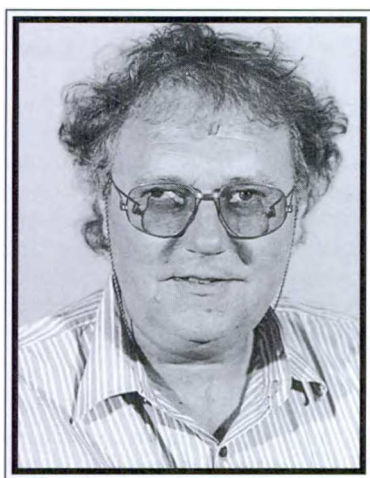


Capítulo 12

Selección Recurrente en Arroz en Africa y Madagascar: Estado Actual y Progreso



Marc Chatel

Marc Chatel¹ y Elcio P. Guimarães²

¹Investigador del Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles (CIRAD-CA), quien trabaja en el Programa de Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apdo. Aéreo 6713, Cali Colombia; ²Investigador del Programa de Arroz del CIAT (actualmente en EMBRAPA-CNPAP, Brasil)

Contenido

Introducción

Selección Recurrente en Costa de Marfil

Resistencia estable y duradera a piricularia

Resistencia a RYMV

Selección Recurrente en Madagascar

Población local latsidahy

Desarrollo de poblaciones

Selección Recurrente en Mali

Desarrollo de la población

Mejoramiento de poblaciones y extracción de líneas

Resumen del Germoplasma Africano y de Madagascar

Acervos genéticos

Poblaciones

Poblaciones mejoradas

Agradecimientos

Referencias

Introducción

Con raras excepciones, mediante el mejoramiento genético se ha logrado obtener ganancias significativas para las más variadas características en los más distintos cultivos. Sin embargo, esos avances se han logrado a expensas de una reducción en la diversidad de los genes presentes en los acervos genéticos de los cultivos, debido a que solamente una fracción muy pequeña de ellos se selecciona para participar en las variedades que son liberadas para los agricultores. Por lo tanto, es fundada la advertencia de los fitomejoradores que hoy día informan sobre la uniformidad o falta de diversidad genética en muchos de los cultivos básicos de la humanidad, y sobresaltan los problemas que eso puede acarrear en el futuro.

En el cultivo del arroz, varios investigadores en diferentes partes del mundo informan sobre la reducida base genética de las variedades comerciales; algunos ejemplos encontrados en la literatura son los de Cuevas-Pérez et al. (1992) en América Latina, Dilday (1990) en los Estados Unidos de América, y Kaneda (1985) en Japón.

Hay muchas alternativas para incrementar la variabilidad y, a la vez, seguir mejorando las características agronómicas de interés, en las poblaciones segregantes de arroz. Este documento concentrará la atención en describir la utilización de la selección recurrente como alternativa para mejorar el cultivo en África y Madagascar, y el progreso observado en su uso en estos lugares.

En arroz, al igual que en otros cultivos, la mayoría de las características de interés agronómico son de naturaleza compleja y están controladas por un gran número de genes. Para el mejoramiento de esas características se han utilizado métodos tradicionales (pedigrí y masal

modificado), los cuales han presentado significativo progreso en algunos casos, pero limitadas ganancias en otros. Recientemente, el método de mejoramiento de poblaciones ha recibido más énfasis en el cultivo del arroz, y los resultados iniciales han sido estimulantes.

Los métodos tradicionales, aunque muchas veces recurren a líneas mejoradas por el propio programa como fuentes de progenitores para los cruzamientos de los años siguientes, no lo hacen de manera estructurada y continua. Una de las consecuencias de esa estrategia es que no capitalizan totalmente el progreso alcanzado en las etapas anteriores, y reducen la diversidad genética al concentrarse en algunos progenitores de alto potencial.

La selección recurrente es un método que, además de incrementar gradualmente la frecuencia génica para aquellos caracteres que se están seleccionando, posibilita la combinación de numerosos progenitores distantes genéticamente en las poblaciones utilizadas como base. En ese caso se empieza con un proceso de evaluación, selección y recombinación, el cual dará como resultado mejores poblaciones; de éstas se extraerán las líneas mejoradas. Por su naturaleza, la selección recurrente es un proceso que produce ganancias genéticas pequeñas pero continuas, y su efecto significativo se observa a mediano y largo plazos.

El CIRAD-CA ha estado involucrado en la utilización de ese método desde 1984, cuando aún la institución se denominaba IRAT. Las primeras experiencias ocurrieron con el desarrollo del proyecto colaborativo entre el IRAT y el Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), que pertenece a la Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Se produjeron varias poblaciones para los ecosistemas de secano, secano favorecido y riego, y en todas ellas se utilizó el gen de androesterilidad inducido por Singh e Ikehashi (1981) en la variedad IR36.

