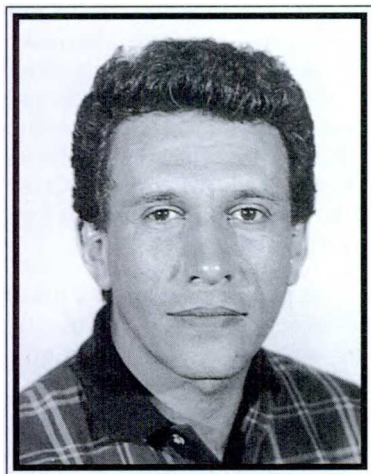


Ampliación de la Base Genética de los Acervos de Arroz, mediante la Introducción de Variabilidad



Jaime Borrero

*Jaime Borrero¹, Yolima Ospina¹,
Elcio P. Guimarães² y Marc Chatel³*

¹Asistentes de Investigación del 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); ³Investigador 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 CIAT

Contenido

Introducción

Introducción de Variabilidad Genética

 Técnicas de cruzamiento

Desarrollo de Poblaciones con Nueva Variabilidad

 Cruces dirigidos, con mezcla de las semillas híbridas

 Cruces dirigidos, con evaluación de la generación F₁

 Cruces al azar, con mezcla de semilla

Cambios en la Población Debidos a la Introducción de Nueva Variabilidad

Referencias

Introducción

La uniformidad para caracteres agronómicos deseables, en las variedades comerciales, se ha logrado a expensas de una reducción en la variabilidad genética; esto conduce a lo que se conoce como vulnerabilidad al ataque de patógenos e insectos y a otras adversidades (Vega, 1988). El modelo general de muchos cultivos parece ser la explotación comercial de una base genética reducida y la presencia de pequeños grupos de ancestros en los procesos de mejoramiento. La literatura ofrece ejemplos en soya (Delannay et al., 1983), avena (Souza y Sorrells, 1989), arroz (Dilday, 1990) y otros cultivos.

Según Cuevas-Pérez et al. (1992), las variedades de arroz liberadas en América Latina y el Caribe durante el período 1971-1989 tienen, en su genealogía, 14 cultivares distintos provenientes de siete países, y reciben de ellos 69% de su constitución genética. Para el arroz de secano en Brasil, la base genética está formada por seis ancestros, si bien en los materiales generados en los años 80 se ha ampliado esa base mediante la incorporación de germoplasma de África, Asia y Estados Unidos (Guimarães, 1993). Esas observaciones, hechas en arroz de riego y secano, indican que los mejoradores del cultivo están apegados a un grupo de características de interés agronómico como son el tipo de la planta y del grano, originadas en la combinación de pocas variedades, y que a este grupo siempre vuelven los mejoradores en sus programas de cruzamientos.

La conformación de la base genética de las variedades comerciales de América Latina y el Caribe con ese pequeño grupo de materiales comunes, hace pensar en

la necesidad de ampliarla mediante la creación de poblaciones compuestas por un germoplasma distinto. Así, con el propósito de aumentar la variabilidad genética, el Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (EMBRAPA-CNPAF), en Brasil, el CIRAD-CA, en África, y el CIAT, en Colombia, han desarrollado poblaciones mediante la introducción de diversas fuentes de germoplasma y la utilización del método de selección recurrente. Chatel et al. [1995] mencionan que algunos de estos acervos genéticos y poblaciones han sido el punto de partida para la utilización de la selección recurrente en diferentes países de América Latina (Brasil, Argentina y Colombia) y África (Costa de Marfil, Malí y Madagascar).

Las poblaciones de polinización abierta responden, durante muchas generaciones, a la selección que se hace respecto a los caracteres cuantitativos (Stebbins, 1970), y mantienen simultáneamente la variabilidad genética relacionada con esos caracteres. En arroz, el principal obstáculo para la utilización del mejoramiento de poblaciones ha sido la dificultad para hacer suficientes cruzamientos destinados a promover la recombinación en cada ciclo. El gen de la esterilidad masculina favorece el intercrucamiento en el campo y, más tarde, si se maneja esa población utilizando el método de la selección recurrente, promueve continuamente la recombinación genética (Morais, 1992).

