

EVALUACION AGRONOMICA DE LINEAS MUTANTES DE ARROZ CON TOLERANCIA A *Pyricularia grisea*

*Jorge Madriz Muñoz, Abdenago Brenes,
Rafael Salazar y Rónald Campos*
Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional
86-3000 Heredia, Costa Rica

Carlos Rivera y Leonel Fernández
Hacienda El Pelón de la Bajura, Liberia, Guanacaste

RESUMEN

Utilizando el procedimiento de mutagénesis inducida con rayos Gamma Co⁶⁰, seguida de selección individual, CRUZ *et al.* (1992) lograron obtener 53 plantas de arroz con resistencia parcial a *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. provenientes de una variedad comercial (CR-1113) originalmente susceptible a esta enfermedad.

La primera etapa del presente trabajo consistió en la evaluación de 52 líneas obtenidas por los autores mencionados. De ellas, se seleccionaron 14, siete por su buen comportamiento agronómico, buen rendimiento y resistencia parcial a la enfermedad, y siete por su precocidad y buenas características agronómicas. Posteriormente estas líneas fueron reproducidas y evaluadas en ensayos de campo. Los resultados obtenidos confirmaron que las líneas escogidas mantenían las características ventajosas por las que fueron seleccionadas.

ABSTRACT

Using mutation breeding procedures, CRUZ *et al.* (1992) obtained 53 rice plants, from a M₂ population of 80.000 individuals, which showed tolerance to *Pyricularia grisea*. The original material came from the commercial cultivar CR-1113, susceptible to this disease. We used in this work a group of 52 lines obtained by the mentioned authors. In the first part of the research 14 lines were

selected. Seven of them were promissourius because of their good agronomic performance including the *Pyricularia* response. The other seven were selected because of their earlyness and desirable agronomic traits. In the second part of this research, the selected lines were multiplied and evaluated in field trials. Results confirmed the expression of the desirable characteristics showed in each group.

INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un alimento básico en la dieta del costarricense. El área sembrada en Costa Rica es de aproximadamente 50.000 hectáreas por año, con una producción promedio de 3,12 toneladas métricas por hectárea.

Las áreas donde se siembra arroz se caracterizan por presentar altas humedad y temperatura. En estas condiciones, es frecuente el ataque de diferentes patógenos. *Pyricularia grisea* es uno de los más importantes, reduciendo la producción acerca del 90% cuando el ataque es severo.

CRUZ *et al.* (1992) seleccionaron 52 líneas promisorias con tolerancia a *P. grisea* y con buenas características agronómicas en una generación M₂. El objetivo principal de este trabajo fue continuar con la evaluación y selección de estas líneas en posteriores generaciones, para verificar la estabilidad genética por las cuales fueron seleccionadas.

MATERIAL Y METODOS

Para verificar la tolerancia parcial de las líneas seleccionadas por CRUZ *et al.* (1992) a *Pyricularia grisea*, se sembraron primero en camas de germinación. Quince días después de la germinación, se trasplantaron al campo, el cual presentaba un alto nivel de inóculo.

Cada línea fue sembrada en 4 surcos de 50 metros de longitud cada uno, con una distancia entre surcos de 0,30 m. Entre cada línea experimental se sembraron 2 surcos del cultivar CR-1113, con el fin de que sirviera como control y como fuente de inóculo. La evaluación para tolerancia a *Pyricularia*, se llevó a cabo en los estados 2 y 8 de crecimiento, acorde con la escala IRRI-CIAT (1988).

Los parámetros usados para la evaluación del material se basaron en el nivel de tolerancia a *Pyricularia* y en la expresión combinada de características agronómicas deseables. El ideotipo óptimo incluyó la mayor expresión de la producción y sus componentes (número de macollos por metro lineal y % de granos llenos) y la menor expresión de características indeseables (albinismo y desgrane).