Las principales combinaciones creadas fueron: a) japónica tropical para secano, b) indica tropical para tierras bajas inundables, y c) japónica templada para riego. Las características buscadas fueron: a) resistencia a *Piricularia grisea* Sacc., b) tolerancia a la sequía, c) calidad del grano, y d) potencial de rendimiento.

Basado en eso, el CIRAD-CA, en colaboración con los programas nacionales de arroz para Africa y Madagascar, empezó a utilizar la selección recurrente como una nueva manera para desarrollar materiales mejorados, en adición a los métodos convencionales. Las características escogidas para la utilización del método fueron: resistencia a piricularia y al virus del moteado amarillo del arroz (RYMV), para el ecosistema de tierras bajas con inundación; tolerancia a períodos alternados de sequía e inundación en áreas bajas de pantano y resistencia a *Pseudomonas fuscovaginae* y a temperaturas bajas en condiciones de altitudes en los trópicos.

A continuación se describe la forma como algunos de esos germoplasmas se están utilizando en Africa (Costa de Marfil y Malí) y en Madagascar, bien sea directamente o como base para la formación de nuevas poblaciones, con el fin de resolver problemas bióticos y abióticos del arroz en esa parte del globo. Se presentarán los resultados iniciales que el CIRAD-CA y sus colaboradores en los programas nacionales obtuvieron en la ejecución de esa estrategia durante el período 1992 -1994.

Selección Recurrente en Costa de Marfil

Resistencia estable y duradera a piricularia

En Africa occidental, la piricularia es un problema muy importante, y el desarrollo de líneas con resistencia a la enfermedad continúa siendo prioritario. En Costa de Marfil, la difusión de nuevas variedades es un proceso muy lento y sin buen control; por eso, estrategias como la sustitución de los materiales tradicionales por variedades o multilíneas que permitan manejar la enfermedad, no se pueden utilizar eficientemente. Considerando esta situación, el mejoramiento se debe enfocar hacia el desarrollo de materiales con resistencia estable y duradera para resolver el problema.

Según Vales (1994), para que la resistencia a piricularia sea estable y duradera debe ser: general, en lo que se refiere al espectro de razas fisiológicas del hongo; controlada por varios genes; parcial (toda resistencia completa es específica para una o algunas razas del patógeno); y estable, en relación con las diferentes condiciones ambientales de Costa de Marfil (localidades y manejo agronómico).

Este trabajo empezó en 1986 como un proyecto colaborativo entre el CIRAD-CA y el Institut des Savanes, Côte d'Ivoire (IDESSA). El objetivo principal es el desarrollo de resistencia estable y duradera a piricularia.

Desarrollo de poblaciones. La primera población desarrollada para Costa de Marfil fue IDSA-IRAT 1, en un trabajo que tenía por objetivo obtener resistencia a piricularia. Para el efecto, se usó como base el acervo genético CNA-IRAT 5 que se había introducido de Brasil, y el cual se

sometió a presión de la enfermedad en condiciones controladas, utilizando la raza CI 69 (Vales, 1992d). La selección de la fuente del patógeno utilizada se basó en su virulencia, o sea, en su capacidad para romper la resistencia específica presente en el germoplasma introducido.

Utilizando la IDSA-IRAT 1 como fuente, en un trabajo de selección recurrente para tipo de grano se originó la IDSA-IRAT 8, después de dos ciclos de selección; ésta es una población del tipo japónica y con buena calidad de grano.

Mejoramiento de la población IDSA-IRAT 8 para resistencia a piricularia. El mejoramiento de la población IDSA-IRAT 8 se ha basado en tres estrategias mencionadas por Vales (1989, 1991, 1992a, 1992b y 1992d). A continuación se buscará hacer un resumen de esas alternativas.

La primera está basada en familias de medios hermanos. La siembra del material se hace en bandejas de plástico, bajo condiciones de invernadero, donde se efectúan las inoculaciones y la selección de las plantas resistentes. El material seleccionado se trasplanta, y las semillas producidas por las plantas androestériles se cosechan para iniciar un nuevo ciclo. Esa alternativa, utilizando siembras en la época normal y fuera de ella, permite que se completen dos ciclos de recurrencia cada año.