El gen de androesterilidad más conocido en arroz fue descubierto por Singh e Ikehashi (1981) en un mutante de la variedad de riego IR36. Ese mutante presenta un gen nuclear recesivo, nombrado 'ms', el cual produce la esterilidad de los granos de polen cuando está en forma homocigota (msms).

Introducción de Variabilidad Genética

La introducción de variabilidad en un programa de mejoramiento se puede hacer mediante la incorporación de líneas, poblaciones o acervos genéticos con una base distinta a aquellas manejadas por el programa. Este capítulo se concentrará en describir algunas metodologías utilizadas para introducir variabilidad en poblaciones y acervos genéticos que están segregando para el gen 'ms' de androesterilidad, y que posteriormente se utilizarán para la aplicación del método de selección recurrente.

Para la ampliación de la base genética del germoplasma manejado por un programa de mejoramiento, el primer paso es escoger los progenitores, los cuales deben tener buenas características agronómicas y constitución genética distinta. Obviamente la selección de esos genotipos se hace en función de los objetivos del programa de mejoramiento.

El segundo paso consiste en la introducción de estos progenitores en las poblaciones o acervos genéticos. Cualquiera que sean los métodos utilizados por el mejorador, ellos deben culminar en el cruzamiento entre las plantas androestériles (msms) de la población y el polen (Ms) de las líneas seleccionadas como fuentes de diversidad, para ampliar la variabilidad. Los cruzamientos pueden ser dirigidos o se pueden realizar al azar. La participación de cada progenitor en la nueva población se puede calcular en el primer caso y estimar en el segundo.

Se debe tener cuidado al escoger tanto el germoplasma básico (adaptado a las condiciones locales), como las líneas que se van a introducir (en función de los objetivos

del programa). Una vez constituida la nueva población, no hay posibilidad de que aparezcan genes distintos a aquéllos presentes en el germoplasma utilizado como base y en las líneas introducidas. Esto es esencial para que el proceso de selección recurrente sea eficiente y logre los objetivos planeados.

Conviene recordar que el proceso de formación de una nueva población o acervo genético tiene una etapa de recombinación de los progenitores introducidos, antes de que se inicie el trabajo cíclico del método. Independientemente de que los cruzamientos sean dirigidos o no, ellos pueden tener una etapa de evaluación, antes de la siembra para la recombinación.

Hanson (1959) y Fujimaki (1979) dicen que se deben realizar por lo menos tres o cuatro ciclos de recombinación (cosecha de los granos en las plantas androestériles) para la formación del germoplasma básico, o sea, antes de entrar en la fase de selección recurrente; sin embargo, hay trabajos que muestran que no es necesario realizar más de uno (Marín-Garavito, 1994; Cabezas-Santacruz, 1995). Por lo tanto, corresponde al fitomejorador, basado en su experiencia, tomar la decisión a ese respecto.

Técnicas de cruzamiento

Para realizar los cruzamientos se pueden utilizar varias técnicas. En esta publicación se sugieren las siguientes: a) método convencional, b) método modificado, y c) bloques de cruzamiento; ellas se resumen a continuación.

Método convencional. Este método requiere traer del campo los progenitores, sacándolos totalmente de raíz y ubicándolos en el invernadero en materos, para

cruzarlos. Una variante de este método consiste en sembrar en el invernadero los dos progenitores. Para ambos casos, los materiales para el cruzamiento se deben sembrar en dos o tres fechas para sincronizar la floración del macho con la de la hembra. Este método exige mucho espacio, mano de obra, invernadero y tiempo.

Método modificado. Sarkarung (1991), basado en la experiencia del trabajo colaborativo entre EMBRAPA-CNPAP y el CIRAD-CA, en Brasil, describió un método simplificado para realizar cruzamientos en arroz. Este requiere que se traigan del campo al sitio de emasculación y polinización solamente las panículas de las plantas madre y padre, con sus respectivas macollas. No hay necesidad de tener un invernadero, no requiere mucho espacio y es rápido. Eso simplifica considerablemente la operación y permite realizar un número mucho mayor de cruzamientos que en el método tradicional.

