

EFECTO DE TRES CICLOS DE RECOMBINACION EN LA VARIABILIDAD GENETICA DE LA POBLACION DE ARROZ, CNA-IRAT 2/0/OF, *Oriza sativa* L.

Franco Alirio Vallejo C.¹ - Elcio Perpetuo Guimarães²
José Manuel Marín G.³

COMPENDIO

En la población de arroz CNA-IRAT 2/0/OF se cuantificó el número de ciclos de recombinación necesarias para alcanzar la máxima recombinación de genes y la frecuencia de líneas de altos rendimientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas, en donde los ciclos de recombinación constituyeron las parcelas principales y las líneas de cada ciclo constituyeron las subparcelas. Los materiales se sembraron en condiciones de riego, en parcelas de 9 m² a una distancia de 30 cm entre plantas y entre surcos. Se evaluaron los caracteres: Días a floración, altura de planta, número de panículas por metro cuadrado, rendimiento de grano, número de granos llenos y vacíos y peso de mil granos. Los resultados no demostraron diferencias en la variabilidad genética entre los tres (3) ciclos de recombinación y para todos los caracteres estudiados. Un solo ciclo de recombinación es suficiente para lograr la recombinación genética máxima en esta población. La población original y los tres (3) ciclos de recombinación presentaron comportamiento similar en las frecuencias de las líneas y éstas no presentaron gran variación dentro de cada ciclo.

Palabras clave: Arroz, recombinación, variabilidad genética.

ABSTRACT

EFFECT OF THREE CYCLES OF RECOMBINATION IN THE RICE POPULATION OF CNA-IRAT 2/0/OF, *Oriza sativa* L.

Three cycles of recombination in the rice population of CNA-IRAT 2/0/OF were evaluated at the Palmira Experiment Station of the Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Palmira, Colombia, in order to determine how the number of cycles of recombination affect the genetic variability. It was used a split plot design, arranged in randomized complete blocks, with four replications. The cycles were considered as the main plots and the rice lines, in each cycle, the subplots. Seedlings were transplanted at 30 cm between plants and withing rows. The variables evaluated were days to flowering, plant height, number of panicles per m², grain yield, number of filled and empty grains and 1000 grain weight. According to the analyses of variance and their respective Duncan and Bartlett test, genetic variability did not change among the three recombination cycles, with respect to the variables studied. One cycle of recombination was necessary to get the maxime genetic recombination. Furthermore, the distribution frequencies of the lines for each variable were similar among the three clycles of recombination and the original population.

Keywords: Rice, recombination, genetic variability.

INTRODUCCION

En Colombia, el arroz ocupa el segundo lugar en importancia después del café y es uno de los alimentos básicos en la dieta de los colombianos; por consiguiente, el desarrollo de tecnologías, es fundamental para garantizar su crecimiento y sostenibilidad. La producción

de nuevas variedades incluye la creación o ampliación de la variabilidad genética con el fin de acumular la mayor cantidad de genes favorables y de éste modo facilitar la selección de los mejores genotipos.

La ampliación de la variabilidad genética es un proceso que se puede realizar de varias maneras dependiendo

¹ Ph.D., Profesor titular. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, A.A 237; ² Ph.D., Genética del Arroz Secano. CIAT, Cali, Colombia; ³ Estudiante de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira

de la cantidad y diversidad de los progenitores utilizados en los inter cruzamientos y del número de recombinaciones entre los materiales.

La literatura consultada no presenta trabajos sobre el efecto del número de ciclos de recombinación sobre la variabilidad genética en arroz; en otras especies se muestran algunos resultados: reducción del rendimiento de fibra y semilla del algodón (Meredith y Bridge, 1971); no incrementó en rendimiento ni en la frecuencia de líneas de alto rendimiento en el trigo (Altman y Bush 1984); aumento del promedio poblacional y de la magnitud de la variabilidad genética en cebada (Bajaj et al, 1990); no aumento de rendimiento y frecuencia de líneas de alto rendimiento en soya (Guimarães y Fehr, 1987).