La segunda alternativa también utiliza familias de medios hermanos. En condiciones de campo, utilizando esparcidores inoculados con la raza seleccionada de piricularia, se seleccionan las mejores plantas fértiles respecto a su resistencia a la enfermedad en las hojas y en el cuello de la panícula. Las progenies de esas plantas se siembran para cosechar las semillas producidas en las plantas

androestériles, o sea, semillas que tienen recombinaciones. En este caso, cada ciclo requiere dos siembras, o sea, que cada año se completa un ciclo.

La tercera estrategia tiene como unidad de trabajo las familias S_1 . De manera similar a la alternativa anterior, en el campo los materiales se exponen a presión de la enfermedad que se origina en un esparcidor inoculado con una raza específica de piricularia. Se cosechan las mejores plantas fértiles, y sus progenies se siembran en el próximo semestre. Todas las semillas originarias de plantas androestériles son cosechadas y sembradas nuevamente para escoger, en esta vez, solamente las plantas fértiles. Con esta estrategia cada ciclo se completa en 2 años.

En el periodo de cultivo de 1993 se sembraron, en bandejas de plástico, 3000 semillas cosechadas en plantas androestériles de la población IDSA-IRAT 8. Las plántulas se inocularon fumigándolas con la raza CI 69 de piricularia. Más de 1000 plantas resistentes se trasplantaron a condiciones controladas. Se cosecharon 450 plantas fértiles, mientras que las androestériles se cosecharon en forma masal. En las plantas resistentes se seleccionaron 150 plantas S_1 , sobre la base del tipo de grano. Parte de estas semillas se almacenó.

Aún en 1993, las plantas fértiles seleccionadas en la población IDSA-IRAT 8 (150 S_1) se evaluaron en condiciones de campo en las localidades de Bouaké, Ferké y Man. Entonces se seleccionaron 50 líneas S_2 , teniendo como criterio sus reacciones a piricularia y su comportamiento agronómico. En 1994 se recombinaron las 50 líneas S_2 , seleccionadas en la siembra del campo del año anterior, con las progenies de las plantas

androestériles seleccionadas en las bandejas en ese mismo año (1993).

Para iniciar el próximo ciclo de selección recurrente se evaluaron, para piricularia en las hojas, 150 familias de medios hermanos que se originaron en la recombinación de cada una de las 50 familias S_2 con tres plantas androestériles. Eso se hizo en bandejas con inoculación artificial con la raza CI 69. Las plantas resistentes de las mejores progenies de donde fueron seleccionadas las mejores 150 plantas fértiles se trasplantaron al campo. Las semillas cosechadas en las plantas androestériles se utilizarán para la próxima recombinación.

Resistencia a RYMV

El proyecto colaborativo entre el CIRAD-CA, IDESSA y WARDA (West Africa Rice Development Association) para el desarrollo de germoplasma resistente al RYMV empezó en 1992 (Vales, 1992). Esa virosis es una enfermedad importante en Africa del Oeste, especialmente en Costa del Marfil, donde los cultivos de arroz en tierras bajas han dejado de producir a causa de la enfermedad. En el IDESSA, el programa que trabaja con el RYMV está enfocado hacia estudios epidemiológicos y de resistencia genética, buscando la creación de variedades resistentes.

Desarrollo de poblaciones. La población indica-japónica IDSA-IRAT 10 se derivó de la IDSA-IRAT 8 por la introducción de un 50% de genes provenientes de 20 líneas indicas y japónicas escogidas para ese objetivo. Las líneas fueron: MANA 1, 55-55, Alicombo, BG90-2, Bouaké 189, Ceysvoni, TOx 1011-4-1, Abongoua 88, Chokoto, Fossa Man 2, IDSA 11, IDSA 6, IDSA 85, IRAT 247, LAC 23, Khao Dawk Mali 105, Tangara, IRAT 112, IRAT 115 y Moroberekan (Vales et al., 1994).

También se desarrolló la población indica-japónica IDSA-IRAT 12, la cual fue derivada de la población IDSA-IRAT 1 mediante la introducción de nuevas líneas japónica e indica identificadas como fuentes de resistencia al RYMV. Las líneas fueron: Koto Ouro S5, TOx 3100-37-3-3-2, Super IRAT 216, Dioukeme, Progreso, TOx 3052-46-E2-2-2-4-3, TOx 3058-28-1-1, TOx 3211-14-1-2-1-2, TOx 3226-5-2-2-2, TOx 3233-31-6-2-1-2, TOx 3440-16-3-3-2-2-3, TOx 3440-171-1-1-1-1, TOx 3440-176-1-2-1 y TOx 3553-36-2-2-2 (Vales et al., 1994).

