

02

PERDIDA EN RENDIMIENTO CAUSADA POR PIRICULARIA EN ARROZ CICA -8 BAJO CONDICIONES SIMULADAS DE SECANO FAVORECIDO Y PARAMETROS EPIDEMIOLOGICOS PARA EVALUAR LOS NIVELES DE INFECCION

Carlos A. Montoya M.*
Sang Won Ahn **

COMPENDIO

ABSTRACT

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; los tratamientos tenían un arreglo factorial, constituido por cuatro niveles de nitrógeno (50, 100, 150 y 200 kg/ha) y el control químico como factor secundario. Al testigo se le aplicaron 200 kg N/ha. Las tasas de infección aparente en hojas y panícula, que mostraron incrementos diarios altos a medida que aumentó el nivel de nitrógeno, se estimaron con mayor precisión con la transformación logarítmica Gompertz que con la Logit. La ecuación $Y = e^{2.64 + 0.0007X}$ ($r = 0.985^{**}$), permite predecir cualquier pérdida en el rendimiento cuando se conoce el área total bajo la curva de la enfermedad (hoja, cuello y panícula). Las pérdidas variaron entre 47 y 66 o/o (50 y 200 kg N/ha respectivamente) y en el testigo fue del 18 o/o. El peso de 1 000 granos, porcentaje de granos llenos y número de panículas/m² fueron más afectados por la infección de piricularia que el número de granos por panícula. Cuando no se aplica control químico, la ecuación de regresión $Y = 4873.43 - 43.68 X_1 - 77.84 X_2$ ($R^2 = 0.73$), es la que mejor expresa la pérdida en rendimiento ocasionada por piricularia en hojas y panícula. El porcentaje de área foliar afectada contribuyó con 36 o/o de la pérdida en rendimiento y con 64 o/o la severidad de piricularia en la panícula.

A survey was conducted in order to estimate yield losses in rice CICA-8 caused by *Pyricularia oryzae*. A randomized complete block design was used with three replications. Treatments had a factorial arrangement with four levels of nitrogen (50, 100, 150 and 200 kg/ha) and the chemical control was considered the secondary factor. A check plot with 200 kg N/ha was also used. Infection rate values on both leaves and panicles were high with increasing levels of nitrogen. Gompertz model was more accurate in detecting degrees of infection than the logistic model. The equation $Y = e^{2.64 + 0.0007X}$ ($r = 0.985^{**}$) allows yield loss to be estimated when total value of the area under the rice blast disease curve (leaf, neck, panicle) is known. The range of yield loss varied between 47 o/o (50 kg N/ha) and 66 o/o (200 kg/ha). The check treatment had an 18 o/o loss. Weight of 1000 grains, percentage of filled grains, and number of panicles/m² were more affected by rice blast infection than the number of grains per panicle. The regression equation $Y = 4873.43 - 43.68 X_1 - 77.84 X_2$ ($R^2 = 0.73$), best expressed yield loss caused by rice blast disease in the leaves and panicles when chemical control is not applied. The percentage of infected leaf area contributed in 36 o/o to yield loss and the degree of severity in the panicle with 64 o/o.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. A. A. 6713, Cali, Colombia

1. INTRODUCCION

El añublo, causado por *Pyricularia oryzae* Cav, es uno de los problemas fitosanitarios más graves del cultivo del arroz. La enfermedad se presenta en la parte aérea de la planta, pero la infección de la panícula es la responsable de la pérdida en el rendimiento al afectar la formación y peso de los granos (Frattine y Soave, 6; Goto, 7; Padmanabhan, 13). En Colombia, la enfermedad está ampliamente distribuida y en regiones favorables para el desarrollo del patógeno las pérdidas son mayores del 30 o/o (Rosero, 15).

La enfermedad ha llegado a ser importante en los trópicos debido en parte a la siembra de variedades susceptibles y al uso de mayores cantidades de fertilizantes nitrogenados. La aplicación continua de fungicidas favorece el desarrollo y selección de patógenos virulentos y la pérdida de efectividad de algunos compuestos químicos (Abdalla y Hermsem, 1; Ward y Nistel Rooy, 17; Yorinori y Thurston, 18). La influencia del nitrógeno en la susceptibilidad del arroz a la piricularia ha sido registrada por muchos investigadores (Beir, Danzer y Tullis, 3; Otani, 10; Owen, 11; Padmanabhan, 12; Rao, 14; Topolanski, 16).

Los objetivos del trabajo fueron establecer las relaciones entre el nivel de nitrógeno y daño en la hoja, severidad en la panícula y pérdida en rendimiento de la variedad CICA-8; determinar el efecto del control químico, bajo diferentes niveles de nitrógeno, sobre la severidad y la pérdida en rendimiento y establecer la mejor metodología para evaluar los niveles de infección de la enfermedad en el follaje y en la panícula.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1. Diseño y siembra del experimento.