El presente estudio tuvo como objetivos:

1. Evaluar el efecto del número de ciclos de recombinación en la variabilidad genética de la población CNA - IRAT 2/O/OF,
2. cuantificar el número de ciclos de recombinación necesarios para alcanzar la máxima recombinación de genes y,
3. registrar si aumentan las frecuencias de líneas de alto rendimiento.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El material básico proviene de la población CNA-IRAT 2/O/OF, introducida del Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP / EMBRAPA), en Goiânia-GO, Brasil. La población se sometió en Brasil, a tres ciclos de recombinación sin selección: ciclo 1 (CNA-IRAT 2/O/1), ciclo 2 (CNA-IRAT 2/O/2) y ciclo 3 (CNA-IRAT 2/O/3); a través de la cosecha de semillas en las plantas androestériles.

Los tres (3) ciclos de recombinación y la población original se sembraron en la Estación Experimental Santa Rosa (EESR) en Villavicencio, Colombia; en cada población se cosecharon al azar 60 plantas fértiles (S_0) homocigotas (++) o heterocigotas (+ms).

En la Estación Experimental de Palmira (EEP), cada planta se sembró en un surco de 5 m. En cada surco se cosecharon al azar 10 plantas S_1 , asegurando con eso la obtención de por lo menos una planta homocigota fértil (++) , para representar cada una de las 60 plantas S_0 .

El material se sembró en la EESR, de tal manera que permanecieran juntas cada grupo de las 10 plantas S_1 . Se descartaron las líneas segregantes (+ ms) y de las líneas homocigotas (++) se tomó al azar una planta S_2

que se multiplicó masalmente en la EEP. Al iniciar el trabajo se dispuso de las siguientes líneas:

CNA - IRAT 2/O/OF: 60 líneas
CNA - IRAT 2/O/1 : 45 líneas
CNA - IRAT 2/O/2 : 48 líneas
CNA - IRAT 2/O/3 : 43 líneas

De cada ciclo de recombinación se tomaron al azar 23 líneas para un total de 92 líneas y 8 testigos.

La evaluación de los ciclos de recombinación se llevó a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, en la Estación Experimental localizada en Palmira, Colombia. Los materiales se sembraron en condiciones de riego, en parcelas de 6 surcos de 5 metros de largo, separados 30 cm entre plantas y entre surcos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo de parcelas divididas. Las parcelas principales representaron a los ciclos de recombinación y dentro de cada parcela principal estuvieron 25 subparcelas, constituidas por 23 líneas de cada ciclo y dos testigos, aleatorizados.

Se evaluaron las siguientes características: altura de planta, días a floración, rendimiento en kilogramos por hectárea, número de granos por panícula y peso de 1000 granos. Los datos se sometieron al análisis de varianza, prueba de rango múltiple de Duncan para la comparación de los promedios y prueba de Barlett, para determinar homogeneidad entre varianzas de los ciclos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas entre los ciclos de recombinación y entre las líneas, para los caracteres floración, altura de planta, número de paniculas por metro cuadrado, rendimiento de grano, número de granos llenos, número de granos vacíos y peso de 1.000 granos (Cuadros 1 y 2). Tanto la población inicial como los tres ciclos de recombinación fueron similares en su comportamiento, promedio y en su varianza, para los caracteres estudiados.

Todos los caracteres presentaron valores promedios, estadísticamente iguales, para los diferentes ciclos de recombinación (Cuadros 3 y 4). El caracter altura de planta presentó, para los ciclos 1 y 3 valores promedios diferentes según la prueba de Duncan, la pero la diferencia de 3.60 cm. no tiene significado en términos prácticos.

