad ya en curso, presencia de la misma en una colección de referencia o de cualquier otro medio de prueba.

Artículo 8. Homogeneidad.

Se considerará homogénea la variedad si es suficientemente uniforme en sus caracteres específicos, a reserva de la variación previsible habida cuenta de las particularidades de su reproducción sexuada o de su multiplicación vegetativa.

Artículo 9. Estabilidad.

Se considerará estable la variedad si sus caracteres específicos se mantienen inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas o, en caso de un ciclo particular de reproducciones o de multiplicaciones, al final de cada ciclo.

CAPÍTULO II

Requisitos del solicitante.

Artículo 10. Solicitante del derecho.

1. Podrá solicitar el título de obtención vegetal para una variedad, el obtentor de la misma, tal y como se ha definido en el apartado 1 del artículo 3. En el caso de que se trate del causahabiente del obtentor, deberá acreditar debidamente tal condición.

2. Salvo prueba en contrario, el solicitante será considerado como el titular del derecho de la obtención.

3. En el caso de que varias personas hayan creado o descubierto y desarrollado conjuntamente una variedad, el derecho a obtener el título de obtención vegetal corresponderá en común a todas ellas.

4. Asimismo, el derecho a obtener el título de obtención corresponderá de forma conjunta al obtentor y a cualquier otra persona, en caso de que el obtentor y la otra persona hayan acordado compartir dicho derecho.

5. Cuando el obtentor sea un trabajador por cuenta ajena o empleado público, el derecho de obtentor se registrará por la normativa aplicable a la relación de servicios de que se trate y, en su defecto, se aplicará supletoriamente la regulación de las invenciones laborales, contenida en el Título IV de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes.

Artículo 11. Nacionalidad del solicitante.

Podrán solicitar los títulos de obtención vegetal regulados en la presente Ley, las siguientes personas, naturales o jurídicas:

a) Las que posean la nacionalidad española, o que tengan su domicilio o su sede en España.

b) Los nacionales de un Estado miembro de la Unión Europea o de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) o de un Estado que sea miembro de una organización intergubernamental que sea miembro de dicha Unión, o que tengan su domicilio o su sede en uno de dichos Estados.

c) Los extranjeros no comprendidos en los apartados anteriores, siempre que en el Estado del que sean nacionales se permita a las personas naturales o jurídicas de nacionalidad española la obtención de títulos equivalentes.

CAPÍTULO III

Derechos de obtentor.

Artículo 12. Alcance del derecho de obtentor.

1. La protección de la variedad tiene como efectos conferir al beneficiario o a los beneficiarios del título de obtención vegetal el derecho exclusivo a llevar a cabo, respecto a la misma, las distintas actuaciones que figuran en el apartado siguiente.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 14 y 15, se requerirá la autorización del obtentor para la ejecución de las actuaciones siguientes realizadas respecto al material de reproducción o de multiplicación de la variedad protegida:

a) La producción o la reproducción (multiplicación).

- b) El acondicionamiento a los fines de la reproducción o de la multiplicación.
 - c) La oferta en venta.
 - d) La venta o cualquier otra forma de comercialización.
 - e) La exportación.
 - f) La importación, o g) La posesión para cualquiera de los fines mencionados en los apartados a) a f).
3. El obtentor podrá someter su autorización a condiciones y a limitaciones.
- Artículo 13. Otros casos que requieren la autorización del obtentor.
1. Sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 14 y 15, se requerirá la autorización del obtentor para los actos mencionados en el apartado 2 del artículo anterior, realizados respecto del producto de la cosecha, incluidas plantas enteras y partes de plantas, obtenido por utilización no autorizada de material de reproducción o de multiplicación de la variedad protegida, a menos que el obtentor haya podido ejercer razonablemente su derecho en relación con dicho material de reproducción o de multiplicación.
2. Reglamentariamente se podrá prever que, a reserva de lo dispuesto en los artículos 14 y 15, se requerirá la autorización del obtentor para los actos mencionados en los párrafos a) a g) del apartado 2 del artículo anterior, realizados respecto de productos fabricados directamente a partir de un producto de cosecha de la variedad protegida cubierto por las disposiciones del apartado 1 del presente artículo, por utilización no autorizada de dicho producto de cosecha, a menos que el obtentor haya podido ejercer razonablemente su derecho en relación con dicho producto de cosecha.
3. Lo dispuesto en los apartados 1 y 2 de los artículos 12 y 13, también se aplicará a:
- a) Las variedades derivadas esencialmente de la variedad protegida, cuando ésta no sea a su vez una variedad esencialmente derivada.
 - b) Las variedades que no se distingan claramente de la variedad protegida, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 7.
 - c) Las variedades cuya producción necesite el empleo repetido de la variedad protegida.
4. A los fines de lo dispuesto en el apartado 3, a), se considerará que una variedad es esencialmente derivada de otra variedad, denominada ésta última variedad inicial, si:
- a) Se deriva principalmente de la variedad inicial, o de una variedad que a su vez deriva principalmente de la variedad inicial, conservando al mismo tiempo las expresiones de los caracteres esenciales que resulten del genotipo o de la combinación de genotipos de la variedad inicial.
 - c) Se distingue claramente de la variedad inicial, y c) Salvo por lo que respecta a las diferencias resultantes de la derivación, es conforme a la variedad inicial en la expresión de los caracteres esenciales que resulten del genotipo o de la combinación de genotipos de la variedad inicial.
- Artículo 14. Excepción en beneficio del agricultor.
1. Los agricultores están autorizados a utilizar con fines de propagación en sus propias explotaciones el producto de la cosecha obtenido de la siembra en ellas de material de propagación de una variedad protegida que haya sido adquirida lícitamente y no sea híbrida ni sintética.
- a) A los efectos de esta Ley se entiende por "explotación propia", toda explotación o parte de ella que el agricultor explote realmente cultivando vegetales, tanto si es de su propiedad como si la administra bajo su responsabilidad y por cuenta propia, en particular en el caso de los arrendamientos.
 - b) Asimismo, se entiende por "agricultor", a toda persona física o jurídica, cooperativas, sociedades agrarias de transformación, sociedades mercantiles o cualquier otra admitida en derecho que figure como titular de la explotación, por administrarla bajo su responsabilidad y por cuenta propia.
2. La excepción a que se refiere este artículo se aplicará únicamente a las especies vegetales recogidas en el anexo 1.
3. El ejercicio de la excepción estará sujeto a las siguientes reglas:
- a) No habrá restricciones cuantitativas en la explotación del agricultor cuando así lo requieran las necesidades de la explotación.
 - b) El producto de la cosecha podrá ser sometido a tratamiento para su siembra por el propio

agricultor o por medio de servicios a los que éste recurra, debiéndose en todo momento garantizar la identidad del producto que se va a someter a tratamiento y del producto resultante del procesamiento.

c) Los pequeños agricultores no estarán obligados a pagar remuneraciones al titular de la obtención. Se considerarán pequeños agricultores, a los efectos de esta Ley, aquellos que reglamentariamente se determinen en función de las peculiaridades de la especie que produzca.

d) Los demás agricultores están obligados a pagar al titular una remuneración, que será apreciablemente menor que la cantidad que se cobre por la producción, bajo licencia, de material de propagación de la misma variedad en la misma zona.

e) El control de la observancia de las disposiciones de este artículo o de las que se adopten de conformidad con el mismo, será responsabilidad exclusiva del titular del título de obtención vegetal.

f) Los agricultores y los que presten servicios de acondicionamiento, facilitarán al titular del título de obtención vegetal, a instancias de éste, la información que considere necesaria.

4. Los organismos oficiales que intervengan en el control podrán facilitar información pertinente, si la han obtenido en el cumplimiento ordinario de sus tareas, sin que ello represente nuevas cargas o costes. Esta disposición se entiende sin perjuicio de las disposiciones nacionales o comunitarias sobre protección de datos personales.

Artículo 15. Limitaciones al derecho del obtentor.

El derecho de obtentor no se extenderá a:

a) Los actos realizados en un marco privado con fines no comerciales.

b) Los actos realizados a título experimental.

c) Los actos realizados a los fines de la creación de nuevas variedades, así como a los actos mencionados en el apartado 2 del artículo 12 y los apartados 1 y 2 del artículo 13 realizados con tales variedades, a menos que las nuevas variedades sean: variedades esencialmente derivadas de la variedad protegida, o que no se distinguen claramente de la variedad protegida, o que sean variedades cuya producción necesite el empleo repetido de la variedad protegida.

Artículo 16. Material de una variedad.

1) El derecho de obtentor no se extenderá a los actos relativos al material de su variedad o de una variedad prevista por el apartado 3 del artículo 13 que haya sido vendido o comercializado en España por el obtentor o con su consentimiento, o al material derivado de dicho material, a menos que estos actos:

a) Impliquen una nueva reproducción o multiplicación de la variedad en cuestión.

b) Impliquen una exportación de material de la variedad, que permita reproducirla, a un país que no proteja las variedades del género de la especie vegetal a que pertenezca la variedad, salvo si el material exportado está destinado al consumo.

2. A los fines de lo dispuesto en el apartado anterior, se entenderá por "material", en relación con una variedad,

a) El material de reproducción o de multiplicación vegetativa, en cualquier forma.

b) El producto de la cosecha, incluidas las plantas enteras y las partes de plantas.

c) Todo producto fabricado directamente a partir del producto de la cosecha.

Artículo 17. Limitaciones por interés público.

1. El ejercicio del derecho de obtentor sólo podrá limitarse por razones de interés público, que deberán ser acordadas por Real Decreto acordado por el Consejo de Ministros a propuesta del Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación.

2. Se considerará que existen motivos de interés público:

a) Cuando la iniciación, el incremento o la generalización de la explotación de la variedad protegida, o la mejora de las condiciones en que tal explotación se realiza, sean de primordial importancia para la salud pública o para la defensa nacional o para el medio ambiente.

b) Cuando la falta de explotación o la insuficiencia en calidad o en cantidad de la explotación realizada, implique graves perjuicios para el desarrollo económico o tecnológico del país.

c) Cuando las necesidades de abastecimiento nacional así lo exijan.

3. Cuando las limitaciones a que se refieren los apartados anteriores, tengan por efecto permitir a un tercero realizar cualquiera de los actos para los que se requiera la autorización del obtentor, el Gobierno deberá adoptar las medidas necesarias para que los obtentores reciban una

compensación económica equitativa.

4. También podrá limitarse el ejercicio del derecho del obtentor cuando las variedades objeto del derecho contengan organismos modificados genéticamente, sin necesidad de acudir al régimen previsto en el número 1 de este artículo, siendo de aplicación lo previsto en la Ley 15/1994, de 3 de junio, por la que se establecen el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana o animal y para el medio ambiente.

Artículo 18. Duración de la protección.

1. La duración del derecho del obtentor se extenderá hasta el final del vigésimo quinto año natural o, en caso de variedades de vid y de especies arbóreas, hasta el final del trigésimo año natural a contar desde el año de concesión de los derechos de obtentor.

2. Durante el período comprendido entre la presentación de la solicitud y la concesión del derecho de obtentor, el solicitante de un título de obtención vegetal tendrá derecho a percibir una compensación económica de quien, durante el mencionado período, haya realizado actos que, tras la concesión del derecho, requieran la autorización del obtentor, de acuerdo con las disposiciones de los artículos 12 y 13.