Método de bloques de cruzamiento. Esta metodología fue desarrollada para la producción de semillas de arroz híbrido. A diferencia de los dos métodos anteriores, para este caso es necesario tener plantas androestériles en la población y se requiere aislar en un bloque la línea y la población base que se quieren cruzar. El aislamiento se puede hacer con barreras de maíz o variedades de arroz de ciclo largo y elevada altura de planta. Dentro de cada bloque hay la alternativa de eliminar o no las plantas fértiles de la población madre, dependiendo de la contribución que se desee de ese progenitor (J. Taillebois, comunicación personal).

La ampliación de la variabilidad genética puede hacerse con plantas de una misma especie o entre subespecies. Cuando se realizan

cruzamientos entre materiales genéticamente distantes, como es el caso de las combinaciones entre las subespecies de arroz indica y japónica, se pueden presentar problemas de esterilidad en las poblaciones segregantes. El fitomejorador debe tener cuidado para no confundir los efectos de incompatibilidad entre subespecies con el provocado por el gen recesivo de androesterilidad. En el primer caso, la esterilidad tiene un alto porcentaje en las primeras generaciones, que disminuye con las etapas de selección y no se debe necesariamente a la esterilidad del grano de polen. El comportamiento del gen de androesterilidad con las generaciones de autopolinización es similar, pero su porcentaje en la primera generación no es mayor que el 50%.

Desarrollo de Poblaciones con Nueva Variabilidad

A continuación se describen algunas alternativas para la introducción de nueva variabilidad en poblaciones de arroz. Con el objetivo de propiciar una mayor comprensión de la técnica, después de la descripción de las metodologías se proponen ejemplos ilustrativos de cómo éstas se están empleando en el programa de mejoramiento.

Cruces dirigidos, con mezcla de las semillas híbridas

Una vez escogidas las líneas que se han de introducir para la formación de la nueva población, sus plantas (MsMs) se cruzan individualmente (en forma manual) con varias plantas androestériles (msms) de la población base. La

semilla híbrida resultante (Msms) se puede mezclar en proporciones iguales o diferentes, según el aporte que se desee de cada progenitor en la nueva población, para después iniciar el proceso de recombinación.

La siembra de las semillas F_1 dará plantas fértiles (Msms) que se autofecundarán para producir semillas F_2 androestériles (25% msms) y fértiles (25% MsMs y 50% Msms). En esta generación se pueden cosechar toda las plantas o se puede hacer selección previa eliminando los genotipos indeseables.

Hasta esta etapa, cada uno de los progenitores se ha cruzado solamente con la población base y, por lo tanto, no han tenido aún la oportunidad de recombinarse entre sí. La recombinación total de las líneas originales se obtiene con la siembra de las semillas F_2 . En esa generación, las plantas estarán segregando para los tres genotipos mencionados. La recombinación ocurre con la polinización de las plantas androestériles (msms) por las fértiles (75% de los granos de polen son Ms y 25% ms). En las plantas androestériles se cosechan las semillas recombinadas, y la mezcla de éstas constituirá la nueva población original, recombinada. Cabe resaltar que el citoplasma de esa población proviene del germoplasma original o de la variedad fuente de androesterilidad.

En esta metodología, el proceso de formación de la nueva población requiere tres siembras, pero la etapa de recombinación se puede repetir varias veces, hasta cuando el fitomejorador considere que la población está lista para empezar el proceso de selección, o sea, cuando ya haya habido suficiente oportunidad, tanto para la recombinación entre los genes de las fuentes de variabilidad como para la ruptura de los bloques de ligamento.