Del total de líneas promisorias originalmente evaluadas, siete fueron seleccionadas por sus buenas características agronómicas, buena producción y tolerancia a *Pyricularia*. Por otra parte, otras siete líneas fueron seleccionadas por precocidad en relación con el material parental.

Con el propósito de aumentar la semilla, se llevaron a cabo dos ciclos de multiplicación en un campo comercial. Cuando la semilla fue suficiente, se establecieron dos ensayos de evaluación. En uno de ellos se sembraron las siete líneas seleccionadas por resistencia a la enfermedad y buena producción, y en el otro se incluyeron las líneas seleccionadas por precocidad. En ambos casos se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, incluyendo en cada uno de ellos a tres cultivares comerciales como testigos: CR-1113, CR-5272 y CR-1821. Cada parcela experimental midió 3,5 m. x 2,5 m. (8,75 m²). La parcela útil constó de 6 m².

En cada línea experimental y para cada testigo se evaluaron los siguientes parámetros: número de días a la floración, longitud de la hoja bandera, longitud de la hoja inferior, altura de la planta, longitud de la panícula, peso de mil semillas con 12% de humedad, número de granos llenos y vacíos por panícula, producción estimada (ton/ha) y respuesta a *Pyricularia* en estado de plántula, prefloración y maduración temprana.

Las líneas experimentales seleccionadas y evaluadas por sus buenas características agronómicas fueron: UN-9001, UN-9002, UN-9017, UN-9026, UN-9027, UN-9038 y UN-9051. Las líneas seleccionadas para precocidad fueron: UN-9006, UN-9008, UN-9012, UN-9014, UN-9025, UN-9039 y UN-9040.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 1 contiene los valores medios de algunas de las características anotadas para las siete líneas seleccionadas por su buen comportamiento agronómico. En relación con la producción de grano por m², la mejor línea fue UN-9001, aunque otras de las cuatro líneas experimentales (UN-9027, UN-9026, UN-9051 y UN-9038) no fueron estadísticamente diferentes de la UN-9001. Las líneas UN-9002 y UN-9017 presentaron valores bajos, y las tres variedades comerciales usadas como testigos tuvieron también una baja producción.

Para la variable peso de 1.000 semillas, todas las líneas presentaron valores altos, significativamente diferentes a los mostrados por los cultivares comerciales testigo. El número de granos llenos por panícula de estas líneas no fue estadísticamente diferente a los de las variedades CR-1113 y CR-1821, pero sí mayores a los mostrados por el testigo CR-5272.

En relación con la altura de la planta, la longitud de la hoja bandera y la longitud de la hoja inferior, las líneas seleccionadas no mostraron valores diferentes al que presenta el material parental CR-1113. Para la variable longitud de la panícula, solamente la línea UN-9001, tuvo un valor significativamente menor que CR-1113. A pesar que se encontró que esta línea es la mejor para

Cuadro 1.
Características de producción en siete líneas mutantes experimentales* y tres variedades comerciales de arroz en el Pacífico Norte, Costa Rica

Línea	Longitud de hoja bandera (cm.)	Longitud de hoja inferior (cm.)	Longitud panícula (cm.)	Altura de planta (cm.)	Número de granos llenos por panícula	Número de granos vacíos por panícula	Peso de 1.000 semillas (g.)	Producción en 1 m ² (g.)
UN-9017	35,73 a	51,23 a	23,28 ab	104,78 a	145,45 a	35,00 ab	25,70 a	837,35 b
UN-9026	33,78 ab	50,91 a	22,91 bc	109,72 a	129,03 a	31,80 ab	26,47 a	979,18 ab
UN-9001	34,83 a	51,06 a	22,03 c	109,30 a	142,65 a	38,87 a	27,87 a	1.066,40 ab
UN-9051	32,41 ab	50,86 a	23,62 ab	111,30 a	142,05 a	26,52 ab	26,10 a	926,90 ab
UN-9038	32,27 ab	50,17 a	22,83 bc	109,98 a	125,70 ab	32,12 ab	26,45 a	910,53 ab
UN-9027	32,76 ab	50,60 a	23,35 ab	107,96 a	139,20 a	39,47 a	27,07 a	1.003,50 ab
UN-9002	34,51 a	50,33 a	23,36 ab	110,45 a	138,93 a	33,95 ab	26,05 a	878,68 b
CR-1821	30,05 b	52,56 a	23,60 ab	108,27 a	116,03 ab	15,57 b	19,20 c	461,45 cd
CR-5272	32,96 ab	50,36 a	23,99 b	83,02 b	95,30 b	33,80 ab	20,05 c	405,20 d
CR-1113	33,91 ab	52,00 a	22,73 bc	104,80 a	134,80 a	22,75 ab	21,65 b	590,65 c