3. Para percibir la compensación económica prevista en el apartado anterior, el solicitante deberá poner en conocimiento del tercero la existencia de la solicitud.

4. En el supuesto de que el título de obtención vegetal no fuera concedido, el solicitante que hubiera percibido las compensaciones económicas mencionadas en el presente artículo deberá reembolsarlas con el interés legal, salvo pacto expreso entre las partes.

CAPÍTULO IV

El derecho de obtentor como derecho de propiedad.

Artículo 19. Independencia del derecho del obtentor.

La validez del derecho del obtentor no dependerá de las restricciones o limitaciones que se establezcan a la producción, control y comercialización del material de las variedades o a la importación y exportación de ese material.

Artículo 20. Transmisión del derecho.

1. Los derechos derivados de una solicitud debidamente presentada y el derecho del obtentor son transmisibles por cualquiera de los medios admitidos en derecho, sin perjuicio de las limitaciones establecidas en la Ley.

2. Los actos por los que se transmitan o modifiquen los derechos derivados de una solicitud debidamente presentada o el derecho de obtentor no afectarán a los derechos adquiridos por terceros antes de la fecha de dichos actos.

3. Todos los actos a que se refieren los apartados anteriores deberán constar por escrito para que tengan validez.

Artículo 21. Vulneración de los derechos del obtentor.

El titular de un título de obtención vegetal, podrá ejercitar ante los órganos de la jurisdicción ordinaria, las acciones que correspondan, cualquiera que sea su clase y naturaleza, contra quienes lesionen su derecho y exigir las medidas necesarias para su salvaguardia.

En particular el titular podrá exigir:

- a) El cese de los actos que violen su derecho.
- b) La indemnización por los daños y perjuicios sufridos.
- c) La recogida de todo el material vegetal obtenido que se encuentre en poder de cualquiera de los responsables y su destrucción cuando ello fuera indispensable.
- d) La atribución en propiedad del material vegetal al que hace referencia el párrafo anterior, en cuyo caso su valor será imputado a la indemnización de daños y perjuicios. Si el valor de los citados productos excediera de la indemnización concedida, el titular del derecho deberá compensar a la parte condenada por el exceso.
- e) La publicidad de la sentencia por cuenta de la parte condenada.
- f) La adopción de las medidas necesarias para evitar que prosiga la violación de su derecho.

Artículo 22. Indemnización por daños y perjuicios.

1. Estarán obligados a responder por los daños y perjuicios causados quienes infrinjan los derechos de obtentor por:

- a) Llevar a cabo alguna de las operaciones que se citan en el apartado 2 del artículo 12 de esta Ley sin poseer la debida autorización del titular de la obtención vegetal.
 - b) Utilizar, hasta el punto de crear riesgo de confusión, una designación idéntica o parecida a la denominación de una variedad protegida, si dicha designación se aplica a otra variedad de la misma especie o de una especie botánicamente cercana.
 - c) Omitir el uso de la denominación para una determinada variedad protegida o cambiar la citada denominación.
2. Todos aquellos que vulneren los derechos del obtentor, de cualquier otra forma diferente a las indicadas en el apartado 1, estarán obligados a indemnizar los daños y perjuicios únicamente cuando en su actuación hubiere mediado dolo o negligencia, presumiéndose la existencia de dolo a partir del momento en que el infractor haya sido advertido por el titular del título de obtención vegetal y requerido para que cese en la violación del derecho del obtentor.
 3. La indemnización de daños y perjuicios a favor del titular del título de obtención vegetal comprenderá no sólo el valor de la pérdida que haya sufrido y el de la ganancia que haya dejado de obtener, sino también el perjuicio que suponga el desprestigio de la variedad objeto del título de obtención vegetal causado por el infractor mediante una utilización inadecuada. La indemnización en ningún caso podrá ser inferior al beneficio obtenido por la persona que cometió la infracción.

CAPÍTULO V

Licencias de explotación.

Artículo 23. Licencias contractuales.

1. El titular de un título de obtención vegetal podrá conceder licencias de explotación de la variedad objeto del mismo, siempre que se cumplan las condiciones que por dicho titular se establezcan, y cuanto sobre esta materia se regule en la presente Ley y sus disposiciones complementarias.
2. Las licencias podrán ser exclusivas o no exclusivas.
3. Los contratos de licencia se realizarán por escrito y no surtirán efectos frente a terceros mientras no estén debidamente inscritos en el libro registro de licencias.

Artículo 24. Licencias obligatorias.

1. El Consejo de Ministros, por Real Decreto, a propuesta del Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, podrá conceder licencias de explotación obligatorias sobre variedades objeto de un título de obtención vegetal si lo considera necesario para salvaguardar el interés público, en los términos definidos en el apartado 2 del artículo 17.
2. Sólo se concederá licencia obligatoria si se cumplen los siguientes requisitos:
 - a) Que la persona que la solicite esté en condiciones, en particular técnico-económicas, de explotar el derecho de obtentor de manera competente y con profesionalidad.
 - b) Que el titular del derecho de obtentor se haya negado a conceder licencia al solicitante, o que no esté dispuesto a concederla en condiciones razonables.
 - c) Que hayan transcurrido más de tres años entre la fecha de la concesión del derecho de obtentor y la fecha de solicitud de la concesión de la licencia obligatoria.
 - d) Que la persona que solicite la licencia obligatoria, haya abonado las tasas previstas para la concesión de la misma.
3. La licencia obligatoria confiere al titular de la misma el derecho no exclusivo de realizar todos o parte de los actos cubiertos por los artículos 12 y 13.

Artículo 25. Licencias obligatorias por dependencia.

1. Cuando un obtentor no pudiera obtener o explotar un derecho de obtención vegetal sin vulnerar una patente anterior, podrá solicitar una licencia obligatoria no exclusiva de la invención protegida por la patente, en la medida en que dicha licencia sea necesaria para la explotación de la variedad vegetal que deba protegerse, mediante el pago de una compensación económica adecuada al titular de la patente. Esta compensación económica será fijada mediante la evaluación de los factores relevantes a estos efectos y, en especial, la importancia económica del invento.

Cuando se conceda una licencia de este tipo, el titular de la patente tendrá derecho a una licencia recíproca, en condiciones razonables, para utilizar la variedad objeto del título de

obtención vegetal.

2. Cuando el titular de una patente de invención biotecnológica no pudiera explotarla sin infringir un derecho de obtención vegetal anterior, podrá solicitar una licencia obligatoria no exclusiva de la variedad vegetal protegida por ese derecho de obtención, mediante el pago de una compensación económica adecuada al titular del derecho de obtención vegetal. Esta compensación económica será fijada mediante la evaluación de los factores relevantes a estos efectos y, en especial, la importancia económica de la variedad vegetal.

Cuando se conceda una licencia de este tipo, el titular del derecho de obtención vegetal tendrá derecho a una licencia recíproca, en condiciones razonables, para utilizar la invención protegida.

3. Los solicitantes de las licencias a que se refieren los apartados anteriores deberán demostrar:

a) Que se han dirigido en vano al titular de la patente o del derecho de obtención vegetal para obtener una licencia contractual, y b) Que la variedad o la invención constituyen un avance técnico significativo de considerable importancia económica en relación con la invención reivindicada en la patente o con la variedad vegetal protegida.

4. La tramitación y la resolución de las solicitudes de licencias obligatorias por dependencia para el uso no exclusivo de una invención patentada, se hará de acuerdo con lo establecido en el capítulo III del Título IX de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, y en su normativa complementaria.

5. La tramitación y la resolución de las solicitudes de licencias obligatorias por dependencia para el uso no exclusivo de un derecho de obtentor, se regirá por lo dispuesto en la presente Ley. Artículo 26. Condiciones de las licencias obligatorias.

Corresponde al Consejo de Ministros:

a) Fijar la remuneración equitativa que el beneficiario de una licencia obligatoria debe abonar al titular del derecho de obtentor, teniendo en cuenta, entre otros criterios, el de la importancia económica de la variedad.

b) Exigir al titular del derecho de obtentor, en su caso, que ponga a disposición del beneficiario de la licencia obligatoria la cantidad de material de reproducción o de multiplicación necesaria para la utilización razonable de dicha licencia, contra el pago de una adecuada remuneración.

c) Fijar el período de duración de la licencia obligatoria, que no podrá ser superior a cuatro años y que podrá ser prorrogado, si se estima oportuno, en caso de que persistan las condiciones requeridas para la concesión de la citada licencia.

d) Retirar la licencia obligatoria si el beneficiario infringe alguna de las condiciones impuestas cuando le fue concedida.

CAPÍTULO VI

Nulidad y extinción del derecho del obtentor.

Artículo 27. Nulidad del derecho.

Será nula la concesión del título de obtención vegetal en los casos previstos en el artículo 62.1 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, y, en particular, en los siguientes supuestos:

a) Cuando se compruebe que, en el momento de la concesión, la variedad protegida no cumplía alguna de las condiciones definidas en los artículos 6 y 7, y si, la concesión del derecho se fundó en las informaciones y documentos proporcionados por el solicitante, la variedad protegida no cumplía alguna de las condiciones definidas en los artículos 8 y 9.

b) Cuando el título de obtención vegetal se conceda a una persona que no tenía derecho al mismo, a menos que se haya transferido a la persona a quien corresponde el derecho.

Artículo 28. Extinción del derecho.

1. El derecho del obtentor se extingue por las siguientes causas:

a) Por expiración del plazo por el que fue concedido.

b) Por renuncia del titular.

c) Por causas sobrevenidas que provoquen la pérdida de las propiedades esenciales de la obtención vegetal recogidas en los artículos 8 y 9.

d) Por incumplimiento de las obligaciones enumeradas en el apartado 2, previo requerimiento de

su cumplimiento por la Administración.

2. El titular de la obtención vegetal deberá cumplir, en los plazos y forma que reglamentariamente se establezcan, con las siguientes obligaciones:

- a) Presentar ante la autoridad competente los datos, documentos y material necesarios para comprobar el mantenimiento de los requisitos esenciales de la variedad protegida.
- b) Abonar el importe devengado por las tasas por mantenimiento a que se refiere el artículo 56.
- c) Proponer una denominación adecuada para la variedad protegida en caso de cancelación de la inicialmente asignada.

3. La extinción del derecho conllevará la cancelación de la inscripción del título de obtención vegetal en el Registro Oficial de Variedades Protegidas.

TÍTULO II

Infracciones y sanciones

Artículo 29. Infracciones administrativas.

1. Las infracciones administrativas se clasifican en leves, graves y muy graves.

2. Serán infracciones muy graves:

- a) La transferencia de material vegetal protegido por un título de obtención vegetal que no se corresponda con las características que figuran en su descripción oficial.
- b) Los incumplimientos de las condiciones incluidas en la licencia de explotación de una variedad protegida que afecten a las cualidades intrínsecas del material o a las circunstancias que motivaron la concesión del título de obtención vegetal.
- c) La aportación de datos falsos que puedan ser relevantes para la obtención de derechos amparados en la presente Ley.