En los caracteres floración, altura de planta y peso de mil granos, donde existieron diferencias entre las varianzas de los ciclos, se pudo observar que existieron algunos valores están alejados de las demás (Cuadros

CUADRO 1. Análisis de varianza para las variables floración, altura de planta, panículas por metro cuadrado y rendimiento de granos de arroz

FUENTES DE VARIACION	g.l.	CARACTERES			
		Floración	Altura planta	Paniculas/m ²	Rendimiento
CUADRADOS MEDIOS					
Bloques (B)	3	61.02 ns	246.09 ns	2151.58 ns	9100799 ns
Ciclos (C)	3	23.22 ns	221.68 ns	1846.49 ns	2489065 ns
Error BxC	9	24.38	76.31	3147.90	1271568
Líneas (L)	16	19.21 ns	110.06 ns	665.48 ns	640138 ns
Error BxL	48	2.61	79.11	359.35	326080
C.V. (%)		1.50	9.90	11.10	10.60

CUADRO 2. Análisis de varianza para las variables número de granos llenos, número de granos vacíos y peso de mil granos de arroz

FUENTES DE VARIACION	g.l.	CARACTERES		
		No. de granos llenos	No. de granos vacíos	Peso de mil granos
CUADRADOS MEDIOS				
Bloques (B)	3	36552.21 ns	18556.05 ns	2.30 ns
Ciclos (C)	3	24482.75 ns	4240.55 ns	1.62 ns
Error BxC	9	24678.87	4958.63	1.23
Líneas (L)	16	21078.73 ns	4763.36 ns	1.74 ns
Error BxL	48	10837.89	3589.30	1.18
C.V. (%)		12.70	23.80	3.90

CUADRO 3. Comparación entre promedios de ciclos de recombinación para las variables floración, altura de planta, panículas por metro cuadrado y rendimiento de grano de arroz

CICLO DE RECOMBINACIÓN	Floración	Altura de planta (cm)	CARACTERES	
			Paniculas/m ²	Rendimiento (kg/ha)
PROMEDIOS				
0	103.00 A	88.80 AB	163.86 A	5547.80 A
1	104.01 A	91.42 A	170.63 A	5715.80 A
2	103.60 A	88.60 AB	173.21 A	5376.10 A
3	102.96 A	87.78 B	173.49 A	5152.00 A

Promedios con la misma letra no presenta diferencia estadísticamente significativa con un nivel de significancia del 1%

CUADRO 4. Comparación entre promedios de ciclos de recombinación para las variables número de granos llenos, número de granos vacíos y peso de mil granos de arroz

CICLO DE RECOMBINACIÓN	CARACTERES		
	No. granos llenos	No. de granos vacíos	Peso de mil granos
	PROMEDIOS		
0	861.35 A	270.30 A	27.88 A
1	830.45 A	251.15 A	27.50 A
2	791.50 A	246.15 A	27.42 A
3	787.40 A	235.50 B	27.20 A

Promedios con la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa con un nivel de significancia del 1%

CUADRO 5. Comparación entre varianzas de ciclos de recombinación para las variables floración, altura de planta, panículas por metro cuadrado y rendimiento de arroz

CICLO DE RECOMBINACION	CARACTERES			
	Floración (días)	Altura planta (cm)	Panículas/m ²	Rendimiento (kg/ha)
	VARIANZAS			
0	4.11	13.15	450.00	557741.82
1	5.11	20.90	669.09	444819.88
2	6.48	8.25	452.97	432211.00
3	14.79	17.75	506.50	557807.31
CHI CUADRADO	46.50**	20.80**	4.70 ns	2.60 ns

** significado al 1% de probabilidad

ns no significado

5 y 6). Por ejemplo, el carácter floración, en el ciclo 3 (14.79) tiene el doble de la varianza de los demás ciclos y es la única variable que mostró incremento a medida que aumentaban los ciclos de recombinación; mientras que la varianza de la altura de planta, en el ciclo 2 (8.25) disminuyó a casi la mitad.