La variabilidad presente en esta nueva población viene en un 50% del germoplasma con el gen de androesterilidad y en un 50% de las líneas introducidas. En este caso sólo se tiene el citoplasma de la población madre (original). Si el objetivo es producir un germoplasma policitoplasmático, es necesario realizar una generación de retrocruzamiento entre las F_1 y los padres fértiles, utilizando a estos últimos como madres; eso permite la diversificación del citoplasma, haciendo que el aporte genético de la fuente de androesterilidad a la variabilidad de la población disminuya de 50% a 25%. De esta forma se necesitan cuatro siembras para obtener la población base.

Con esta metodología, la introducción de nueva variabilidad en una población base requiere tres o cuatro períodos de siembra. Este es un método fácil, rápido y simple para introducir variabilidad a una población. Sin embargo, tiene la desventaja de que no se evalúan los cruces F_1 , perdiéndose así una oportunidad de eliminar las combinaciones de menor potencial para los objetivos propuestos.

Un primer ejemplo de la utilización de esta metodología es el caso del germoplasma que desarrolló el CIAT para un proyecto de selección recurrente para rendimiento, en poblaciones de arroz de riego. Para la formación de esta población se utilizó la línea CT6047-13-5-3-4-M, que posee el gen de androesterilidad; éste se obtuvo por mutación en la línea TOx 1011-4-1. La introducción de ese gen se realizó con cinco retrocruces hacia la línea CT6047-13-5-3-4-M, combinación que se denominó WC232⁵-Early.

El primer paso fue la elección de 14 cultivares de elevado potencial de rendimiento; esos materiales se cruzaron individualmente en forma

Una variante de esta metodología consiste en realizar los cruzamientos en forma natural pero dirigidos, utilizando los bloques de cruzamientos. En este caso se deben sembrar varios surcos de la población WC232⁵-Early intercalados con varios surcos de cada una de las 14 fuentes de variabilidad, las cuales se siembran en diferentes fechas. Cada combinación se aísla de sus vecinos por medio de surcos de arroz de ciclo largo y altura de planta elevada (un ejemplo es la variedad Lageado). Se deben identificar las plantas androestériles y eliminar las fértiles de la población, asegurándose de que sólo las plantas fértiles de la fuente de variabilidad polinicen las plantas androestériles. Esta práctica permite obtener una mayor cantidad de semilla en las plantas androestériles, pero demanda una mayor mano de obra.

El segundo ejemplo de la utilización de los cruces dirigidos con mezcla de semillas híbridas es el caso de la ampliación de la base genética de las poblaciones IRAT MANA, IRAT 1/420 P y CNA-IRAT 4/2/1.

Se seleccionaron 10 genotipos como fuente de nueva variabilidad. Todos los genotipos se combinaron con plantas androestériles de la población IRAT MANA, pero solamente seis de ellos se utilizaron para las otras dos poblaciones. Estos materiales se sembraron utilizando el método de bloques de cruzamientos (Figura 2). Cada uno de los progenitores se sembró en tres fechas, mientras la población con el gen de androesterilidad se sembró en una fecha. Cada combinación se aisló con la variedad de riego Lageado.

Las plantas androestériles se identificaron, y las fértiles de cada población se eliminaron. Las semillas cosechadas en las plantas androestériles se mezclaron en diferentes proporciones, según el

aporte que se deseaba de cada progenitor y los objetivos de cada población. De las combinaciones con la IRAT MANA resultó la población PCT-6\0\0\0, con la IRAT 1/420 P el resultado fue la PCT-7\0\0\0, y la CNA-IRAT 4/2/1 originó la PCT-8\0\0\0.

Cruces dirigidos, con evaluación de la generación F₁

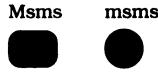
Cada línea (MsMs) que se desea introducir como fuente de variabilidad se cruza individualmente con varias plantas androestériles (msms) de la población o acervo genético. El resultado será la producción de semilla híbrida (Msms). Esas semillas se siembran manteniendo los cruces individualizados. Las combinaciones se evalúan individualmente, y se seleccionan las mejores. Las plantas F₁ fértiles (Msms) se autofecundan para producir semillas F₂ de genotipo androestéril (25% msms) y fértil (50% Msms y 25% MsMs).