3. Serán infracciones graves:

- a) La ocultación o el intento de ocultar información relevante para la obtención de derechos amparados en la presente Ley.
- b) Las actuaciones dirigidas a dificultar el control de las actividades reguladas en esta Ley y la observancia de las reglas que para su desarrollo y fiscalización se establecen en la misma.
- c) La negativa o resistencia a suministrar datos o a facilitar la información requerida por el órgano competente o sus agentes en orden al cumplimiento de las funciones de información, tramitación, inspección y ejecución de las materias a que se refiere la presente Ley.
- d) La ocultación de información por las entidades autorizadas para el acondicionamiento de grano de siembra, en relación con lo establecido en el artículo 14.
- e) El incumplimiento de la obligación de utilizar la denominación asignada a la variedad contemplada en el apartado 3 del artículo 49.

4. Serán infracciones leves cualesquiera de las actuaciones tipificadas en los apartados 2 y 3 de este artículo cuando no concurra dolo sino simple negligencia.

Artículo 30. Sanciones.

1. Las infracciones calificadas como muy graves se sancionarán con multas comprendidas entre 700.001 y 1.500.000 pesetas.

2. Las infracciones calificadas como graves serán sancionadas con multas comprendidas entre 300.001 y 700.000 pesetas.

3. Las infracciones calificadas como leves serán sancionadas con multas comprendidas entre 100.000 y 300.000 pesetas.

4. Además de las multas señaladas en el presente artículo, se ordenará el decomiso del material vegetal, en los supuestos previstos en las letras a) y b) del número 2 del artículo 29.

Artículo 31. Cuantía de las sanciones.

La determinación de la cuantía de las multas se hará atendiendo en cada caso a la existencia de intencionalidad o reiteración, a la naturaleza de los perjuicios causados y a la reincidencia en la comisión de infracciones.

TÍTULO III

Organización

Artículo 32. Órgano competente.

Corresponde al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, directamente o a

través de un organismo público adscrito al mismo, la tramitación y resolución de los procedimientos de concesión de los títulos de obtención vegetal y el ejercicio de la potestad sancionadora. Asimismo, le corresponderá las relaciones en esta materia, a través del cauce correspondiente, con otros Estados y Organismos internacionales.

Artículo 33. Registro Oficial de Variedades Protegidas.

1. Se constituye un Registro Oficial de Variedades Vegetales Protegidas, gestionado por el Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación, en el que se inscribirán las solicitudes de protección, las resoluciones de concesión del título de obtención vegetal y las licencias de explotación, así como cualquier otra circunstancia relevante que se determine reglamentariamente.

2. El Registro Oficial se organizará en libros, de acuerdo con lo que se disponga reglamentariamente.

Artículo 34. Comisión de Protección de Obtenciones Vegetales.

1. Se crea la Comisión de Protección de Obtenciones Vegetales, adscrita al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a la que se atribuyen las siguientes funciones:

- a) Proponer al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación la resolución de los procedimientos de concesión de los "Títulos de Obtención Vegetal".
 - b) Proponer al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación la revisión de oficio de los actos nulos o la declaración de lesividad de los actos anulables relacionados con la protección de las obtenciones vegetales.
 - c) Proponer al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, la elevación al Consejo de Ministros de los proyectos de Reales Decretos de concesión de licencias obligatorias, de acuerdo con lo previsto en el artículo 25.
 - d) Proponer al órgano competente la adopción de medidas y la elaboración de normas relativas a la protección del derecho de obtentor.
 - e) Informar los asuntos relacionados con el derecho de obtentor que le sean sometidos.
 - f) Cualesquiera otras competencias que legal o reglamentariamente se le encomienden.
2. La Comisión estará integrada por expertos de reconocido prestigio en los campos de la botánica, la genética, la producción de semillas y plantas de vivero y juristas especializados en el régimen de protección del derecho del obtentor. La Comisión no tendrá carácter representativo de los distintos sectores afectados.
3. La naturaleza, adscripción, composición y funcionamiento de la Comisión se determinará reglamentariamente.

TÍTULO IV

Procedimiento

CAPÍTULO I

Solicitud

Artículo 35. Solicitud.

1. Cualquier persona interesada en la concesión del título de obtención vegetal para una variedad deberá presentar una solicitud dirigida al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que deberá comprender, como mínimo, las siguientes especificaciones:
- a) Nombre, apellidos y domicilio del solicitante y, en su caso, de su representante.
 - b) Nombre, apellidos y domicilio del obtentor, en caso de no coincidir con el solicitante.
 - c) Género y especie a la cual pertenece la variedad.
 - d) Denominación propuesta para la variedad o, en su caso, una designación provisional.
 - e) Nacionalidad del solicitante y, en su caso, del obtentor.
 - f) Descripción técnica de la variedad así como el procedimiento de acuerdo con el cual la variedad ha sido obtenida o descubierta y desarrollada y su genealogía.
 - g) La fecha de presentación efectuada anteriormente en otro país, la denominación bajo la cual la variedad ha sido registrada o, en su defecto, la designación provisional y el país en el cual fue solicitado el derecho de obtentor, todo ello en el caso de que se reivindique el derecho de prioridad de una solicitud anterior.
 - h) El comprobante de haber sido satisfechas las tasas correspondientes.
2. La forma y el contenido detallado del impreso de solicitud, así como los documentos que

hayán de acompañarse a la misma, se especificarán reglamentariamente.

3. Las solicitudes de concesión del título de obtención vegetal podrán presentarse en cualquiera de las oficinas y registros a que se refiere el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Artículo 36. Precedencia de una solicitud.

La precedencia de una solicitud vendrá determinada por la fecha de recepción de la misma. Cuando se trate de solicitudes con la misma fecha, la precedencia se determinará conforme al orden en que hayan sido recibidas, si es posible establecerlo. Si no fuera posible, no habrá precedencia entre las solicitudes.

Artículo 37. Publicidad de las solicitudes.

1. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación publicará periódicamente un boletín oficial de variedades protegidas, de carácter meramente informativo.

2. Deberán publicarse en el boletín de variedades protegidas los datos que se determinen reglamentariamente y, en todo caso, la siguiente información:

- a) Las solicitudes del derecho de obtentor presentadas y las retiradas.
- b) Las solicitudes de denominación de las variedades para las que se solicita la protección, la relación de las denominaciones aprobadas, así como los cambios de denominación.
- c) Los títulos de obtención vegetal concedidos y las solicitudes desestimadas.

Artículo 38. Derecho de prioridad.

1. El solicitante de un "Título de Obtención Vegetal" podrá beneficiarse de la prioridad de una solicitud de protección de la misma variedad que haya presentado con anterioridad en:

- a) Cualquier Estado miembro de la Unión Europea.
- b) La Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales de la Unión Europea.
- c) Cualquier Estado miembro de la UPOV o de una organización intergubernamental miembro de ella.
- d) Cualquier Estado que, sin pertenecer a la UPOV, reconozca a las solicitudes presentadas en España un derecho de prioridad con efectos equivalentes.

2. El reconocimiento de la prioridad de una solicitud deberá pedirse en el plazo de doce meses, contados a partir de la fecha de presentación de aquella, y acreditarse debidamente. En caso de que fuesen varias las solicitudes anteriores presentadas conforme a lo dispuesto en el apartado 1, la prioridad deberá referirse a la solicitud más antigua.

3. Reconocida la prioridad de una solicitud anterior, se considerará como fecha de presentación de la solicitud de concesión del título de obtención vegetal, a los efectos de lo previsto en los artículos 6 y 7, la fecha de presentación de aquélla.

4. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación exigirá al solicitante que reivindique la prioridad, que proporcione una copia de los documentos que constituyan la primera solicitud, certificado por la autoridad ante la cual haya sido presentada, así como cualquiera otra prueba de que la variedad objeto de las dos solicitudes es la misma. El solicitante gozará para ello de un plazo mínimo de tres meses contados a partir de la fecha de reivindicación de la prioridad.

5. El obtentor dispondrá de un plazo de dos años desde la expiración del plazo para la petición de la prioridad, o desde que se haya rechazado o retirado la primera solicitud para proporcionar al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, cualquier información, documento o material exigidos para la realización del examen previsto en el artículo 40.

6. Los hechos que tengan lugar en el plazo fijado en el apartado 2, tales como la presentación de otra solicitud, o la publicación o utilización de la variedad objeto de la primera solicitud, no constituirán un motivo de rechazo de la solicitud posterior. Estos hechos tampoco podrán crear derechos en favor de terceros.

CAPÍTULO II

Tramitación de la solicitud.

Artículo 39. Examen de la solicitud.

1. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación comprobará que la solicitud presentada cumple los requisitos exigidos y, en particular, que:

- a) Ha sido presentada de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 10.

- b) Cumple con las condiciones establecidas en el apartado 1 del artículo 35.
 - c) Se acompañan los documentos que reglamentariamente se establezcan de acuerdo con lo previsto en el apartado 1 del artículo 35.
 - d) Se ajusta a lo dispuesto en el artículo 38, en el caso de que se reivindique la prioridad de una solicitud anterior.
 - e) Se presenta el justificante de haber satisfecho las tasas correspondientes por la tramitación del artículo 53.
2. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación examinará la documentación adjunta a la solicitud para comprobar si la variedad puede acogerse al derecho de obtentor.
3. Si como consecuencia de estas comprobaciones se apreciara alguna deficiencia, se requerirá al solicitante para que en un plazo de diez días subsane la falta o acompañe los documentos preceptivos para cada caso, apercibiéndole que, de no hacerlo, se le tendrá por desistido de su petición, previa resolución dictada a tal efecto por el órgano competente.
- Artículo 40. Examen técnico.
1. Una vez realizados con resultado positivo los exámenes a que se refiere el artículo anterior, la variedad será sometida a un examen técnico cuya finalidad será:
- a) Comprobar que la variedad pertenece al taxón botánico descrito.
 - b) Determinar que es distinta, homogénea y estable de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 7, 8 y 9 respectivamente.
 - c) Establecer una descripción oficial de la variedad.
2. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación establecerá, para cada especie o grupo de especies, las normas precisas para la realización del examen técnico entre las que, al menos, se detallarán:
- a) El material vegetal que el obtentor debe entregar para poder realizar las observaciones pertinentes.
 - b) Las características en cuanto a la calidad del mencionado material.
 - c) Las fechas y lugares donde debe ser depositado el mismo.
 - d) La duración de los exámenes que, al menos, será de dos años o campañas, salvo que circunstancias especiales aconsejen lo contrario así como otros detalles sobre la realización de los mismos.
3. El examen técnico será realizado bajo la responsabilidad del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, que podrá llevarlo a cabo directamente o mediante acuerdo con las Comunidades Autónomas u otras instituciones españolas o extranjeras que desarrollen tareas similares.
4. En los casos en que se determine, se podrán utilizar los resultados de los exámenes técnicos realizados en otro país con el que España mantenga acuerdos sobre la protección de derechos de obtentor y siempre y cuando técnicamente sea posible con las debidas garantías.
5. En aquellos casos en que la realización del examen técnico entrañe dificultades, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación podrá acordar que se tengan en cuenta los resultados de los ensayos de cultivo o de otros ensayos ya efectuados por el obtentor.
6. En el caso que se trate de una variedad que contenga, o constituya un organismo genéticamente modificado, se aplicará lo establecido en la normativa específica, referente a la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente.
- Artículo 41. Oposiciones a la concesión del título de obtención vegetal.
1. Cualquier persona podrá oponerse a la concesión de un título de obtención vegetal mediante la presentación de un escrito dirigido al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
2. Únicamente podrán plantearse oposiciones basadas en alguno de los siguientes motivos:
- a) El incumplimiento de las condiciones establecidas en los artículos 6 a 11 de la presente Ley. Sin embargo, la oposición no podrá fundamentarse en cuestiones de propiedad y dominio, que deberán plantearse ante los Tribunales ordinarios.
 - b) La infracción de las normas sobre denominaciones varietales que se establezcan en esta Ley o en sus reglamentos de desarrollo.
3. Quienes manifiesten su oposición tendrán la consideración de interesados a los efectos de lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones

Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Artículo 42. Tramitación de la oposición.