* Las líneas experimentales fueron seleccionadas por sus buenas características agronómicas, producción y su respuesta a *Pyricularia*. Los valores seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes. Prueba de Duncan (5%).

producción, es interesante observar en el cuadro 4 que se presenta una significativa y negativa correlación entre producción y longitud de la panícula.

Los resultados incluidos en el cuadro 1, sugieren que las líneas seleccionadas en este trabajo, son materiales promisorios que podrían ser sometidos a la Oficina Nacional de Semillas, para que sean evaluadas en diferentes ambientes agroecológicos y en varios años, para que eventualmente sean liberadas como nuevas variedades comerciales.

La información contenida en el cuadro 2, muestra que todas las líneas seleccionadas presentan en la variable días a floración, valores menores que su material parental (CR-1113). Esos valores son de 11 a 16 días menores que en CR-1113. Con respecto a la variable producción por m², la línea experimental UN-9006, presenta el mayor valor, aunque este no fue estadísticamente diferente a otras tres líneas (UN-9040, UN-9039 y UN-9012) y que el material parental CR-1113.

Para el peso de 1.000 semillas, el mayor valor lo mostró la línea UN-9039. En relación con esta característica, CR-1113 y las líneas UN-9040 y UN-9006 fueron similares a UN-9039.

El material parental CR-1113, tiene el mayor número de granos llenos por panícula, pero CR-1821 y las líneas experimentales UN-9040, UN-9012 y UN-9006 fueron estadísticamente similares. En relación con la altura de la planta, sólo la línea mutante UN-9039 fue diferente a CR-1113 y a las otras líneas experimentales. La longitud de la hoja bandera de las líneas mutantes, presenta un valor similar al que mostró CR-1113. Solamente la línea UN-9025 presentó un menor valor que el control.

Los datos incluidos en el cuadro 2 muestran que, en relación con el material parental, las líneas mutantes presentan una gran cantidad de cambios genéticos de interés agronómico. El cuadro 3, muestra la producción estimada en ton/ha de las líneas experimentales y los testigos utilizados. Algunos de estos materiales conservaron las características agronómicas de su progenitor, mostraron tolerancia a la enfermedad y por consiguiente me-

joraron sustancialmente su rendimiento en grano, por lo que se considera que deberían ser sometidos a ensayos regionales para ser evaluados más exhaustivamente.

Los cuadros 4 y 5 muestran información acerca de la correlación de algunas variables para las líneas seleccionadas por producción, y aquellas seleccionadas para precocidad respectivamente. En el primer caso, la longitud de la panícula presenta una significativa y negativa correlación con la producción de grano y el peso de 1.000 semillas. En el segundo caso (para las líneas precoces), esta variable presenta una correlación negativa solamente con el peso de 1.000 semillas. Esto sugiere por el momento, que cuando se induce variabilidad genética en el cultivar CR-1113 y se desea mejorar la producción de grano, lo mejor es seleccionar líneas con una menor longitud de panícula. A este respecto, GANESANG y SUBRAMANIAN (1990) encontraron una asociación positiva entre longitud de la panícula y el número de granos por panícula en dos de las tres poblaciones consideradas en su investigación; también encontraron que la correlación entre longitud de la panícula y la producción difiere entre los diferentes materiales genéticos.