El método utilizado para la introducción de esta nueva variabilidad y la creación de las poblaciones IDSA-IRAT 10 y 12 fue el empleo de las poblaciones base como fuentes de androesterilidad. Cada línea se cruzó con plantas androestériles de la población IDSA-IRAT 1 e IDSA-IRAT 8, respectivamente.

Selección Recurrente en Madagascar

Con más de una tercera parte del área cultivada en Madagascar, el arroz es el alimento básico del pueblo malgache; el consumo diario es de cerca de 0.4 kg por persona. La mitad de la producción de arroz proviene de la región central elevada, con una altitud superior a 1000 m.s.n.m.

Un proyecto de mejoramiento colaborativo entre CIRAD-CA y FOFIFA (International Center for Applied Research in Rural Development) empezó en 1987 con el objetivo de mejorar el arroz de riego japónica para altitudes elevadas (1800 m.s.n.m), tolerancia a temperaturas bajas y resistencia a *Pseudomonas fuscovaginae*. Respecto al arroz de secano japónica, el mejoramiento se concentra también

en plantas adaptadas a elevadas altitudes (1500 m.s.n.m.), temperaturas bajas y resistencia a piricularia. El uso de selección recurrente para contrarrestar esos problemas empezó en 1988 (Enjalbert, 1993).

Población local latsidahy

La población latsidahy se considera como una población local que los agricultores siembran normalmente, y que presenta un alto grado de polimorfismo y buena estabilidad de rendimiento. Esto es un muy buen ejemplo de la utilización no consciente de la selección recurrente masal, hecha por los agricultores de Vinoninony.

La variabilidad presente en esa población se debe a que en altitudes elevadas, las temperaturas bajas causan problemas en la reproducción (principalmente relacionados con anormalidad en el grano de polen); eso conduce a una elevada tasa de alogamia. Características florales adaptativas para incrementar la fertilidad pueden ser las relacionadas con mejores y más largas exposiciones de los estigmas al polen, y con una mayor producción del mismo. La aplicación de esos mecanismos puede ser la estrategia para desarrollar una población con alta tasa de fertilidad (Enjalbert, 1994).

Desarrollo de poblaciones

El germoplasma local y el introducido se evaluaron intensamente, y sobre esta base se creó un acervo genético para cada ecosistema, mediante cruces y retrocruces de plantas androestériles del acervo genético japonico CNA-IRAT 1/0/2 con: a) 13 líneas adaptadas al riego bajo condiciones de altitud (Latsidahy, Latsibavy,

Tokambana, Mitsangana, Rojofotsy Vinaninony, IBPGR 115, IBPGR 118, IBPGR 138/2, IBPGR 141/4, AS37, AS40, AS39 y AS92) y b) 11 líneas adaptadas al secano de altitud (IAC 25, Latsidahy, Latsibavy, FOFIFA 62, FOFIFA 116, Daniela, Shin Ei, Rikuto Norin 15, Guarani, F4 C 58-L10 y Pratao Precoce). Esos nuevos acervos genéticos fueron nombrados MD1 y MD2.

Mejoramiento y extracción de líneas del acervo genético MD 1.

Tolerancia al frío y a *Pseudomonas fuscovaginae* son las dos características básicas consideradas para la selección en altitudes elevadas en los trópicos. Sin embargo, las extremadas variaciones de las condiciones ambientales en la región tienen un papel importante en la decisión de cómo seleccionar los materiales. Para resolver el problema se pusieron en ejecución dos estrategias, la primera de las cuales se refiere a evaluaciones multilocales; otra consiste en la determinación precisa del periodo de máxima susceptibilidad y de las condiciones asociadas con el estrés.

En Vinaninony se seleccionaron 121 plantas fértiles del acervo genético MD1/0/3 en 1993, y sus semillas se mezclaron en igual proporción. La recombinación se realizó en la estación experimental Mahitsy, fuera del periodo normal de cultivo. Se cosecharon las semillas recombinadas que se produjeron en 773 plantas androestériles de la población seleccionada MD1/1/0, y se mezclaron en igual proporción para originar la población MD1/1/1 que se sembrará en Vinaninony en 1995 (Enjalbert, 1993).

El desarrollo de líneas para condiciones tropicales de altitud presenta los mismos problemas mencionados antes. El germoplasma utilizado fue el acervo genético MD1/0/3, y el sitio principal de selección fue Vinaninony; sin embargo,

debido a problemas logísticos, durante el cultivo de 1992 se reemplazó ese sitio por Soanindraniny.