1. Las oposiciones serán comunicadas al solicitante, que dispondrá de un plazo de tres meses para hacer alegaciones sobre las mismas y precisar si tiene intención de mantener su solicitud, modificarla o retirarla.

La contestación del solicitante será comunicada al opositor, que dispondrá de un plazo de un mes para formular alegaciones sobre la misma y para ratificar o retirar su oposición.

2. Las oposiciones presentadas serán examinadas y resueltas de forma separada e independiente al procedimiento de concesión del título de obtención vegetal.

3. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con objeto de resolver las oposiciones presentadas, podrá requerir a las personas que manifestaron la oposición la aportación de información y documentación adicional, así como del material vegetal necesario para proceder a su examen técnico.

Artículo 43. Acceso a la información.

1. Los interesados en un procedimiento tendrán acceso a los documentos que constituyen el expediente objeto de tramitación, incluidos los resultados del examen técnico y la descripción de la variedad, garantizando, en todo caso, el secreto de la obtención vegetal.

2. Con objeto de garantizar el secreto de la obtención vegetal, solo tendrán acceso a los expedientes contenidos en el Registro Oficial de Variedades Vegetales Protegidas, las personas que invoquen un interés legítimo sobre aquellas, para consultar los documentos relativos a la solicitud, y resolución de concesión de un título de obtención vegetal, así como para visitar los ensayos correspondientes al examen técnico de la variedad, y los de control de su mantenimiento.

3. En los casos de variedades en las que, para la producción de material, se requiera el empleo repetido del material de otras, el solicitante del título de obtención vegetal correspondiente, podrá pedir, al presentar la solicitud, que los documentos y los ensayos relativos a estas, se mantengan con el debido secreto. En tales casos, esa parte de información o ensayos no se podrá ni consultar ni visitar, respectivamente.

4. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación tendrá la obligación de conservar la documentación contenida en los expedientes durante cinco años contados a partir de la extinción del título de obtención vegetal o de la retirada o denegación de la solicitud de protección.

CAPÍTULO III

Resolución del procedimiento.

Artículo 44. Resolución.

1. El Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, a propuesta de la Comisión de Protección de Obtenciones Vegetales, concederá el título de obtención vegetal a un solicitante cuando, como resultado del examen técnico de la variedad, se compruebe que la misma cumple con las condiciones previstas en el artículo 5 de la presente Ley, además de que haya cumplido con las demás exigencias previstas en la misma.

2. La protección otorgada por el título de obtención vegetal producirá efectos con carácter retroactivo desde el momento de presentación de la solicitud.

3. La eficacia de la resolución quedará demorada hasta que se produzca el pago de la tasa prevista en el artículo 55.

4. La concesión del título de obtentor sobre una variedad vegetal deberá ser inscrita en el Registro de Variedades Vegetales Protegidas.

Artículo 45. Duración del procedimiento.

1. Transcurrido el plazo máximo de duración del procedimiento sin que la Administración haya dictado resolución expresa, se entenderá desestimada la solicitud del título de obtención vegetal.

2. El plazo máximo de duración del procedimiento será de seis meses. El plazo se interrumpirá desde la fecha de la comunicación al interesado prevista en el artículo 42, apartado 4, de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. El plazo interrumpido comenzará a contar nuevamente, desde la fecha en que se comunique al interesado que queda abierto el trámite de audiencia, momento en que se habrán incorporado al expediente los resultados del examen técnico

contemplado en el artículo 40 de la presente Ley y se habrá comprobado que la denominación es adecuada de acuerdo con lo dispuesto en el capítulo IV de la misma.

3. La duración del examen técnico citado se fijará, en su caso, reglamentariamente por especies o grupos de especies.

Artículo 46. Caducidad del procedimiento.

1. Cuando se produzca la paralización del procedimiento por causa imputable al solicitante se le advertirá que, transcurridos tres meses, se producirá su caducidad.

Consumido este plazo sin que el particular requerido realice las actividades necesarias para reanudar la tramitación del procedimiento se declarará la caducidad del procedimiento y se ordenará el archivo de las actuaciones.

2. No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, no se declarará la caducidad del procedimiento cuando el solicitante justifique debidamente ante el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que su inactividad fue consecuencia de un caso fortuito o de la concurrencia de causas de fuerza mayor u otras circunstancias excepcionales.

CAPÍTULO IV

Denominación de la variedad

Artículo 47. Requisitos de las denominaciones.

1. La variedad será designada por una sola denominación, que permita identificarla sin riesgo de confusión con otra y destinada a ser su designación genérica.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 3 del artículo siguiente, ningún derecho relativo a la designación registrada como la denominación de la variedad podrá obstaculizar la libre utilización de la denominación en relación con la variedad, incluso después de la expiración del derecho de obtentor.

3. La denominación no podrá componerse únicamente de cifras, ni inducir a error o prestarse a confusión sobre las características, el valor o la identidad de la variedad o sobre la identidad del obtentor.

4. Sólo se admitirá como denominación de una variedad una composición de letras y números, cuando la misma vaya a ser utilizada exclusivamente para la producción de material de propagación de otras variedades, o sea una práctica establecida para designar variedades.

5. La denominación deberá ser diferente de toda denominación que designe una variedad existente de la misma especie vegetal o de una especie vecina, en cualquier Estado miembro de la UPOV, o miembro de cualquiera de las organizaciones intergubernamentales miembros de la UPOV.

Artículo 48. Registro de la denominación.

1. La denominación de la variedad será propuesta por el solicitante al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

2. Se registrará al mismo tiempo que se conceda el derecho de obtentor. Si se comprueba que la denominación no responde a las exigencias de los apartados 3, 4 y 5 del artículo 47, se denegará el registro y se exigirá que el obtentor proponga otra denominación en los plazos que reglamentariamente se señalen. Los derechos adquiridos con anterioridad por terceros no serán afectados.

3. Si, en virtud de un derecho anterior, la utilización de la denominación de una variedad está prohibida a una persona que está obligada a utilizarla, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 49, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación exigirá que el obtentor proponga otra denominación para la variedad.

4. En particular el solicitante no puede depositar como denominación de una variedad, una designación que ya se beneficie de un derecho de marca referente a productos idénticos o similares, en España o en países con los que se hayan establecido convenios sobre protección de obtenciones vegetales, o una denominación que pueda crear confusión con dichas marcas, salvo si se compromete a renunciar a los derechos de las marcas desde el momento en que la variedad sea objeto del título de obtención vegetal.

5. El solicitante deberá presentar junto con la denominación, informe expedido por la Oficina Española de Patentes y Marcas en el que conste las posibles identidades y parecidos con marcas ya registradas o en trámite de registro que hayan sido descubiertas, con expresión de los

productos amparados por ellas, dentro de la clase 31, según el nomenclátor establecido en virtud de Arreglo de Niza de 15 de junio de 1957.

La solicitud de informe se presentará en la Oficina Española de Patentes y Marcas, previo pago de la tasa correspondiente y con indicación del motivo del mismo.

Artículo 49. Utilización de la denominación.

1. Una variedad no podrá denominarse de modo diferente al utilizado en el primer país donde haya sido registrada, a menos que por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, se compruebe que la denominación es inadecuada en España, en cuyo caso, se exigirá que el obtentor proponga otra denominación.
2. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación deberá comunicar a las autoridades correspondientes de los demás países miembros de la UPOV, a las de los Estados miembros de las organizaciones intergubernamentales miembros de la UPOV, y a las instituciones competentes en esta materia de las mismas, las informaciones relativas a las denominaciones de variedades, concretamente de la propuesta, la aprobación, el registro y la cancelación de las mismas.
3. Quien en España proceda a la puesta en venta o a la comercialización de material de reproducción o de multiplicación vegetativa de una variedad protegida, estará obligado a utilizar la denominación de esa variedad, incluso después de la expiración del derecho de obtentor relativo a esa variedad, a condición de que, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 48, no se opongan derechos anteriores a esa utilización.
4. Cuando una variedad se ofrezca en venta o se comercialice, estará permitido asociar una marca de fábrica o de comercio, un nombre comercial o una indicación similar, a la denominación de la variedad registrada. Si tal indicación se asociase de esta forma, la denominación deberá ser, no obstante, fácilmente reconocible.

CAPÍTULO V

Mantenimiento del derecho de obtentor.

Artículo 50. Mantenimiento de la variedad.

1. El titular del título de obtención vegetal relativo a una variedad será responsable del mantenimiento de la misma o, cuando proceda, de sus componentes hereditarios, mientras permanezca vigente la protección.
2. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación podrá requerir al titular de un título de obtención vegetal, para que presente a dicha autoridad o a cualquier otra por ella designada, en los plazos que reglamentariamente se establezcan, la información, documentos o material que se consideren necesarios para el control del mantenimiento de la variedad, así como para la renovación de las muestras oficiales que componen la colección de referencia.

Artículo 51. Verificación de la variedad.

1. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación o, en su caso, el servicio correspondiente de las Comunidades Autónomas, comprobarán si las variedades objeto del título de obtención vegetal permanecen inalterables, lo que se llevará a cabo mediante las comprobaciones técnicas correspondientes.
2. Cuando existan indicios de que la variedad no está siendo mantenida adecuadamente por el titular del título de obtención vegetal, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ordenará un control del mantenimiento de la variedad estableciendo las modalidades del mismo mediante ensayos de campo u otros ensayos en los que el material suministrado por el titular será comparado con la descripción o la muestra oficial de la variedad. Cuando de dicho control se desprenda que el titular no ha mantenido las condiciones de la variedad se le advertirá de ello.
3. En aquellos casos en que se compruebe que la variedad no es homogénea o estable, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación podrá decidir la extinción del derecho, previa audiencia del interesado y, en su caso, previo informe de los servicios correspondientes de las Comunidades Autónomas que efectuaron los controles pertinentes.

TÍTULO V

Tasas

Artículo 52. Sujetos pasivos.

1. Serán sujetos pasivos de las tasas establecidas en el presente Título, el solicitante del título de obtención vegetal y las personas, físicas o jurídicas, en cuyo favor se realice la prestación de los servicios que constituyen sus hechos imponibles.
2. Las tasas establecidas en el presente Título se registrarán por la presente Ley y por las demás fuentes normativas que para las tasas se establecen en el artículo 9 de la Ley 8/1989, de 13 de abril, de Tasas y Precios Públicos, en especial en lo relativo a los sujetos obligados al pago de las tasas como responsables tributarios.

Artículo 53. Tasa por la tramitación y resolución.

1. Constituye el hecho imponible de esta tasa la tramitación del procedimiento administrativo y su resolución.
2. El devengo de la tasa se producirá en el momento de presentación de la solicitud del título de obtención vegetal.
3. El importe de la tasa por la tramitación y resolución del expediente es de 50.000 pesetas.