La semilla F₂ de los cruces seleccionados se mezcla, según el interés del mejorador, en igual proporción o en las proporciones que se deseen de cada fuente de variabilidad. En la próxima generación se cosechan las semillas producidas por las plantas androestériles, cuya mezcla es la nueva población recombinada.

Al igual que en la metodología anterior, la variabilidad presente en la nueva población viene en un 50% del germoplasma con el gen de androesterilidad y en un 50% de las líneas introducidas que quedan después de la evaluación de la F₁.

Este método es ventajoso porque permite observar las características de los materiales para poder luego hacer las mezclas en las proporciones deseadas. Se requieren sólo tres

Poblaciones originales: IRAT MANA, IRAT 1/420P y CNA-IRAT 4/2/1
 Msms msms

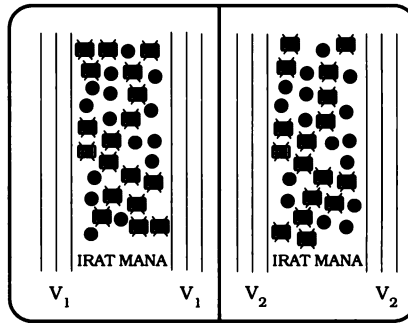


Fuentes de variabilidad ($V_1 \dots V_{10}$):
 B4353-KN7-0-0-2, El Paso 144, Oryzica Llanos 4, Perla, Morelos A88, BG989, PNA 1004F4-33-1, OR83-23, Oryzica 3, RP2087-115-10-5-1



Cruzamientos naturales:
 IRAT MANA/ V_1 IRAT MANA/ V_{10}
 msms/MsMs V_1 msms/MsMs V_{10}
 IRAT 1/420P/ V_1 IRAT 1/420P/ V_6
 msms/MsMs V_1 msms/MsMs V_6
 CNA-IRAT 4/2/1/ V_1 CNA-IRAT 4/2/1/ V_6
 msms/MsMs V_1 msms/MsMs V_6

Bloques de cruzamiento:



■ = eliminada

Cosecha de plantas androestériles

Mezcla de la semilla F_1 : Nuevas poblaciones: IRAT MANA = PCT-6
 IRAT 1/420P = PCT-7
 CNA-IRAT 4/2/1 = PCT-8

Figura 2. Ejemplo de cruces dirigidos, con mezcla de semilla híbrida: ampliación de la base genética de las poblaciones IRAT MANA, IRAT 1/420P y CNA-IRAT 4/2/1.

períodos del cultivo, pero más mano de obra que en el método anterior.

Se pueden tener variantes de esta metodología, una de las cuales incluye la evaluación de la semilla F_2 de cada cruzamiento. En este caso se pueden seleccionar de cada cruce las mejores plantas androestériles y también las fértiles, y solamente éstas participarán de la primera recombinación.

Un ejemplo de la aplicación de esta metodología es la ampliación de la base genética de la población CNA-IRAT A. Al iniciar el trabajo de mejoramiento de poblaciones en el CIAT, se introdujeron a Colombia diferentes germoplasmas para evaluarlos y seleccionar el o los de mejor adaptación. La población CNA-IRAT A mostró más adaptación a las condiciones de secano de las

sabanas de suelos ácidos, con una constitución genética de interés para los objetivos del programa y con el gen de androesterilidad.

Se realizaron cruzamientos dirigidos hacia plantas androestériles de la población, con ocho líneas de la Sección de Mejoramiento de Arroz de Secano para Suelos Acidos del CIAT, seleccionadas por sus buenas características agronómicas. Se hicieron cruces manuales con cada línea seleccionada en un mínimo de cuatro plantas androestériles escogidas de la población CNA-IRAT A.

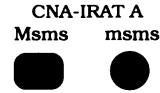
Cada F_1 se sembró separadamente para observar sus características y obtener semillas F_2 , bajo condiciones de riego en la Estación Experimental del CIAT, en Palmira. Con la observación de la F_1 en forma individual se decidió descartar uno de los cruces por presentar un alto nivel de esterilidad.