En 1992, 1993 y 1994 se seleccionaron, en el acervo genético MD1/0/3, plantas con buen nivel de fertilidad en las espiguillas, y resistentes a *Pseudomonas fuscovaginae*, con el objetivo de desarrollar líneas. En 1992 se seleccionaron en Soanindraniny 179 plantas S_0 fértiles. En 1993, el acervo genético y las líneas S_1 (163 de las 179 seleccionadas) se sembraron en Vinaninony. En ambos grupos se aplicó selección, y se escogieron 121 plantas S_0 en el primer caso y 38 líneas S_1 en el segundo. Durante el período de cultivo de 1994, el acervo genético MD1/0/3 se sembró por tercera vez y nuevamente se seleccionaron plantas S_0 fértiles (225 plantas y 55 poblaciones masales). Para continuar el proceso de desarrollo de líneas, se sembraron 15 líneas S_2 de las 38 seleccionadas, y de esas se escogieron nueve; de las 121 líneas S_1 derivadas en 1993, se seleccionaron 30. Por lo tanto, para 1995 hay nueve S_3 , 13 S_2 y 280 S_1 derivadas del acervo genético MD1/0/3, según informes de Enjalbert (1993 y 1994).

Además del mejoramiento poblacional y de la obtención de líneas fijas se decidió hacer un estudio sobre el comportamiento agronómico del acervo MD1/0/3 y de la población MD1/1/0 Vin 93 (población masal). Esta última se originó de la cosecha masal de las semillas restantes del acervo genético MD1/0/3 después de la selección de 1993 en Vinaninony.

Para comparar el comportamiento de esos dos germoplasmas se sembró un ensayo con surcos y con espacios entre plantas de 20 x 20 y 40 x 40 cm. Los resultados indicaron que, independientemente del espaciamiento, la población estuvo un poco mejor que el acervo genético

al presentar más elevada capacidad de macollamiento, precocidad y tolerancia a *P. fuscovaginae*. La explicación para esa diferencia puede estar en el efecto del ciclo de selección natural que sufrió la población MD1/1/0 Vin 93 masal.

El mayor espaciamiento entre las plantas produjo, en promedio, un retraso de 4 días en la floración, e incrementó 1.5 veces el rango de la misma. Eso se puede deber al incremento en la capacidad de macollar de la población, lo que también puede explicar el incremento en la susceptibilidad del material. Por lo tanto, se pueden recomendar las condiciones frías que presenta Vinaninony, y el espaciamiento de 20 a 30 cm (Enjalbert, 1994).

Mejoramiento y extracción de líneas del acervo genético MD2.

Actualmente están disponibles los ciclos primero (MD2/0/1), segundo (MD2/0/2) y tercero (MD2/0/3) de recombinación del acervo genético MD2. En 1994 se seleccionaron líneas S_1 en el acervo genético MD2/0/2, y las semillas remanentes se recombinaron para producir la población mejorada. Sin embargo, debido a que se seleccionaron pocas líneas S_1 (44), se decidió evaluar nuevamente y volver a seleccionar plantas en parcelas mayores, de cada una de las 44 progenies S_1 de la semilla remanente. Los genotipos para recombinar, con el propósito de desarrollar la población mejorada, saldrían de esos materiales (Enjalbert, 1994).

En 1993 y 1994 se seleccionaron plantas con buena fertilidad de las espiguillas y resistencia a piricularia en los acervos genéticos MD2/0/2 y MD2/0/3, las cuales siguen bajo evaluación.

En 1993 se seleccionaron 393 plantas S_0 fértiles en el MD2/0/2, las cuales se evaluaron en 1994, cuando

se escogieron 44 líneas S_1 . Para estudiar las correlaciones entre las generaciones se evaluaron 100 S_1 ; 30 de ellas se tomaron de las 44 S_1 seleccionadas en 1993 y las 70 restantes se colectaron al azar entre las 369 plantas iniciales. Se utilizó un índice balanceado para los diferentes componentes del rendimiento.

Las correlaciones entre S_0 y S_1 fueron de 0.07 para producción de granos, 0.15 para fertilidad y 0.66 para el peso de 100 granos, de donde se concluyó que la selección en S_0 puede ser efectiva para el peso de los granos pero no para los demás componentes analizados.

En este acervo genético se seleccionó una línea de arroz aromática. Una progenie S_1 en particular, nombrada 'L 54', presentó 25% de plantas con aroma; un aroma diferente de aquel presentado por la variedad Basmati y un sabor similar a nueces tostadas. Aunque la línea posee bajo potencial, fue escogida y en ella se seleccionaron 21 plantas con aroma, las cuales se mezclaron en igual proporción. De cada planta se almacenaron semillas remanentes.