Artículo 54. Tasa por la realización del examen técnico.

1. Constituye el hecho imponible de esta tasa la realización de las pruebas, ensayos y cualquier otra actividad comprendida en el examen técnico a que se refiere el artículo 40 de la presente Ley.

A los efectos de este artículo las especies o grupos de especies a que pertenezcan las variedades vegetales cuyo material vaya a ser objeto de examen técnico se clasifican en los grupos recogidos en el anexo 2.

2. El devengo de la tasa se producirá en el momento de entrega del material vegetal objeto del examen técnico a la autoridad competente para su realización.
3. Las tasas por la realización de los ensayos que constituyen el examen técnico a efectos de concesión del "título de obtención vegetal", serán las siguientes:

Por cada año de examen:

Grupo primero: 125.000 pesetas.

Grupo segundo: 90.000 pesetas.

Grupo tercero: 75.000 pesetas.

Grupo cuarto: 60.000 pesetas.

Cuando se trate de una variedad híbrida, cualquiera que sea la especie, y sea preciso efectuar un estudio de los componentes genealógicos, el tipo de tasa será el doble de la indicada para la especie correspondiente.

Cuando el examen técnico se realice por encargo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación por haberse así convenido, en un organismo o institución extranjeros, el tipo de la tasa será el importe en pesetas de la cantidad que sea preciso satisfacer como pago del citado servicio. En el caso de que se utilicen los resultados de un examen técnico realizado con anterioridad para la variedad, por un organismo o institución extranjeros, el tipo de la tasa será el importe en pesetas de la cantidad que sea preciso satisfacer como pago del citado servicio.

Artículo 55. Tasa de mantenimiento.

1. El hecho imponible de esta tasa es la realización de los trabajos y comprobaciones periódicas necesarias para verificar el mantenimiento de las condiciones que precisa la variedad para continuar siendo objeto de protección.

A los efectos de este artículo las especies o grupos de especies a que pertenezcan las variedades vegetales cuyas condiciones vayan a ser objeto de comprobación se clasifican en los grupos recogidos en el anexo 2.

2. El devengo de la tasa se producirá anualmente en el mismo día y mes de notificación de la resolución de concesión del título de obtención vegetal al interesado.
3. Los importes de las tasas por el mantenimiento anual de los derechos del obtentor, son los siguientes: Por el primer año:
Grupo primero: 15.000 pesetas.
Grupo segundo: 10.000 pesetas.
Grupo tercero: 8.000 pesetas.

Grupo cuarto: 6.000 pesetas.

Por el segundo año:

Grupo primero: 20.000 pesetas.

Grupo segundo: 15.000 pesetas.

Grupo tercero: 12.000 pesetas.

Grupo cuarto: 10.000 pesetas.

Por el tercer año:

Grupo primero: 27.000 pesetas.

Grupo segundo: 22.000 pesetas.

Grupo tercero: 17.000 pesetas.

Grupo cuarto: 15.000 pesetas.

Por el cuarto año:

Grupo primero: 30.000 pesetas.

Grupo segundo: 26.000 pesetas.

Grupo tercero: 20.000 pesetas.

Grupo cuarto: 15.000 pesetas.

Por el quinto año y siguientes (hasta finalizar la protección):

Grupo primero: 36.000 pesetas.

Grupo segundo: 30.000 pesetas.

Grupo tercero: 25.000 pesetas.

Grupo cuarto: 20.000 pesetas.

Artículo 56. Tasa por prestación de servicios administrativos.

1. El hecho imponible de esta tasa lo constituye la realización de alguno de los servicios administrativos derivados de la tramitación de las solicitudes que se enumeran a continuación:

a) Reivindicación del derecho de prioridad.

b) Cambio de denominación en un título concedido o en trámite.

c) Expedición de copias, certificados y duplicados de cualquier documento.

d) Concesión de una licencia obligatoria.

e) Inscripción de las licencias de explotación en el Registro de Variedades Vegetales Protegidas, así como la modificación de las inscripciones ya realizadas.

2. El devengo de la tasa se producirá en el momento de presentación de las solicitudes correspondientes en un registro administrativo.

3. El importe de la tasa por petición de prioridad de una solicitud; solicitud de cambio de denominación en un título ya concedido o en trámite; expedición de copias, certificados y duplicados de cualquier documento; concesión de una licencia obligatoria; inscripción de licencias de explotación y la modificación de las ya practicadas, es de 5.000 pesetas.

Artículo 57. Gestión y recaudación.

1. Los servicios y actividades constitutivos del hecho imponible de las tasas previstas en los artículos 53 y 56 no se prestarán o realizarán hasta tanto no se haya efectuado el pago de la cuantía que resultare exigible y que deberá hacerse efectiva por el procedimiento de autoliquidación.

2. Los servicios y actividades constitutivos del hecho imponible de las tasas previstas en los artículos 55 y 56, aun cuando hubieran sido prestados, no serán eficaces hasta tanto no se haya efectuado el pago en la cuantía que fuera exigida. Con independencia de lo anterior, las referidas cuantías serán exigibles por la vía de apremio.

3. La gestión y recaudación en vía ordinaria de estas tasas corresponde al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Disposición adicional primera. Revisión del importe de las sanciones.

Se faculta al Gobierno para modificar el importe de las sanciones contenidas en la presente Ley de acuerdo con las variaciones del índice de precios al consumo.

Disposición adicional segunda. Criterios de interpretación.

Esta Ley se interpretará de conformidad con los Tratados y Convenios internacionales sobre la materia aplicables en España.

Disposición adicional tercera. Limitación del derecho del obtentor.

El libre ejercicio de un derecho de obtentor no podrá limitarse salvo lo establecido en el

apartado 1 del artículo 17 o en virtud de disposición expresa prevista en los Tratados y Convenios aludidos en la disposición anterior.

Disposición adicional cuarta. Respeto a los Tratados y Acuerdos internacionales.

Las medidas adoptadas por el Estado para reglamentar la producción, el control y la comercialización del material de las variedades, o de la importación y exportación de ese material, no deberán obstaculizar la aplicación de las disposiciones de los Tratados y Convenios mencionados en la disposición adicional tercera.

Disposición adicional quinta. Protección comunitaria.

En el caso de concesión de la protección comunitaria de obtención vegetal sobre una variedad que fuere objeto con anterioridad a dicha concesión de un título de obtención vegetal, el titular del mismo no podrá invocar los derechos conferidos por tal título de obtención vegetal mientras siga vigente para esa variedad la protección comunitaria de obtención vegetal.

A la finalización de la vigencia de la protección comunitaria, el titular del título de obtención vegetal podrá volver a invocar los derechos derivados del mismo, siempre que no hubieren transcurrido los plazos previstos en el artículo 18 desde la concesión de dicho título de obtención vegetal.

Durante el tiempo que subsista la protección comunitaria de obtención vegetal, el titular del título de obtención vegetal quedará exonerado de la obligación de abonar las tasas y anualidades correspondientes al mantenimiento anual de los derechos de obtentor previstas en el Título V de esta Ley, en un 70 por 100 de la cuantía establecida.

Disposición transitoria primera. Procedimientos iniciados con anterioridad a la presente Ley.

Las solicitudes del título de obtención vegetal que se hubiesen presentado con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, serán tramitadas y resueltas conforme a la normativa legal vigente en la fecha de presentación.

Disposición transitoria segunda. Régimen aplicable a los títulos concedidos con anterioridad a la Ley.

1. Los títulos de obtención vegetal concedidos conforme a lo dispuesto en la Ley 12/1975, de 12 de marzo, sobre Protección de Obtenciones Vegetales se regirán por las normas de la citada Ley.

2. No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, serán de aplicación los siguientes artículos de la presente Ley:

- a) Del capítulo III del Título I: artículo 12; artículo 13 con excepción de los apartados 2 y 3; artículo 15; artículo 16, y artículo 17.
- b) El capítulo IV del Título I, relativo al derecho de obtentor como objeto de propiedad.
- c) El capítulo V del Título I, sobre licencias de explotación.
- d) El Título II, sobre infracciones administrativas.
- e) El capítulo V del Título IV, sobre mantenimiento del derecho de obtentor.

Disposición transitoria tercera. Acciones legales en curso.

Las acciones legales que se hubieran iniciado antes de la entrada en vigor de la presente Ley se seguirán por el mismo procedimiento con arreglo al cual se hubieran incoado.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa.

1. Quedan derogadas todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley y, en particular, la Ley 12/1975, de 12 de marzo, de Protección de Obtenciones Vegetales.

2. En tanto no se desarrolle reglamentariamente la presente Ley, mantendrán su vigencia los preceptos del Decreto 1.674/1977, de 10 de junio, por el que se aprueba el Reglamento General sobre Protección de Obtenciones Vegetales, en cuanto no se opongan a ella.

Disposición final primera. Modificación de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes.

1. Se modifica el párrafo b), apartado 1, artículo 5, de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, quedando su texto redactado de la siguiente forma:

"b) Las variedades vegetales."

2. Se modifica el apartado 3 del artículo 143 de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, quedando redactado en los siguientes términos:

"3. No podrán ser protegidas como modelos de utilidad las invenciones de procedimiento y las

variedades vegetales."

Disposición final segunda. Normativa de aplicación supletoria.

En defecto de norma expresamente aplicable a los derechos del obtentor regulados en la presente Ley se aplicarán supletoriamente las normas que regulan la protección legal de las invenciones.

Disposición final tercera. Desarrollo de la Ley.

Se autoriza al Gobierno a dictar cuantas disposiciones de aplicación y desarrollo de la presente Ley sean necesarias así como a modificar sus anexos. En el plazo máximo de seis meses a partir de la entrada en vigor de esta Ley, el Gobierno aprobará su Reglamento de desarrollo.

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.

La presente Ley entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Por tanto, mando a todos los españoles, particulares y autoridades, que guarden y hagan guardar esta Ley.

Madrid, 7 de enero de 2000.

JUAN CARLOS R.

El Presidente del Gobierno,

JOSÉ MARÍA AZNAR LÓPEZ

ANEXO 1

Especies vegetales susceptibles de beneficiarse de la excepción del artículo 14 de la Ley.

a) Especies forrajeras:

Cicer arietinum, L. (partim) - garbanzo.

Hedysarum coronarium, L. - zulla.

Lathyrus sp. - almortas.

Lupinus albus, L. - altramuz blanco.

Lupinus angustifolius, L. - altramuz azul.

Lupinus luteus, L. - altramuz amarillo.

Medicago sativa, L. - alfalfa.

Onobrychis sativa, (L.) Lamk. - esparceta o pipirigallo.

Pisum sativum, L. (partim) - guisantes.

Trifolium alexandrinum, L. - Bersin/trébol de Alejandría.

Trifolium resupinatum, L. - trébol persa.

Trigonella foenum-graecum, L. - alholva.

Vicia ssp. - vezas, habas, yeros y algarrobas.

b) Cereales:

Avena sativa - avena común.

Hordeum vulgare, L. - cebada común.

Oryza sativa, L. - arroz.

Phalaris canariensis, L. - alpiste.

Secale cereale, L. - centeno.

X Triticosecale, Wittm. - triticale.

Triticum aestivum, L. emend. Fiori et Paol. - trigo blando.