Para las otras variables, sus chi cuadrados no fueron significativos y por lo tanto todas las varianzas se toman como homogéneas; sin embargo, se pudo apreciar diferencias en algunos valores: en la variable número de granos llenos, la varianza de ciclo 2 (6890.37), estuvo tres veces por debajo de los demás ciclos; el número de granos vacíos en los ciclos 1 y 2 estuvo por debajo de la mitad de las varianzas de los demás ciclos. No se observó una tendencia que muestre que determinado número de recombinaciones sea siempre el responsable

de los cambios en las varianzas para todas las características.

Para el fitomejorador, la variación de estos datos no mostró una tendencia de incremento de varianza en un ciclo específico, con excepción del incremento registrado para el carácter floración. Sin embargo, éstas diferencias en varianzas pueden tener importancia porque ofrecen posibilidades de selección.

La ausencia de diferencias significativas entre los diferentes ciclos de recombinación genética pueden deberse a dos causas:

1. Que en la creación de población original (Ciclo 0) se hayan roto todos los bloques de ligamiento para los caracteres estudiados y que ese sea su máximo potencial de variabilidad;

CUADRO 6. Comparación entre varianzas de ciclos de recombinación para las variables número de granos llenos, número de granos vacíos y peso de mil granos de arroz

CICLO DE RECOMBINACIÓN	CARACTERES		
	No. granos llenos	No. de granos vacíos	Peso de mil granos
	PROMEDIOS		
0	21696.45	6942.13	0.54152
1	16829.94	2980.96	1.16375
2	6890.37	2966.16	0.88598
3	17175.09	5468.45	2.81922
CHI CUADRADO	6.10 ns	5.10 ns	14.10*

* Significado al 5% de probabilidad
ns no significativo

2. Que después de tres ciclos de recombinación todavía no se haya logrado romper los bloques de ligamiento. Esta última posibilidad está en desacuerdo con las afirmaciones de Hanson (1959) quien menciona que 3 ó 4 ciclos de recombinación son suficientes para obtener el máximo de recombinación posible.

Los resultados del trabajo se asemejan a los obtenidos por Altman y Busch (1984), los cuales indican que la varianza genética para el rendimiento de grano y la frecuencia de líneas de alto rendimiento en trigo no fueron mejoradas para la recombinación. Además confirman los estudios teóricos de Pederson (1974) y Bos (1977) que indican que el intercruce dentro de poblaciones F_2 no debe causar un incremento significativo en la varianza genética, ni en la frecuencia de progenies deseables.

Guimarães y Fehr (1987) también obtuvieron resultados similares e indicaron que el uso de más de una generación de recombinación no aumenta el desempeño promedio de la población, ni la frecuencia de líneas de alto rendimiento en soya.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que trabajos de selección en la población CNA-IRAT 2 deben empezar en la población original, ya que la variabilidad no cambia a medida que aumentan los ciclos de recombinación; por lo tanto, la probabilidad de obtener líneas que posean características de interés son iguales en cualquiera de los cuatro ciclos. Por tal motivo se hace inoficioso y nada rentable realizar más de un ciclo de recombinación en esta población.

BIBLIOGRAFIA

- ALTMAN, D.W. and R.H. BUSCH. Random intermating before selection in spring wheat. *Crop Sci.* 24: 1085- 1089. 1984.
- BAJAJ, R. K. et al. Effect of intermating and selection in barley. *Crop Improv.* 17 (1): 54 - 58. 1990.
- BOS, I. More arguments against intermating F_2 plants of a Self-fertilizing crop. *Euphytica* 26:33- 46. 1977.
- GUIMARÃES, E.P. and W.R. FEHR. Alternative strategies of recurrent selection for seed yield of soybean. *Euphytica* 40:111-120. 1987.
- HANSON, W.D. The breakup of initial linkage blocks under selection mating systems. *Genetics* 44: 857-868. 1959.
- MEREDITH, W.R. and R.r. BRIDGE. Breakup of linkage blocks in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 11: 695 - 698. 1971.
- PEDERSON, D.G. Arguments against intermating before selection in a self-fertilizing species. *Theor. Appl. Genet.* 45: 157-162. 1974.