Las semillas F_2 de las plantas F_1 seleccionadas se cosecharon y se mezclaron en igual proporción dentro de cada combinación (Figura 3). Las semillas F_2 de cada uno de los siete cruces se mezclaron en diferentes proporciones para producir la nueva población identificada como PCT-4\0\0\0.

Cruces al azar, con mezcla de semilla

Mezcla no dirigida. La semilla de las fuentes de variabilidad (MsMs) se mezclan físicamente (en proporciones iguales o no) con las semillas de la población que contiene el gen de androesterilidad. Se siembra la mezcla y se cosechan las semillas híbridas (Msms) producidas por las plantas androestériles. Estas semillas son el resultado de la fecundación de las plantas (msms) por el polen Ms de las plantas fértiles de las variedades introducidas y también por el polen Ms y ms de la población base donde se

Población original:

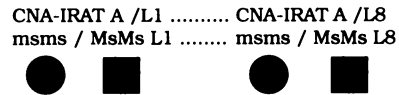


Fuentes de variación: (L_1 ... L_8)

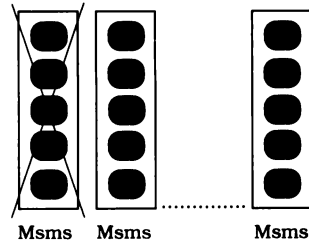
- | | |
|----------------------|--------------------|
| IR53167-3-M, | A 8-394-M, |
| CT11231-2-2-1-4-M, | CT11231-2-2-3-1-M, |
| CT11608-9-2-1-2-M, | CT11608-8-6-M-2-M, |
| CT11231-2-2-2-1-2-M, | CT6196-33-11-1-3-M |



Cruces dirigidos:



Evaluación F_1 y selección, bajo condiciones de riego



Mezcla de la semilla F_2 : Nueva población: PCT-4\0\0\0

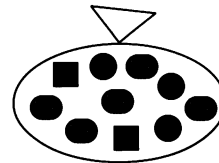


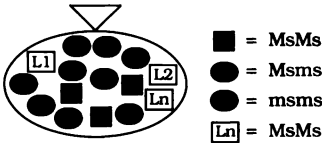
Figura 3. Ejemplo de cruces dirigidos, con evaluación de la generación F_1 ; ampliación de la base genética de la población CNA-IRAT A.

desear introducir la nueva variabilidad. Las semillas tendrán los genotipos Msms y msms (Figura 4).

Esta técnica de la mezcla física de la semilla economiza tiempo como también mano de obra. La contribución de las fuentes de variabilidad es menor, lo que

Mezcla no dirigida:

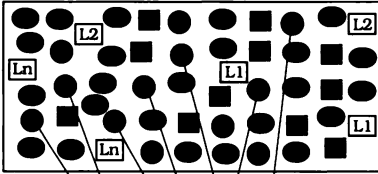
Metodología:



Mezcla física de la semilla

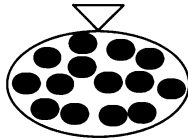
Población original + fuentes de variabilidad

Siembra de la mezcla

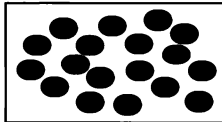


Cosecha en plantas androestériles

Mezcla de la semilla cosechada



Siembra de la mezcla



Cosecha y mezcla de la semilla de las plantas androestériles

Nueva población: Es necesario estimar los porcentajes de participación

Figura 4. Esquema para el cruzamiento al azar, con mezcla de semilla no dirigida.

constituye una de las desventajas que tiene el método. Por lo tanto, no se puede saber la proporción de la nueva variabilidad sino que hay que estimarla. Hay diferentes maneras de estimar el aporte de variabilidad de cada fuente, y un ejemplo de ellas es el caso descrito en la publicación de Chatel y Guimarães (1995) sobre el mejoramiento de poblaciones de arroz que segregan para un gen de androesterilidad.

Mezcla dirigida. Para esta metodología se utilizan diferentes técnicas de bloques de cruzamientos,

desarrolladas para la producción de arroz híbrido. Las poblaciones y las líneas se siembran en surcos o mezcladas, pero aisladas (cada par población-línea es aislado).