Utilizando el MD2/0/3, en 1994 se seleccionaron 127 plantas S_0 . Para la evaluación del potencial del acervo genético después de haber completado tres ciclos de recombinación sin selección, se escogieron 100 familias de hermanos medios, 30 de ellos por su buen comportamiento en la Estación Experimental de Mahitsy (sitio de recombinación) y 70 se cosecharon al azar. La variabilidad entre y dentro de las líneas fue similar y relativamente baja para el tipo de grano y de planta. La selección, utilizando las familias de hermanos medios, no fue muy eficiente porque se identificaron muy pocas plantas con buen tipo, y también porque hubo alta susceptibilidad a piricularia. Se seleccionaron solamente 20 plantas.

En general, en el acervo genético MD2 predominó el tipo de riego, probablemente debido a un desvío cuando se recombino la población bajo condiciones de riego en Mahitsy. Comparando con la selección hecha en el MD2/0/2, los resultados obtenidos con el tercer ciclo de recombinación MD2/0/3 fueron decepcionantes. Parece que el tercer ciclo tuvo una influencia desastrosa en el comportamiento del acervo genético, llevando al germoplasma hacia el tipo de planta de riego, e incrementando la susceptibilidad a la piricularia (Enjalbert, 1994).

Teniendo un acervo genético sesgado hacia plantas del tipo riego y susceptibles a piricularia, se decidió hacer un ajuste a esa base genética mediante la introducción de 11 líneas japónicas de secano, desarrolladas por el programa de mejoramiento tradicional para altitud (Enjalbert, 1994).

Selección Recurrente en Mali

En la región intertropical hay numerosas áreas bajas inundadas (pequeñas zonas de convergencia del agua), que son aptas para la agricultura. En Africa, ellas representan alrededor de 1 millón de km^2 y están muy poco exploradas. Las principales maneras de desarrollar esas áreas son la diversificación en los sistemas de cultivo y el manejo del agua (CIRAD, 1994).

En 1986, el CIRAD-CA y el IER (Institut d'Economie Rurale) empezaron un proyecto de investigación en Malí, con el propósito de mejorar la exploración de esos ecosistemas. Uno de los objetivos del proyecto fue el desarrollo de líneas de arroz tolerantes a periodos alternados de sumersión y sequía, combinados

con la resistencia al RYMV. El programa comenzó en 1989 con objetivos a varios plazos: corto, mediano y largo (Ahmadi et al., 1994). El objetivo a corto plazo fue identificar el mejor germoplasma de arroz disponible que combinara buen vigor inicial, tolerancia a la sumersión, resistencia a piricularia, precocidad, buena calidad de grano y potencial de rendimiento. A mediano plazo, la propuesta fue desarrollar nueva variabilidad, mediante la combinación de características complementarias encontradas en las líneas índicas (adaptadas a las condiciones de riego) y las líneas japónicas (adaptadas a las condiciones de secano). Por último, está el objetivo a largo plazo, en el cual se propone combinar los grupos mencionados anteriormente utilizando la selección recurrente.

Desarrollo de la población

El objetivo es desarrollar un acervo genético compuesto por germoplasma africano adaptado al ecosistema de tierras bajas inundadas. Los primeros cruces se hicieron en 1991 y se completaron en 1994. La estrategia utilizada consistió en cruzar y retrocruzar nueve líneas africanas (Bentoubala B Mali, Dissi 14, Ebendioula, Fossa Man1, Gambiaka, Gambiaka Terra, Samba Badi, Siantane Diofor y Sikasso H) con plantas androestériles de las poblaciones CP 122 L y CP 126 (Ahmadi et al., 1992).

También se buscó desarrollar poblaciones explotando la complementariedad entre los dos grupos índica y japónica. Con los cruces realizados en 1990, en 1992 se generaron dos poblaciones básicas: SIK.P1.0 (índica-japónica) y SIK.P2.0 (japónica-índica) (Ahmadi et al., 1992).

Los híbridos índica-japónica resultaron de la recombinación, en

igual proporción, de los cruces de las plantas androestériles de las poblaciones índica CP 122L ó CP 126 con plantas fértiles de la población japónica CNA-IRAT 5/0/2F. Los híbridos japónica-índica resultaron de la combinación, en igual proporción, de los cruces entre plantas androestériles de la población japónica CNA-IRAT 5/0/2F con plantas fértiles de las poblaciones índica CP 122L ó CP126.