Triticum durum, Desf. - trigo duro.

Triticum spelta, L. - escaña mayor.

c) Patatas:

Solanum tuberosum - patata.

d) Especies oleaginosas y textiles:

Brassica napus, L. (partim) - colza.
Brassica rapa, L. (partim) - nabina.
Linum usitatissimum - linaza, excluido el lino textil.
e) Especies hortícolas:
Lens culinaris, L. - lenteja.
Cicer arietinum, L. (partim) - garbanzo.
Phaseolus ssp. - judías.
Pisum sativum, L. (partim) - guisantes.

ANEXO 2

Clasificación de especies vegetales a efectos de determinar los importes de las tasas de los artículos 54 y 56.

Grupo primero: algodón, fresa, judía, lechuga, melón, patata, pepino, pimiento, tomate, remolacha azucarera, y forrajeras y pratenses no citadas en otro grupo.

Grupo segundo: ajo, alcachofa, arroz, avena, cebada, centeno, colza, espárrago, girasol, guisante, habas, maíz, sandía, sorgo, trigo, triticale, veza y especies del género vicia no citadas en otro grupo.

Grupo tercero: berenjena, calabacín, cártamo, cebolla, clavel, frutales, leguminosas consumo humano no citadas en otro grupo, rosa, soja, yeros y zanahoria, y otras especies de aprovechamiento hortícola no citadas en otro grupo.

Grupo cuarto: vid y las demás especies no incluidas en los grupos anteriores.

ANEXO X

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



1. Líneas de plantas de diferentes variedades para la fijación de las mismas, en fase de comienzo del ahijamiento



2. Tractor agrícola efectuando un tratamiento fitosanitario fúngico



3. Preparación de parcelas para campos de ensayos varietales



4. Campo experimental de producción de semilla en sus primeros estadios



5. Campo experimental de producción de semilla próximo ya a la recolección



6. Tratamiento fitosanitario fúngico mediante helicóptero



7. Campo experimental de producción de semilla



8. Dos unidades secadoras adosadas a los silos cuadrangulares en la Cámara Arrocerca de Amposta (Tarragona)



9. Dos silos de plancha metálica de plegado trapecial con celdas cuadradas (izquierda) y octogonales (derecha)

BIBLIOGRAFÍA

1. ALLARD, R.W. *Principios de la mejora genética de las plantas*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona: 1980. 498 pág.
2. ASTORGA RAMÍREZ, F. *El arroz valenciano en la Comunidad Europea*. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Valencia: 1986. 162 pág.
3. BARBIER, J.M. "Élaboration du rendement chez le riz". En L. COMBE y D. PICARD, ed. *Élaboration du rendement des principales cultures annuelles*. INRA Editions. París: 1994.
4. BROWNING, J. A. y FREY, K. J. "Multiline cultivars as a means of disease control". En *Annu. Rev. Phytopathol.*, 7, 1969, pp. 355-382.
5. CALONNEC, A., GOYEAU, H. y DE VALLAVIEILLE-POPE, C. "Effects of induced resistance on infection efficiency and sporulation of *Puccinia striiformis* on seedlings in varietal mixtures and on field epidemics in pure stands". En *Eur. J. Plant Pathol*, 102, 1996, pp. 733-741.
6. CHIN, K. M y WOLFE, M. S. "Selection on *Erysiphe graminis* in pure and mixed stands of barley". En *Plant. Pathol.*, 33, 1984, pp. 89-100.
7. DUNAND, R.T. *Red rice. Its impact on grain quality and its cultural control*. Louisiana Agricultural Experimentation. Baton Rouge, Los Ángeles: 1988.
8. DWYER, G., ELKINTON, J. S., y HAJEK, A. E. "Spatial scale and the spread of a fungal pathogen of gypsy moth". En *Am. Nat.*, 152, 1998, pp. 485-494.

9. ESPAÑA, A. y otros. *Conreu de l'arròs. Manual per als alumnes*. Parc Natural del Delta de l'Ebre. Generalitat de Catalunya. Barcelona: 1991.
10. FEYT, H. y CHATAIGNEWR, J. "Le riz dans le monde". En *Riz, du débouché à la culture*. ITCF, CFR. París: 1995.
11. FONT DE MORA LLORENS, R. *El arroz, su cultivo, molinería y comercio*. Salvat Editores, S.A. Barcelona: 1939. 424 pág.
12. FRANQUET BERNIS, J. M. *Con el agua al cuello. 55 respuestas al Plan Hidrológico Nacional*. Litera Books, S.L. Barcelona: 2001.
13. FRANQUET BERNIS, J. M. *¿Por qué los ricos son más ricos en los países pobres? ¿Y los pobres son más pobres en los países ricos?*. Litera Books, S.L. Barcelona: 2002.
14. GARRET, K. A. y MUNDT, C. C. "Epidemiology in mixed host populations". En *Phytopathology*, 89, 1999, pp. 984-990.
15. GEORGE. M. L., NELSON, R. J., ZEIGLER, R. S. y LEUNG, H. "Rapid population analysis of *Magnaporthe grisea* by using rep-PCR and endogenous repetitive DNA sequences". En *Phytopathology*, 88, 1998, pp. 223-229.
16. IRRI. *IRRI Goal: a new rice plant type*. The IRRI Reporter. International Rice Research Institut. Los Baños (Filipinas): 1991.
17. JULIANO, B.O. *El arroz en la alimentación humana*. FAO (en colaboración con IRRI). Roma:1994.
18. KUMAZAWA, K. "Physiological specificity of rice root in relation to oxidizing power and nutrient uptake". En TSUNODA, S. y TAKAHASHI, N. ed. *Biology of Rice*. Japan Scientific Societies Press. Tokio: 1984.

19. MATSON, P. A., PARTON, W. J., POWER, A. G. y SWIFT, M. J. "Agricultural intensification and ecosystem properties". En *Science*, 277, 1997, pp. 504-508.
20. OKA, K. *Origin of cultivated rice*. Japan Scientific Societies Press. Tokio: 1988.
21. POLIS, G. A., ANDERSON, W. B. y HOLT, R. D. "Toward an integration of landscape and food web ecology: The dynamics of spatially subsidized food webs". En *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28, 1997, pp. 289-316.
22. PRIMO YÚFERA, E. y BARBER, S. "Química y tecnología del arroz". En *Alimentación y Agricultura*. Editorial Labor, S.A. Barcelona:1978.
23. SAGARRA, J. "Importància del conreu de l'arròs a Catalunya. Producció i aprofitaments". En *L'arròs. Sessions Tècniques. Amposta*. Fundació Caixa de Pensions. Barcelona: 1987.
24. SCHWARTZ, M. W. "Choosing the appropriate scale of reserves for conservation". En *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 30, 1999, pp. 83-108.
25. SERVEI DE PROTECCIÓ DELS VEGETALS. *El barrinador o cuc de l'arròs (Chilo suppressalis, Walk), plaga dels arrossars del Delta de l'Ebre*. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.
26. SWAMINATHAN, M. S. "Història d'una gramínia meravellosa". En *Civilitzacions de l'arròs*. El Correu. 1985.
27. TAKAHASHI, N. "Seed germination and seedling growth". En TSUNODA, S. y TAKAHASHI, N. ed. *Biology of Rice*. Japan Scientific Societies Press. Tokio: 1984.
28. TILMAN, D. "The greening of the green revolution". En *Nature*, 396, 1998, pp. 211-212.

29. TINARELLI, A. *El arroz*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid: 1989. 575 pág.
30. TSUNODA, S. "Adjustement of photosynthetic structures in three steps of rice evolution". En TSUNODA, S. y TAKAHASHI, N. ed. *Biology of rice*. Japan Scientific Societies Press. Tokio: 1984.
31. TSUNODA, S. y TAKAHASHI, N. *Biology of rice*. Japan Scientific Societies Press. Tokio: 1984.
32. WAIDE, R. B. et al. "The relationship between productivity and species richness". En *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 30, 1999, pp. 257-300.
33. WHITE, P. T. *Rice, the essential harvest*. National Geographic, 1994.
34. WOLFE, M. S. "The current status and prospects of multilane cultivars and variety mixtures for disease resistance". En *Annu. Rev. Phytopathol.*, 23, 1985, pp. 251-273.

FONDOS DOCUMENTALES

1. *Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores (ASAJA)*. Abril, 2001. Julio-agosto: 2002.
2. COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. *La reforma del sector del arroz en la Unión Europea y el acuerdo de la Ronda Uruguay del GATT*. Bruselas: 1995.
3. *Cooperación agraria*, números de la revista 19 y 38.
4. CSIC-IRTA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaria). *Proyecto de la unidad mixta para la obtención de plantas transgénicas de arroz resistentes al taladro (Chilo suppressalis, Walk)*.
5. DARP (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca). Generalitat de Catalunya. *Estadística i conjuntura agrària*. Barcelona: Septiembre-Octubre 1995.
6. FEGA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *El arroz*. Madrid: 1997.
7. G.A.T.T. *Repercusiones para el arroz*.
8. IRTA/EEE (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaria / Estació Experimental de l'Ebre). *Protocolo para la realización de ensayos de valor agronómico de variedades de arroz*.

9. IRTA/INIA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària / Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas). *Informe final del proyecto INIA "Mejora genética del arroz"*.
10. COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. *La reforma del sector del arroz en la Unión Europea y el acuerdo de la Ronda Uruguay*. Bruselas: 1995.
11. *Valencia-Fruits*. Diversos ejemplares del semanario.
12. CATALÀ FORNER, M. M. IRTA/EEE. *Informe Final: "Assaig INSPV 1996, 1997, 1998 i 1999"*.
13. CATALÀ FORNER, M. M. IRTA/EEE. *Informe Final: "Assaig valoració agronómica de varietats d'arròs"* OEVV (Oficina Española de Variedades Vegetales). Campaña 2000 y 2001.
14. SEMILLAS CERTIFICADAS CASTELLS, S.L. *Boletín informativo*, núm. 1. y núm. 4. Deltebre (Tarragona): 2001-2002.
15. AGRO CAJAS - *Boletín al servicio de la agricultura, ganadería y pesca de España en el marco de la UE*. Nº 199. Septiembre de 2002.
16. CATALÀ FORNER, M. M. y TORRES ROYO, A. IRTA/EEE. *Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus Bahía*. Campaña 1997. Enero de 1998.
17. CATALÀ FORNER, M. M. IRTA/EEE. *Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació al delta de l'Ebre de varietats d'arròs de gra tipus Bahía*. Campaña 1998. Febrero de 1999.
18. CATALÀ FORNER, M. M. IRTA/EEE. *Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació de noves varietats de gra tipus Bahía*. Campaña 1999. Febrero de 2000.

- 19.** CATALÀ FORNER, M. M. IRTA/EEE. *Estudi de la tolerància a la salinitat del sòl i l'adaptació de noves varietats de gra llarg B i semillarg al delta de l'Ebre*. Campaña 2000. Diciembre de 2000.
- 20.** MABBET, T. *What's in store for rice*. En *Agribusiness worldwide*, Vol. 15, No.2: 14-19, 1993.
- 21.** *Nature*, número de la revista 406 (2000), pp. 718-722.