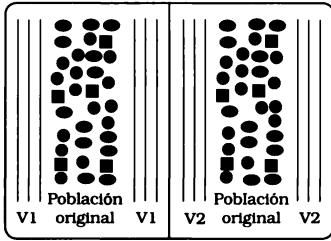
Las semillas de cada una de las fuentes de variabilidad se mezclan individualmente con las semillas de la población que posee el gen de androesterilidad. Cada mezcla se siembra en parcelas o bloques de cruzamiento, separados uno del otro por barreras de maíz o variedades de arroz de ciclo largo y altura de planta elevada. Dentro de cada bloque, los cruzamientos se realizan al azar, entre las plantas androestériles (msms) de la población y el polen, tanto el Ms que proviene de las plantas fértiles (MsMs) de la fuente de variabilidad, como el Ms y el ms correspondientes a las plantas fértiles (Msms) de la población.

En cada parcela se cosecharán las semillas F_1 (Msms y msms) producidas por las plantas androestériles (msms) fecundadas. De esta manera se puede controlar mejor el aporte genético de cada fuente de variabilidad.

Para la recombinación se siembra la mezcla de las semillas de las plantas androestériles de cada cruzamiento dirigido en igual o en diferente proporción, dependiendo del aporte que se quiera de cada progenitor. Las plantas androestériles (msms) de esa población son fecundadas por plantas fértiles (Msms) provenientes de los diferentes cruces y de la población. La cosecha y la mezcla de las semillas producidas en las plantas (msms) son la base de la nueva población.

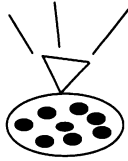
La Figura 5 ilustra la manera de obtener la nueva población utilizando los bloques de cruzamiento. El aporte de cada variedad fuente de variabilidad se debe estimar de modo similar al mencionado anteriormente.

Mezcla dirigida: Bloques de cruzamiento
 Metodología

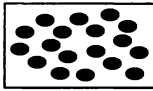


V1 y V2 = fuentes de variabilidad

Cosecha y mezcla de la semilla de las plantas androestériles



Siembra de la mezcla
 Recombinación



Cosecha y mezcla de la semilla de las plantas androestériles

Nueva población:

- Sembrar la mezcla
- Estimar los porcentajes de participación

Figura 5. Esquema para la metodología de cruzamientos al azar, con mezcla dirigida de semilla.

Este es un método rápido y simple, y la cantidad de semilla producida es alta; en él se combinan autofecundación y recombinación en una sola operación. Para aplicarlo se necesita aislar cada bloque de cruzamiento, identificar las plantas androestériles, y obtener de éstas una cantidad de semilla suficiente para que la progenie posea varias plantas (msms) para recombinar.

Cambios en la Población Debidos a la Introducción de Nueva Variabilidad

En 1992, el CIAT introdujo a Colombia, desde Brasil (EMBRAPA-CNPAP) y la

Guyana Francesa (CIRAD-CA) los siguientes materiales: un acervo genético de secano tropical japonico (CNA-IRAT 5/0/3); una población de secano tropical japónica (CNA-IRAT A/0/1); y dos poblaciones tropicales india/japónica (CNA-IRAT P/1/0F e IRAT Lulu/0/1). Estos materiales han sido observados y caracterizados bajo las condiciones de los suelos ácidos de sabana, en la Estación Experimental La Libertad, Villavicencio, Colombia.

El acervo genético CNA-IRAT 5 está constituido por genotipos de tipo japonico, cruzados y retrocruzados con la variedad IR36, portadora del gen de androesterilidad. La población CNA-IRAT A se deriva de la población CNA-IRAT 5, en la cual se introdujeron siete líneas japónica precoces. La población CNA-IRAT P está constituida por genotipos japonico e indico, donde 14 líneas de tipo indico se cruzaron con plantas androestériles de la población CNA-IRAT 5.