Mejoramiento de poblaciones y extracción de líneas

El objetivo es mejorar, por medio de la selección recurrente, tres poblaciones para tolerancia a la sumersión en los estados iniciales de desarrollo, y para resistencia al RYMV. Los materiales básicos utilizados fueron: la población CNA-IRAT 4/0/2F, de la cual se seleccionaron 24% de las familias S₁; la población CP 122L, de la cual se seleccionó el 32%; y la población CP 126, de la cual se seleccionó el 38%. Las tres poblaciones mejoradas fueron nombradas SIK.P3.3, SIK.P4.3 y SIK.P5.3.

Buscando producir líneas fijas de las poblaciones existentes, se obtuvo un total de 296 líneas originadas de las poblaciones CNA-IRAT 4 (13), CNA-IRAT 5 (3), CP 122 (14), CP 126 (25), SIK.P3 (81), SIK.P4 (102) y SIK.P5 (58) (Ahmadi et al., 1992).

Resumen del Germoplasma Africano y de Madagascar

La definición del acervo genético y de la población que se emplearon en este trabajo sigue la descripción hecha por Chatel y Guimarães (1995).

Acervos genéticos

CNA-IRAT 1/0/2. Acervo genético japónica CNA-IRAT 1 con dos recombinaciones.

CNA-IRAT 5/0/2F. Acervo genético japónica CNA-IRAT 5 con dos recombinaciones y multiplicación de semillas en plantas fértiles.

CNA-IRAT 4/0/2F. Acervo genético indica CNA-IRAT 4 con dos recombinaciones y multiplicación de semillas de plantas fértiles.

CNA-IRAT 4. Acervo genético indica para el ecosistema tropical de tierras bajas.

CP 122L. Acervo genético indica-japónica para el ecosistema de secano favorecido de tierras bajas.

CP 126. Acervo genético indica para el ecosistema de secano favorecido de tierras bajas.

MD 1. Acervo genético japónica para ecosistemas para arroz de riego de altitud, con el cual se busca mejorar para tolerancia a temperatura baja y resistencia a *Pseudomonas fuscovaginae*. Se desarrolló mediante el cruzamiento de plantas androestériles del acervo genético CNA-IRAT 1 con 13 líneas.

MD 2. Acervo genético japónica para arroz de secano de altitud, con el cual se busca mejorar tolerancia a temperaturas bajas y resistencia a piricularia. Se desarrolló mediante el cruzamiento de plantas androestériles del acervo genético CNA-IRAT 1 con 11 líneas seleccionadas.

Poblaciones

IDSA-IRAT 10. Población indica-japónica para el ecosistema de tierras bajas, con la que se busca mejorar para resistencia al RYMV. Se desarrolló mediante el cruzamiento de plantas androestériles de la población

IDSA-IRAT 8 con 20 líneas indicas y japónicas seleccionadas para resistencia al RYMV.

IDSA-IRAT 12. Población indica-japónica para el ecosistema de tierras bajas, con la cual se busca mejorar para resistencia al RYMV. Se desarrolló mediante el cruzamiento de plantas androestériles de la población IDSA-IRAT 10 con 14 líneas indicas y japónicas resistentes al RYMV.

SIK.P1. Población básica indica-japónica para el ecosistema de arroz de secano para tierras bajas. Se desarrolló mediante el cruzamiento de plantas androestériles de los acervos genéticos CP 122L y CP 126 con plantas fértiles del acervo genético CNA-IRAT 5.

SIK.P2. Población básica indica-japónica para el ecosistema de secano favorecido, desarrollada mediante el cruzamiento de plantas del acervo genético CNA-IRAT 5 con plantas fértiles de las acervos genéticos CP 122L y CP 126.

Poblaciones mejoradas

IDSA-IRAT 1. Población japónica para el ecosistema de secano, con la cual se busca mejorar para resistencia a piricularia. Se desarrolló mediante la purificación de una raza específica de piricularia que se inoculó en el acervo genético CNA-IRAT 5 para selección posterior.

IDSA-IRAT 8. Población japónica mejorada para el ecosistema de arroz de secano, con la cual se busca resistencia a piricularia. Se desarrolló por medio de selección para tipo de grano en la población básica resistente a piricularia IDSA-IRAT 1.

MD 1/1/0. Población mejorada japónica para el ecosistema de arroz de riego de altitud. Se desarrolló mediante selección en el acervo genético MD 1, sin recombinación.

MD 1/1/1. Población japónica mejorada para ecosistemas de arroz de riego de altitud desarrollada mediante la selección realizada en el acervo genético MD 1, con una recombinación.

SIK.P3.3. Población indica mejorada para el ecosistema de secano favorecido, desarrollada mediante selección realizada en el acervo genético CNA-IRAT 4.

SIK.P4.3. Población indica-japónica mejorada para el ecosistema de secano favorecido, la cual se desarrolló mediante selección en el acervo genético CP 122L.