El experimento, llevado a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, se diseñó en bloques completos al azar (4 x 2 + 1) con tres repeticiones. Los tratamientos tenían un arreglo factorial constituido por cuatro niveles de nitrógeno (50, 100, 150 y 200 kg (ia)/ha) y el control químico como factor secundario. Las parcelas (10 m²) se inocularon con piricularia y se cubrieron diariamente con plástico, el testigo (parcela de referencia-PR) permitió observar el movimiento del inóculo y el progreso de la enfermedad sin control químico (Co) y con un alto nivel de nitrógeno (200 kg/ha).

El sistema de siembra empleado fué secano favorecido, plantando el arroz CICA-8 a 20 cm entre surcos; entre parcelas y bloques se sembraron

como barrera 2 surcos de la variedad IAC - 25. El nitrógeno (sulfato de amonio) se fraccionó (20 o/o en la siembra, a los 50 y 70 días después de la siembra y 40 o/o a los 20 días) buscando crear las mejores condiciones para el desarrollo de la enfermedad. Se aplicó Tricyclozole (Bim, 75 o/o PM) al momento de la siembra (1.5 g/kg de semilla), cuando las parcelas presentaron 4 o/o de infección foliar y cuando las plantas llegaron a los 70 días (300 g/ha); a los 100 y 110 días después de la siembra se aplicó una mezcla de Tricyclozole y Mancozed (600 g/ha).

2.2. Variables evaluadas.

El área foliar afectada por piricularia (o/o) se evaluó por punto fijo y al azar. En la técnica del punto fijo se seleccionaron 12 sitios (6 inoculados y 6 de referencia). Los sitios se inocularon con material infectado durante 5 días. Para las evaluaciones, cada 5 días entre los 30 y los 85 días, se tuvo en cuenta la posición de la hoja (n , $n-1$, $n-2$ y $n-3$, siendo n la última hoja completamente expandida).

Para evaluar piricularia en el follaje al azar se tomaron 10 macollas por parcela, teniendo en cuenta todas las hojas de la macolla. Las lecturas se realizaron a los 50, 55 y 60 días después de la siembra. La infección se evaluó mediante una escala ilustrada que considera el porcentaje de área foliar afectada y la severidad.

Para conocer la severidad y el porcentaje de infección en el cuello se evaluaron al azar 50 paniculas por parcela a los 10, 15, 20 y 25 días después de la floración. La severidad se determinó mediante la fórmula:

$$S = \frac{\sum F \cdot V}{N}$$
, en donde F = frecuencia de paniculas afectadas en cada grado, V = valor ponderado correspondiente y N = total de paniculas evaluadas. La infección en la panicula se evaluó usando una escala de 0 a 100 para la intensidad y una de 0 (sana) a 9 (severamente afectada) para la severidad.

2.3. Análisis estadístico.

Se efectuó análisis de varianza para el porcentaje de área foliar afectada por piricularia y evaluada por punto fijo y al azar. Las dos técnicas se compararon utilizando parámetros tales como varianza, media, coeficiente de correlación, coeficiente de variación, cantidad de información y tiempo requerido para la evaluación.

Para el porcentaje de área foliar afectada se consideraron parámetros

tales como promedio máximo, área bajo la curva de la enfermedad y tasa de desarrollo de la enfermedad, empleando las transformaciones logarítmicas Logit ($(x) = \ln(x/1-x)$) y Gompertz ($(y) = -\ln(-\ln(y))$), que miden respectivamente los valores "r" y "k" correspondientes a las tasas de infección de la enfermedad. Para la severidad de la enfermedad en la panícula y para el porcentaje de infección en el cuello se realizaron análisis de varianza y pruebas de Duncan. La variable rendimiento se sometió a análisis de varianza y pruebas de Duncan.

Se hicieron análisis de regresión múltiple, empleando la técnica de Stepwise, entre la variable rendimiento y cada uno de los componentes de acuerdo a los diversos grados de severidad. La técnica de Stepwise tiene la ventaja de seleccionar las variables que más se relacionan con el parámetro bajo estudio a un nivel de significancia del 5 o/o. Finalmente, se quiso establecer un modelo matemático que expresará la pérdida en rendimiento cuando se emplea o no control químico de la enfermedad que estuviera en función de la infección foliar, severidad del ataque en la panícula, nivel de nitrógeno, además de considerar los principales componentes que contribuyen a la pérdida en rendimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Nivel de infección en el follaje.

El mayor porcentaje de área foliar afectada para los tratamientos sin control químico ocurrió a los 60 días y siendo el promedio de 42 o/o para el nivel de 150 kg N/ha seguido por 200 (37 o/o), 100 (30 o/o) y 50 kg N/ha (25 o/o). En las parcelas con control químico, el máximo (10 o/o) se alcanzó a los 45 dds (Figuras 1 y 2).