ÍNDICE GENERAL

Página

PRÓLOGO 5

CAPÍTULO 1

- ALGUNAS IDEAS PREVIAS -

1. Introducción7
 2. Presentación8
 3. El origen del arroz9
 4. El delta del Ebro 10
 4.1. Situación y superficie 10
 4.2. Características climatológicas..... 11
 5. Generalidades 14
 5.1. Morfología y taxonomía 14
 5.2. Adaptación del arroz a los suelos inundados 15
 5.3. Importancia económica y distribución geográfica 15
 5.4. Comercio 17
 5.5. Mercado mundial del arroz 17
 5.6. Mejora genética 18
 5.7. Requerimientos edafoclimáticos 19
 5.7.1. Clima 19
 5.7.2. Temperatura 19
 5.7.3. Suelo 20
 5.7.4. pH 20
 5.8. Particularidades del cultivo 21
 5.8.1. Preparación del terreno 21
 5.8.2. Siembra 22
 5.8.3. Abonado 24
 5.8.4. Riego 28
 5.8.4.1. Introducción 28
 5.8.4.2. Sistema de riego por flujo continuo 29
 5.8.4.3. Sistema de recuperación del agua de desagüe
 por recirculación 29
 5.8.4.4. Sistema de riego estático 30
 5.8.4.5. Sistema de riego mediante recuperación del agua 30
 5.8.5. Malas hierbas 31
 5.8.6. Control de algas 34
 5.8.7. Recolección y selección mecánica 35
 5.9. Plagas y enfermedades 36
 5.9.1. Plagas 36
 5.9.2. Enfermedades 44
 5.10. Efectos de la humedad en la conservación del arroz cáscara 50
 5.10.1. Introducción..... 50
 5.10.2. Transformación físico-química y del valor nutritivo durante el período de
 almacenamiento 50
 5.10.3. Los índices de deterioro 52
 5.10.4. Los microorganismos 54
 5.10.5. Protección del arroz almacenado frente a los parásitos..... 55
 5.11. La aplicación de nuevas tecnologías 56

CAPÍTULO 2

- IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA ESPECIE -

1. Importancia económica mundial	59
1.1. Introducción	59
1.2. Situación actual de los mercados internacionales	62
1.3. Perspectivas del mercado mundial del arroz	66
2. Importancia económica en el ámbito de la Unión Europea	68
2.1. Producción	68
2.2. Consumo	74
2.3. Balance de abastecimiento de arroz en la Unión Europea	75
2.4. Mercado interno	76
2.5. Perspectivas para el arroz	77
3. Importancia económica del arroz en el estado español	78
3.1. Localización del cultivo del arroz en el estado español	78
3.2. Importancia económica en el estado español	79
3.3. Consumo de arroz en el estado español	85
3.4. Importancia económica del arroz en la Comunidad Valenciana	85
3.5. Importancia económica del arroz en Cataluña	87
3.6. Importancia económica del arroz en Extremadura	91
3.7. Importancia económica del arroz en Andalucía	92
4. Problemática medioambiental asociada al cultivo	99
4.1. Casuística general	99
4.2. Un caso concreto: el delta del Ebro	102
5. Tipos de arroz según el proceso industrial del grano	105
6. Calidades del grano de arroz	106
7. El valor nutritivo del arroz	109
8. Gastronomía del arroz	111

CAPÍTULO 3

- CARACTERÍSTICAS MORFOBOTÁNICAS DE LA *ORYZA SATIVA*, L. -

1. Descripción general botánica del arroz	115
2. Sistemática del arroz	116
3. Variedades del arroz	119
3.1. Definición y características	119
3.2. La búsqueda de nuevas variedades	120
3.3. Clasificaciones de las distintas variedades de arroz	121
3.3.1. Clasificaciones históricas	121
3.3.2. Clasificación moderna	127
4. Morfología y desarrollo de la planta de arroz	127
4.1. La germinación	127
4.2. El sistema vegetativo	129
4.2.1. Las raíces	129
4.2.2. El ahijamiento y los tallos	132
4.2.3. La hoja	134
4.3. Los órganos de la reproducción	135
4.3.1. La panícula	135
4.3.2. La flor o espiguilla	136
4.3.3. Formación y desarrollo de la panícula: la floración y la fecundación	137
4.3.4. La cariósida (fruto) y la espícula (semilla)	140

CAPÍTULO 4

- OBJETIVOS DE LA MEJORA EN ESPAÑA -

1. El comienzo de la mejora en España	143
1.1. Introducción	143
1.2. El auge de las variedades españolas	144
2. Objetivos de la mejora	145
2.1. Introducción	145
2.2. Aumento de la capacidad productiva	145
2.3. Resistencia a las bajas temperaturas	147
2.4. Rápida y adecuada recolección mecanizada	148
2.5. Maduración simultánea de todas las panículas y uniforme de las cariópsides en cada una de ellas	149
2.6. Mejora de las características tecnológicas y comerciales	150
2.7. Aumento del valor biológico	150
3. Variedades de arroz en la Comunidad Valenciana	151
3.1. Introducción	151
3.2. Características de la planta y del grano de algunas variedades de arroz	152
3.3. El ascenso de <i>Leda</i>	154
3.4. El arroz largo	154
3.5. Otras variedades extranjeras	155
3.6. Algunas perspectivas científicas	156
3.7. Conclusiones	157
4. Objetivo específico del Plan de Mejora en el delta del Ebro	158
5. Experimentaciones diversas	158
5.1. Obtención de variedades resistentes a la salinidad del suelo y variedades adaptadas al delta del Ebro	158
5.1.1. Introducción	158
5.1.2. <i>SCREENING</i> varietal sobre la tolerancia a la salinidad	160
5.1.3. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo <i>Bahía</i> . Campaña 1997... 160	
5.1.3.1. Metodología	160
5.1.3.2. Conclusiones	164
5.1.4. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo <i>Bahía</i> . Campaña 1998... 165	
5.1.4.1. Metodología	165
5.1.4.2. Conclusiones	167
5.1.5. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de variedades de arroz de grano tipo <i>Bahía</i> . Campaña 1999... 170	
5.1.5.1. Metodología	170
5.1.5.2. Conclusiones	175
5.1.6. Estudio de la tolerancia a la salinidad del suelo y adaptación en el delta del Ebro de nuevas variedades de arroz de grano largo B y semilargo. Campaña 2000	180
5.1.6.1. Metodología	180
5.1.6.2. Conclusiones	181
5.1.7. Ensayo de susceptibilidad varietal a <i>Pyricularia grisea</i> en la zona del delta del Ebro. Resultados de la campaña 2002	184
5.1.7.1. Objetivos	184
5.1.7.2. Metodología	184
5.1.7.3. Conclusiones	185
5.2. Enfermedades del arroz	186
5.3. Obtención de plantas transgénicas resistentes al <i>Chilo suppressalis</i> , Walk	187

5.4. Obtención del “arroz dorado”	191
5.5. Control del arroz salvaje	193
5.6. Ensayos de variedades en las Marismas del Guadalquivir	195
5.7. Otras posibles líneas de trabajo	199
5.8. Relaciones externas	199
5.9. Mejora genética	199
5.10. Ensayos para el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) ..	200
5.11. El genoma del arroz	200
5.12. Nuevas normas para la comercialización de productos transgénicos	202
5.12.1. Legislación española	202
5.12.2. Legislación comunitaria	204
5.12.2.1. Precedentes legislativos	204
5.12.2.2. Nuevas propuestas legislativas	205

CAPÍTULO 5

- MEJORA VARIETAL EN EL DELTA DEL NILO -

1. Introducción	207
2. Mejora varietal	209
2.1. Introducción	209
2.2. Características más destacadas de las variedades recientemente difundidas ...	212
2.3. Resultados significantes y logros	215
2.4. Desarrollo de otras líneas culturales derivadas	219
2.5. Arroz híbrido	220
2.6. Colaboración internacional en investigación	221
2.7. Pruebas de producción multi-localizadas	222
3. Producción de semillas	223
3.1. Introducción	223
3.2. Semilla certificada	225

CAPÍTULO 6

- MEJORA VARIETAL EN LA PROVINCIA ITALIANA DE VERCELLI -

1. Introducción	227
2. Historia de la mejora genética	227
3. Características de las variedades de arroz italianas	229
3.1. El ciclo de cultivo del arroz	229
3.2. Adaptación a la siembra tardía	232
3.3. Tipo de planta y respuesta a la fertilización	233
3.4. La resistencia al encamado	234
3.5. La resistencia a las enfermedades criptogámicas	236
3.6. La resistencia a los insectos	242
3.7. La resistencia al frío	243
4. Características nutricionales y culinarias de algunas variedades de arroz de Vercelli	246

CAPÍTULO 7**- REGULACIÓN GENÉTICA DE LOS CARACTERES -**

1. Conceptos genéticos	249
1.1. Genotipo y fenotipo	249
1.2. El genotipo y la herencia biológica	250
1.3. La mejora vegetal. Métodos	252
1.4. Haploidía. Diploidía	256
1.5. Mutaciones	257
1.6. Interacción génica	258
1.7. Variabilidad continua de caracteres	259
1.8. Correlación de caracteres debido a la heredabilidad ligada [correlación o ligamiento (<i>linkage</i>)]	260
1.9. Cruzamientos espontáneos	261
2. La relación gen-carácter	262
3. Genética y heredabilidad de los caracteres del arroz	264

CAPÍTULO 8**- ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MEJORA -**

1. Introducción	271
2. Métodos y medios de mejora y selección varietal	272
2.1. La selección masal	272
2.2. La selección individual	272
2.3. Conservación de la pureza por panícula-fila	273
2.4. El cruzamiento, la mutagénesis y el cultivo de anteras <i>in vitro</i>	274
2.4.1. El cruzamiento	274
2.4.2. La mutagénesis	275
2.4.3. El cultivo de anteras <i>in vitro</i>	276
2.5. La selección genética: métodos	277
2.5.1. Introducción	277
2.5.2. La selección genealógica	277
2.5.3. La selección genealógica masal	278
2.5.4. El método de la selección por agrupamientos	278

CAPÍTULO 9**- METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE CRUZAMIENTOS -**

1. El cruzamiento	279
2. Otras modalidades de cruzamientos	281

CAPÍTULO 10

- MEJORA GENÉTICA DEL ARROZ -

1. Objetivo y variedades	283
2. Plan de trabajo y calendario	287
3. Mejora genética de la variedad <i>Bomba</i>	288
4. Tendencias de la producción europea	289

CAPÍTULO 11

**- LA ADAPTABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE LA VARIEDAD SELECCIONADA
(MEJORA CONSERVADORA) -**

1. La adaptabilidad de las variedades	291
2. La conservación de la variedad seleccionada	292
3. La mejora conservadora del arroz por las empresas especializadas	294
3.1. La influencia ambiental	294
3.2. La conservación de las variedades	296

CAPÍTULO 12

- LA PRODUCCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS -

1. La producción de semillas, certificación y registro de las variedades	301
2. Normas para la producción de las semillas	309
3. La biotecnología y las empresas productoras de semillas	312
4. La protección de las nuevas variedades de arroz	313
5. Limitaciones en el derecho a la información	315