SIK.P5.3. Población indica mejorada para el ecosistema de secano favorecido de tierras bajas. Se desarrolló por selección que se realizó en el acervo genético CP 126.

Agradecimientos

Los autores del presente capítulo desean expresar su reconocimiento y gratitud a todos los colegas que les proporcionaron información detallada y documentos, en especial a N. Ahmadi (Mali), a J. Angelbert y R. Dechanet (Madagascar), y a M. Vales (Costa de Marfil).

Referencias

- Ahmadi, N. y Diaby, M. 1994. Projet Bas-Fonds IER/CIRAD-CA: Rapport analytique, hivernage 1993. Sikasso, Mali. 25 p.
- _____; _____; y Diane, B. 1992. Projet riz inondé IER/IRAT: Rapport analytique hivernage 1991. Amélioration variétale du riz. Bamako, Mali. 25 p.
- Chatel, M. y Guimarães, E. P. 1995a. Recurrent selection in rice gene pools and populations: Review of present status and progress. Documento de trabajo CIRAD-CA/CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 29 p.
- _____. 1995b. Nomenclature system for rice gene pools, populations and recurrent selection breeding for general use and catalogue registration. Documento de trabajo CIRAD-CA/CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 9 p.
- CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). 1994. Images of research. Paris. 119 p.
- CIRAD-CA (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles). 1994. Recommendations, International Upland Rice Breeders Workshop, 6-10 september 1993, Montpellier, Francia.
- Cuevas-Pérez, F. E.; Guimarães, E. P.; Berrío, L. E.; y González, D. I. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean, 1971-1989. *Crop Sci.* 32:1054-1058.
- Dilday, R. H. 1990. Contribution of ancestral lines in the development of new cultivars of rice. *Crop Sci.* 30: 905-911.
- Enjalbert, J. 1993. La sélection récurrente sur le riz d'altitude à Madagascar. Rapport de campagne 1992/1993, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles (CIRAD-CA), Francia. 25 p.
- _____. 1994. Sélection récurrente: Programme riz d'altitude. Rapport de campagne 1993-1994, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles/International Center for Applied Research in Rural Development (CIRAD-CA/FOFIFA). 24 p.
- Kaneda, C. 1985. Development of very high-yield rice varieties. *Farming Japan* 19:25-29.
- Singh, R. J. e Ikehashi, H. 1981. Monogenic male-sterility in rice: Introduction, identification, and inheritance. *Crop Sci.* 21:286-289.

- Vales, M. 1989. Rapport projet CEE: Etude des relations *Oryza sativa*-*Magnaporthe grisea* et stratégies de sélection de variétés pourvues d'une résistance durable. Institut des Savannes/Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles (IDESSA/CIRAD-CA). 19 p.
- _____. 1991. Nouvelles méthodes pour la sélection de variétés de riz pluvial à résistance durable contre la pyriculariose. ANPP, Tercera conferencia internacional sobre las enfermedades de las plantas, Bordeaux, Francia, 3-5 de diciembre. p. 785-792.
- _____. 1992a. Méthodes de lutte contre le virus de la bigarrure jaune du riz (rice yellow mottle virus). AISA - Section Amélioration des plantes. Institut des Savannes (IDESSA), Département des cultures vivrières, Bouaké, Costa de Marfil. 9 p.
- _____. 1992b. Rapport final du projet CEE: Etude des relations *Oryza sativa*-*Magnaporthe grisea* et stratégies de sélection de variétés de riz pourvues d'une résistance durable. Institut des Savannes/Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles (IDESSA/CIRAD-CA). 87 p.
- _____. 1992c. Stratégies de sélection et de lutte génétique contre les phytoparasites. Séminaire FIS-ORSTOM (Fédération International do Commerce de Semences-Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer). Interaction plantes-microorganismes, Dakar, Senegal, febrero 17-22. 29 p.
- _____. 1992d. Recurrent selection for partial rice blast resistance in Côte d'Ivoire. Congreso EUCARPIA, Angers, Francia, julio 5-9. 2 p.
- _____. 1994. Rapport de synthèse: Pathologie du riz 1986-1994. Documento de trabajo IDESSA/CIRAD-CA (Institut des Savannes/Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement-Département des cultures annuelles), Bouaké, Costa de Marfil. p. 35.
- _____; Yoboue, N. G.; Bouet, A.; y Sy, A. 1994. Sélection récurrente et croisements de retour pour l'amélioration de la résistance au RYMV. Rapport préliminaire d'activité de collaboration IDESSA-ADRAO. Institut des Savannes (IDESSA). 27 p.