En las líneas seleccionadas para precocidad fue observada una significativa y positiva correlación entre la longitud de la hoja bandera y la producción de grano. Lo anterior concuerda con lo expresado por FERNANDEZ (1985), que indica que después del estado de floración, un 80% de los carbohidratos del grano son producidos por la fotosíntesis realizada por las dos hojas superiores de la planta.

En el caso de las líneas seleccionadas por producción y por precocidad, se obtuvo una significativa y positiva correlación entre el número de granos llenos por panícula y el peso de 1.000 semillas. Para este primer grupo de líneas, también se obtuvo una positiva y significativa correlación entre altura de planta, producción de grano, peso de 1.000 semillas y número de granos llenos por panícula. Sin embargo, en este caso estas correlaciones deben manejarse con cuidado en los procesos de selección, por la asociación que existe entre una mayor altura de planta y el acame.

Cuadro 2.
Características de producción en siete líneas mutantes experimentales precoces y tres variedades comerciales de arroz en el Pacífico Norte, Costa Rica

Línea	Longitud de hoja bandera (cm.)	Longitud panícula (cm.)	Altura de planta (cm.)	Número de granos llenos por panícula	Número de granos vacíos por panícula	Peso de 1.000 semillas (g.)	Producción 1 m ² (g.)	Días floración
UN-9014	32,08 bcd	24,22 ab	80,56 c	78,48 c	63,50 a	18,80 c	279,73 d	70
UN-9012	36,47 a	22,77 c	81,90 bc	114,17 abc	25,00 c	21,60 bc	493,12 abc	70
UN-9008	31,62 abc	22,55 c	80,81 bc	78,40 c	47,32 ab	19,07 c	271,23 d	75
UN-9006	35,12 ab	22,68 c	84,18 b	113,20 abc	16,45 c	21,37 abc	657,40 a	74
UN-9025	28,92 d	24,02 b	81,60 bc	88,62 c	48,05 ab	19,42 c	456,25 bc	70
UN-9040	34,77 ab	23,27 bc	82,73 bc	132,07 ab	28,22 bc	23,32 ab	569,70 abc	75
UN-9039	36,70 a	25,32 a	92,55 a	85,10 c	37,22 bc	24,50 a	553,12 abc	70
CR-1821	33,37 abc	22,76 c	83,42 bc	116,03 abc	15,57 c	19,20 c	461,45 bc	83
CR-5272	29,88 cd	23,49 bc	81,46 bc	95,30 bc	33,80 bc	20,05 c	405,20 cd	74
CR-1113	34,40 ab	22,60 c	82,52 bc	134,80 a	22,57 c	21,65 abc	590,56 a	86

Los valores seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes. Prueba de Duncan (5%).

Cuadro 3.

Producción comercial estimada (ton/ha) en siete líneas mutantes experimentales seleccionadas por su buen comportamiento agronómico y producción (columna 1), siete líneas seleccionadas por precocidad (columna 3) y tres variedades comerciales de arroz en el Pacífico Norte, Costa Rica*

<i>Línea</i>	<i>Producción estimada** (ton/ha)</i>	<i>Línea</i>	<i>Producción estimada** (ton/ha)</i>
UN-9001	10,66 a	UN-9006	6,57 a
UN-9027	10,04 ab	CR-1113***	5,91 a
UN-9026	9,79 ab	UN-9040	5,70 abc
UN-9051	9,27 ab	UN-9039	5,53 abc
UN-9038	9,10 ab	UN-9012	4,93 abc
UN-9002	8,79 b	CR-1821***	4,61 bc
UN-9017	8,37 b	UN-9025	4,56 bc
CR-1113***	5,91 c	CR-5272***	4,05 cd
CR-1821***	4,61 cd	UN-9014	2,80 d
CR-5272***	4,05 d	UN-9008	2,72 d

* Los valores estimados deben ser tomados con reserva por la extrapolación.