Cada población se caracterizó utilizando una muestra de las plantas. El acervo genético presentó el mayor porcentaje de plantas tolerantes a los suelos ácidos, mientras las poblaciones CNA-IRAT P e IRAT Lulu presentaron los más bajos índices de tolerancia. Eso indica que la mayor susceptibilidad presentada por las dos poblaciones es consecuencia de la introducción de materiales poco adaptados a los suelos ácidos, o de la dilución del germoplasma más adaptado del acervo genético CNA-IRAT 5. En este caso, el efecto de la introducción fue negativo para esa característica.

Un carácter en el que las evaluaciones presentaron un efecto positivo fue la precocidad. Las poblaciones CNA-IRAT P e IRAT Lulu fueron las más tardías y la CNA-IRAT A la más precoz; eso se debe a que esta última se originó en la introducción de líneas precoces en el

acervo genético CNA-IRAT 5, mientras las primeras se originaron en la introducción de líneas de ciclo intermedio.

El promedio de la altura de la planta en las poblaciones CNA-IRAT P e IRAT Lulu (índica/japónica) fue menor que el del germoplasma CNA-IRAT 5 y A (japónica). Estos resultados se atribuyen a la introducción de material semienano indica para riego en el acervo genético de secano japónica CNA-IRAT 5, que es la base de los dos primeros germoplasmas CNA-IRAT P e IRAT Lulu.

Los resultados descritos indican que es posible introducir en los acervos genéticos características de interés (variabilidad), en forma dirigida, y desarrollar nuevas poblaciones más adecuadas a los objetivos de cada programa.

El éxito en la formación de una nueva población radica en la escogencia de una base genética adaptada a las condiciones locales, y en las líneas para introducir, en función de los objetivos del programa.

Referencias

- Cabezas-Santacruz, J. D. 1995. Análisis de la variabilidad genética entre líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) derivadas de la población CNA-IRAT 2, en diferentes ciclos de recombinación. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira. 63 p.
- Chatel, M. y Guimarães, E. P. 1995. Selección recurrente con androesterilidad en arroz. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Département des cultures annuelles (CIRAD-CA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 70 p.
- _____; _____; Ospina, Y.; y Borrero, J. [1995]. Upland rice improvement in recessive male sterile gene pools and populations. (En impresión.)
- Cuevas-Pérez, F.; 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.* 32:1054-1059.
- Delannay, X.; Rodgers, D. M.; y Palmer, R. G. 1983. Relative genetic contributions among ancestral lines to North American soybean cultivars. *Crop Sci.* 23:944-949.
- Dilday, R. H. 1990. Contribution of ancestral lines in the development of new cultivars in rice. *Crop Sci.* 30:905-911.
- Fujimaki, H. 1979. Recurrent selection by using genetic male sterility for rice improvement. *Jpn. Agric. Res. Q.* 13:153-156.
- Guimarães, E. P. 1993. Genealogy of Brazilian upland rice varieties. *Int. Rice Res. Notes* 18(1):6.
- Hanson, W. D. 1959. The breakup of initial linkage blocks under selection mating systems. *Genetics* 44:857-868.
- Marín-Garavito, J. M. 1994. Efecto del número de ciclos de recombinación en la variabilidad de poblaciones de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 50 p.
- Morais, O. P. 1992. Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamentos usando macho-esterilidade. Tesis, Doct. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 251 p.
- Sarkarung, S. 1991. A simplified crossing method for rice breeding: A manual. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 32 p.
- Singh, R. J. e Ikehishi, H. I. 1981. Monogenic male sterility in rice: Induction, identification and inheritance. *Crop Sci.* 21:286-289.
- Souza, E. y Sorells, M. E. 1989. Pedigree analysis of North American oat cultivars released from 1951 to 1985. *Crop Sci.* 29:595-601.
- Stebbins, G. L. 1970. Processos de evolução orgânica. Rodrigues, S. de A. y Rodrigues, P. R. (trads.). Editora Poligano y Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil. 255 p.
- Vega, O. U. 1988. Mejoramiento genético de plantas. Ideograf, Venezuela. 200 p.