ANEXOS

ANEXO I. Ensayo para la mejora genética del arroz	319
ANEXO II. Modelo de hoja de campo	331
ANEXO III. Recursos genéticos del arroz en Europa	333
ANEXO IV. Evaluación en campo de la resistencia de variedades transgénicas mediterráneas de arroz (<i>Oryza sativa</i> , L.) tipo Japónica, variedades <i>Senia</i> y <i>Ariete</i> , frente al taladro o barrenador del arroz (<i>Chilo suppressalis</i> , W.)	335
ANEXO V. Evaluación del flujo genético entre plantas transgénicas de arroz y arroz salvaje y plantas no transgénicas de la misma variedad. Estudio del comportamiento agronómico	339
ANEXO VI. Evaluación agronómica de variedades de arroz para el registro del INSPV ...	341
ANEXO VII. La búsqueda de nuevas variedades de arroz	347
ANEXO VIII. Diversidad genética y control de enfermedades en el arroz	365
ANEXO IX. Legislación	371
ANEXO X. Reportaje fotográfico	433
BIBLIOGRAFÍA	439
FONDOS DOCUMENTALES	443

	<u>Página</u>
ÍNDICE GENERAL	447
ÍNDICE DE TABLAS	455
ÍNDICE DE FIGURAS	461



ÍNDICE DE TABLAS

- CAPÍTULO 1 -

	<u>Página</u>
Tabla 1.1. Producción y rendimiento del arroz a nivel mundial	16
Tabla 1.2. Métodos de siembra del arroz según el tipo de cultivo	22
Tabla 1.3. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra dicotiledóneas	32
Tabla 1.4. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra <i>Ciperáceas</i>	32
Tabla 1.5. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra <i>Alistamaceas</i>	33
Tabla 1.6. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra <i>Echinochloa</i>	34
Tabla 1.7. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra "pudenta" o chinche del arrozal	40
Tabla 1.8. Materias activas, dosis y presentación de productos para la lucha contra el hongo <i>Pyricularia oryzae</i>	45

- CAPÍTULO 2 -

Tabla 2.1. Evolución de la superficie, producción y rendimiento de arroz a nivel mundial (FAO, 1989 y 1994)	65
Tabla 2.2. Producción mundial de arroz por países (millones de toneladas de arroz en cáscara)	66
Tabla 2.3. Producción mundial de arroz por continentes en el año 2000	66
Tabla 2.4. Perspectivas de los países productores de arroz más importantes	68
Tabla 2.5. Producción de arroz Japónica (pág. 6 de la Comisión de la UE)	69
Tabla 2.6. Producción de arroz Índica (pág. 6 de la Comisión de la UE)	70
Tabla 2.7. Producción total de arroz en la Unión Europea	70
Tabla 2.8. Superficie europea dedicada al arroz por estados miembros y según variedades (en hectáreas, promedio de 1990-1994)	71

	<u>Página</u>
Tabla 2.9. Superficie europea dedicada al arroz por estados miembros y según variedades (en hectáreas, campaña 1997-98)	71
Tabla 2.10. Consumo de las subespecies de arroz Japónica e Índica en la Unión Europea (1994)(pág. 7 de la Comisión de la UE)	75
Tabla 2.11. Balance de abastecimiento de la Unión Europea (1.000 Tm, equivalente de arroz blanco)(pág. 9 de la Comisión de la UE)	76
Tabla 2.12. Superficies cultivadas de arroz (en hectáreas) en las distintas comunidades autónomas del estado español de 1991 a 1997.....	81
Tabla 2.13. Superficies cultivadas de arroz (en hectáreas) en las distintas comunidades autónomas del estado español de 1999 a 2002	82
Tabla 2.14. Superficie, producción y rendimiento del arroz en España en el año 2001	84
Tabla 2.15. Superficies cultivadas y tipos de arroz producidos en las distintas comunidades autónomas	84
Tabla 2.16. Consumo total de arroz en España	85
Tabla 2.17. Consumo de arroz por cápita en España (kg)	85
Tabla 2.18. Consumo de arroz en algunas zonas españolas	85
Tabla 2.19. Valor de la producción de arroz y su importancia relativa respecto a la producción final agraria	86
Tabla 2.20. Superficie de cultivo y producción de arroz en la Comunidad Valenciana	86
Tabla 2.21. Precios (pta/kg) de arroz en cáscara redondo percibidos por el agricultor en Cataluña en el periodo 1993/2002.....	88
Tabla 2.22. Superficies (Ha) y producciones de arroz en cáscara (Tm) en las provincias catalanas desde el año 1990 al 2002	88
Tabla 2.23. Destino de la producción de grano en las explotaciones productoras catalanas. Año 1999	89
Tabla 2.24. Producción de arroz en Sevilla, Andalucía y España de 1998 a 2001	93
Tabla 2.25. Superficie de cultivo del arroz en Sevilla, Andalucía y España de 1998 a 2001	93
Tabla 2.26. Datos generales de la campaña 2002	95
Tabla 2.27. Superficie sembrada de distintas variedades de arroz (año 2002)	96
Tabla 2.28. Rendimiento medio de algunas variedades de arroz	97
Tabla 2.29. Datos generales sobre variedades de grano largo (año 2002)	98
Tabla 2.30. Datos generales sobre variedades de grano redondo (año 2002)	98

	<u>Página</u>
Tabla 2.31. Clasificación de variedades de arroz según la transparencia de su grano	108
Tabla 2.32. Cuadro comparativo de nutrientes en granos por cada 100 gramos	110

- CAPÍTULO 3 -

Tabla 3.1. Comparación de las características de los cultivos de arroz (OKA, 1988 y TAKAHASHI, 1984)	118
Tabla 3.2. Las especies y el número de cromosomas en el género <i>Oryza</i> (Chandraratna, 1964)	119

- CAPÍTULO 4 -

Tabla 4.1. Características de altura y tipo de grano de algunas variedades de arroz	152
Tabla 4.2. Reducción del rendimiento de la cosecha en función de la salinidad del suelo	159

- CAPÍTULO 5 -

Tabla 5.1. Tendencia del crecimiento de la superficie, producción y productividad del arroz en Egipto durante 1984-2000	209
Tabla 5.2. Variedades de alto rendimiento desarrolladas y iniciado su cultivo durante 1995-1997	211
Tabla 5.3. Volumen de los nuevos cruzamientos y aumento de poblaciones F1 y F2 durante 1987-2000	216
Tabla 5.4. Volumen de semillero "pedigree" evaluado en Sakha (suelos normales) y Sirw (suelos salinos), 1987-2000	217
Tabla 5.5. Los mejores registros seleccionados bajo condiciones de sequía, Sakha 2000	218
Tabla 5.6. Las mejores variedades tolerantes a las elevadas temperaturas de Sakha y New Valey, 2000	218
Tabla 5.7. Las mejores variedades de arroz aromático – 2000	219
Tabla 5.8. Comportamiento del rendimiento de las líneas seleccionadas AC en suelo normal – 2000	219
Tabla 5.9. Las mejores combinaciones de híbridos (HC), 2000	220
Tabla 5.10. Realización de diversas pruebas de evaluación durante el período 1987-2000	222

	<u>Página</u>
Tabla 5.11. Media de la producción y características auxiliares de las variedades mejoradas en comparación con las variedades tradicionales	223
Tabla 5.12. Área dedicada a la producción de semilla de variedades comerciales (1996-2000)	225
Tabla 5.13. Superficies asignadas para la producción de semilla base y registrada	225
Tabla 5.14. Producción y distribución de semilla certificada por variedad	226

- CAPÍTULO 6 -

Tabla 6.1. Ciclo medio de cultivo de las variedades italianas	231
Tabla 6.2. Variedades idóneas para la siembra tardía y fecha medio-máxima posible	232
Tabla 6.3. Resistencia al encamado de las variedades de arroz italianas	236
Tabla 6.4. Resistencia del arroz a las principales enfermedades y situaciones desfavorables	240
Tabla 6.5. Variedades con una gran resistencia al frío y a las situaciones desfavorables durante la germinación y desarrollo de la planta embrionaria ...	245

- CAPÍTULO 7 -

Tabla 7.1. Símbolos genéticos del arroz (I)(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)	264
Tabla 7.2. Símbolos genéticos del arroz (II)(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)	265
Tabla 7.3. Símbolos genéticos del arroz (III)(IRC, 1959; Chang y Jodon, 1963)	266

- CAPÍTULO 10 -

Tabla 10.1. Superficies, producciones y rendimientos del arroz-cáscara en Europa (campañas 2002/03 y 2003/04)	290
---	-----

- CAPÍTULO 12 -

Tabla 12.1. Relación de diferentes tipos de variedades de arroz con su número de registro y código de conservador	302
---	-----

- ANEXO I -

Tabla I.1. Resultado de 10 líneas avanzadas procedentes del Departamento del Arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1993	324
Tabla I.2. Resultado de 10 líneas avanzadas procedentes del Departamento del Arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1994	325

	<u>Página</u>
Tabla I.3. Resultado de 11 líneas avanzadas procedentes del Departamento del Arroz en Sueca. IRTA/EEE, Amposta, 1995	326
Tabla I.4. Resultado de 6 líneas avanzadas procedentes de la selección realizada en el IRTA/EEE, Amposta, 1995	327
Tabla I.5. Resultado de 13 líneas avanzadas procedentes de la selección realizada en el IRTA/EEE, Amposta, 1996	328

- ANEXO II -

Tabla II.1. Hoja de campo (IRTA/EEE)	331
--	-----

- ANEXO III -

Tabla III.1. Porcentaje de tallos atacados, valoración aplicada y porcentaje de variedades con cada valoración (IRTA/EEE)	333
---	-----

- ANEXO IV -

Tabla IV.1. Número de plantas por m ² con tallos muertos y dañados producidos por el taladro <i>Chilo suppressalis</i> a los 74 y 99 días después de la siembra. IRTA	336
Tabla IV.2. Número de plantas por m ² con tallos muertos y dañados producidos por el taladro <i>Chilo suppressalis</i> en la maduración. IRTA	337
Tabla IV.3. Resultados del ensayo de producción de la variedad <i>Senia</i> . IRTA	337

- ANEXO V -

Tabla V.1. Número de espigas y altura de una muestra de arroz salvaje, plantas transgénicas y no transgénicas. IRTA	340
---	-----



ÍNDICE DE FIGURAS

Página

- CAPÍTULO 1 -

Figura 1.1. Comarcas del “Baix Ebre” y “Montsià”	12
--	----

- CAPÍTULO 2 -

Figura 2.1. Clasificación de variedades por superficie sembrada en la provincia de Sevilla (año 2002)	95
Figura 2.2. Clasificación por rendimiento medio de algunas variedades de arroz en la provincia de Sevilla (año 2002)	96
Figura 2.3. Producción por tipo de grano en la provincia de Sevilla durante el año 2002	97
Figura 2.4. Rendimiento según tipo de grano obtenido en la provincia de Sevilla (año 2002)	99

- CAPÍTULO 3 -

Figura 3.1. La raíz de una planta de arroz	130
Figura 3.2. El tallo de una planta de arroz	132
Figura 3.3. La flor o espiguilla del arroz	136

- CAPÍTULO 7 -

Figura 7.1. Cruzamiento de genotipos	254
--	-----



ANEXO VIII

Figura VIII.1. Ensayo sobre la distribución en el campo de distintas variedades de arroz	367
--	-----

Este libro
se ha terminado de imprimir
el día 23 de abril de 2004,
"Día del Libro",
en los talleres de Copy-rapid de Tortosa