** Media de 4 repeticiones. Valores adaptados a un contenido de humedad del grano del 12%.

*** Variedades comerciales usadas como controles.

Cuadro 4.

Análisis de correlación entre algunas características agronómicas para las líneas experimentales de arroz seleccionadas por su buena producción. Costa Rica

	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>	<i>V4</i>	<i>V5</i>	<i>V6</i>	<i>V7</i>	<i>V8</i>
V1	-----							
V2	0,261 ns	-----						
V3	0,218 ns	0,000 ns	-----					
V4	0,123 ns	-0,129 ns	0,138 ns	-----				
V5	-0,163 ns	-0,222 ns	0,293 ns	-0,077 ns	-----			
V6	0,057 ns	-0,223 ns	-0,153 ns	0,443 **	-0,050 ns	-----		
V7	-0,263 ns	-0,357 *	0,257 ns	0,458 **	0,204 ns	0,526 **	-----	
V8	-0,246 ns	-0,335 *	0,247 ns	0,390 *	0,402 **	0,491 **	0,830 **	-----

V1= Longitud de la hoja inferior, V2= Longitud de la panícula, V3= Longitud de la hoja bandera, V4= Granos llenos por panícula, V5= Granos vacíos por panícula, V6= Altura de planta, V7= Producción de grano en 1 m², V8= Peso de 1.000 semillas.

ns= correlación no significativa, *= correlación significativa (5%), **= correlación significativa (1%).

Cuadro 5.
Análisis de correlación entre algunas características agronómicas para las siete líneas experimentales de arroz seleccionadas por precocidad. Costa Rica

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
V1	-----						
V2	-0,076 ns	-----					
V3	-0,161 ns	-0,165 ns	-----				
V4	-0,198 ns	-0,259 ns	0,225 ns	-----			
V5	0,157 ns	0,349*	-0,313*	-0,616**	-----		
V6	-0,096 ns	0,444**	0,373*	-0,047 ns	-0,099 ns	-----	
V7	-0,342 *	0,047 ns	0,309*	0,536**	-0,593**	0,340*	-----

V1= Longitud de la panícula, V2= Longitud de la hoja bandera, V3= Granos llenos por panícula, V4= Granos vacíos por panícula, V5= Altura de planta, V6= Producción de grano en 1 m², V7= Peso de 1.000 semillas.

ns= correlación no significativa, *= correlación significativa (5%), **= correlación significativa (1%).

Al igual que lo reportado por SUAREZ *et al.* (1989), para ambos grupos de líneas se obtuvo una correlación positiva y significativa entre la producción por m² y el peso de 1.000 semillas, aunque esta correlación fue mayor para el grupo de líneas seleccionadas por producción.

REFERENCIAS

- Cruz, A., Orozco, R., Madriz, J., Salazar, R. y Brenes, A. 1992. Selección preliminar de plantas de arroz con resistencia vertical a *Pyricularia oryzae* Cav. por inducción de mutaciones. UNICIENCIA 9:29-32.
- Ganesan, K. y Subramanian, M. 1990. Genetic studies of the F₂ and F₃ of Tall x semidwarf rice varieties. IRRN 15: 4-7.
- Fernández, F. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. (Arroz: Investigación y producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT). CIAT, Cali, Colombia 83-100.
- Suárez, E., Alfonso, R., Pérez, R. and Iglesias, J. 1989. Correlation between yield and its components in upland rice in Cuba. IRRN 14:3 (June 1989) 10.
- The International Rice Research Institute. 1988. Standard Evaluation System for Rice, 3rd. ed. The International Rice Testing Program. Los Baños, Lagunas, Philippines. 54 pp.