Como es muy posible el máximo alcanzado sea consecuencia de una infección anterior, sería recomendable aplicar fungicidas a los 30 o 35 días después de la siembra, por ser las fechas en que las parcelas sin control químico presentan incrementos más altos de la enfermedad.

3.2. Transformaciones logarítmicas de las tasas de infección en el follaje.

El porcentaje acumulado de área foliar afectada por tratamiento se sometió a las transformaciones Logit y Gompertz. Dada la similitud de las tasas de desarrollo de la enfermedad, los tratamientos se agruparon en sin control químico (Grupo 1), con control químico (Grupo 2) y testigo (Grupo 3). El modelo de Gompertz estima con mayor precisión dichas tasas considerando el coeficiente de determinación (R^2) y el error de estimación del modelo, calculado por la raíz cuadrada del cuadrado medio

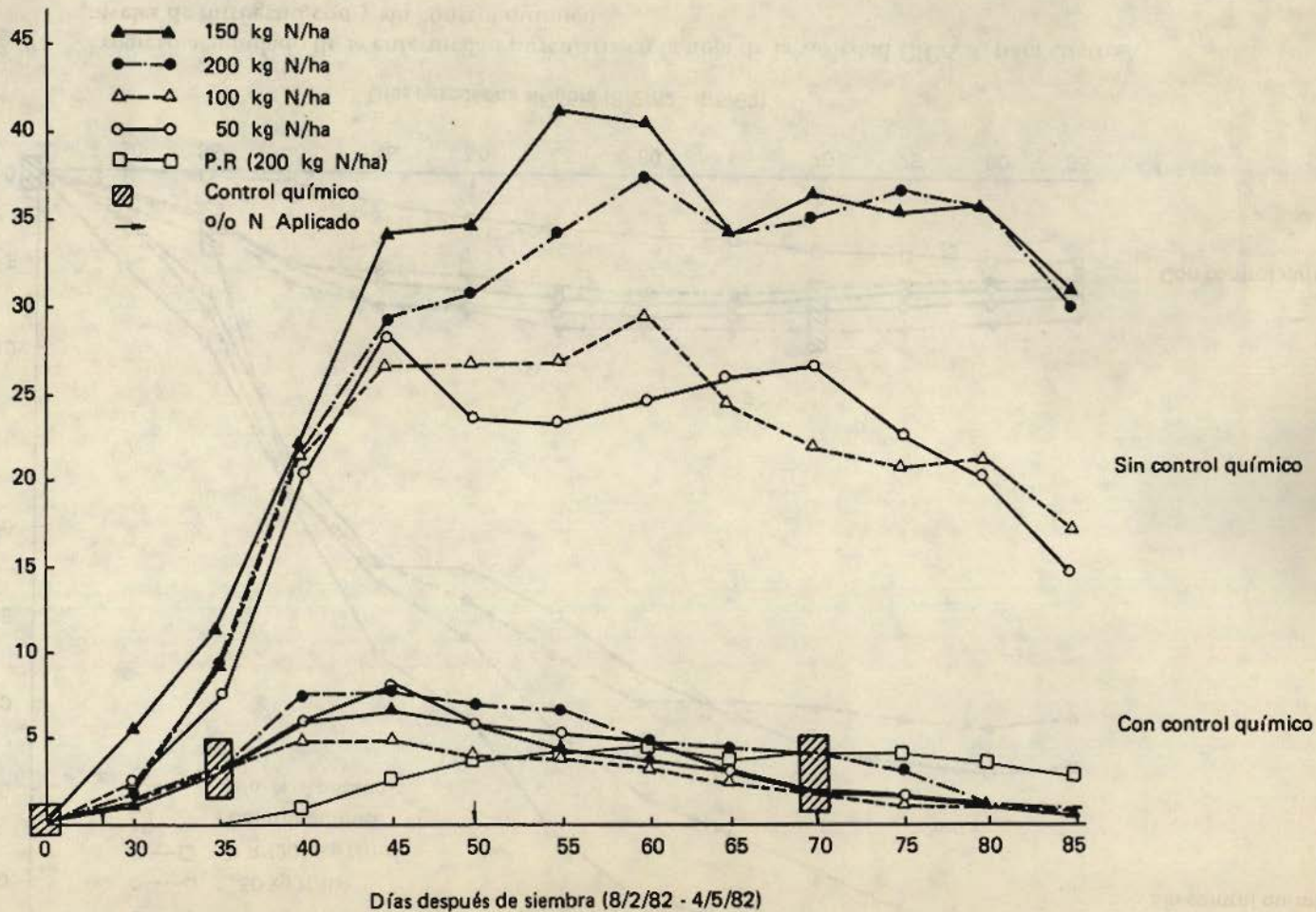


Fig 1. Progreso de piri-piri en la hoja de la variedad CICA 8 en presencia de cuatro niveles de nitrógeno, con y sin control químico.

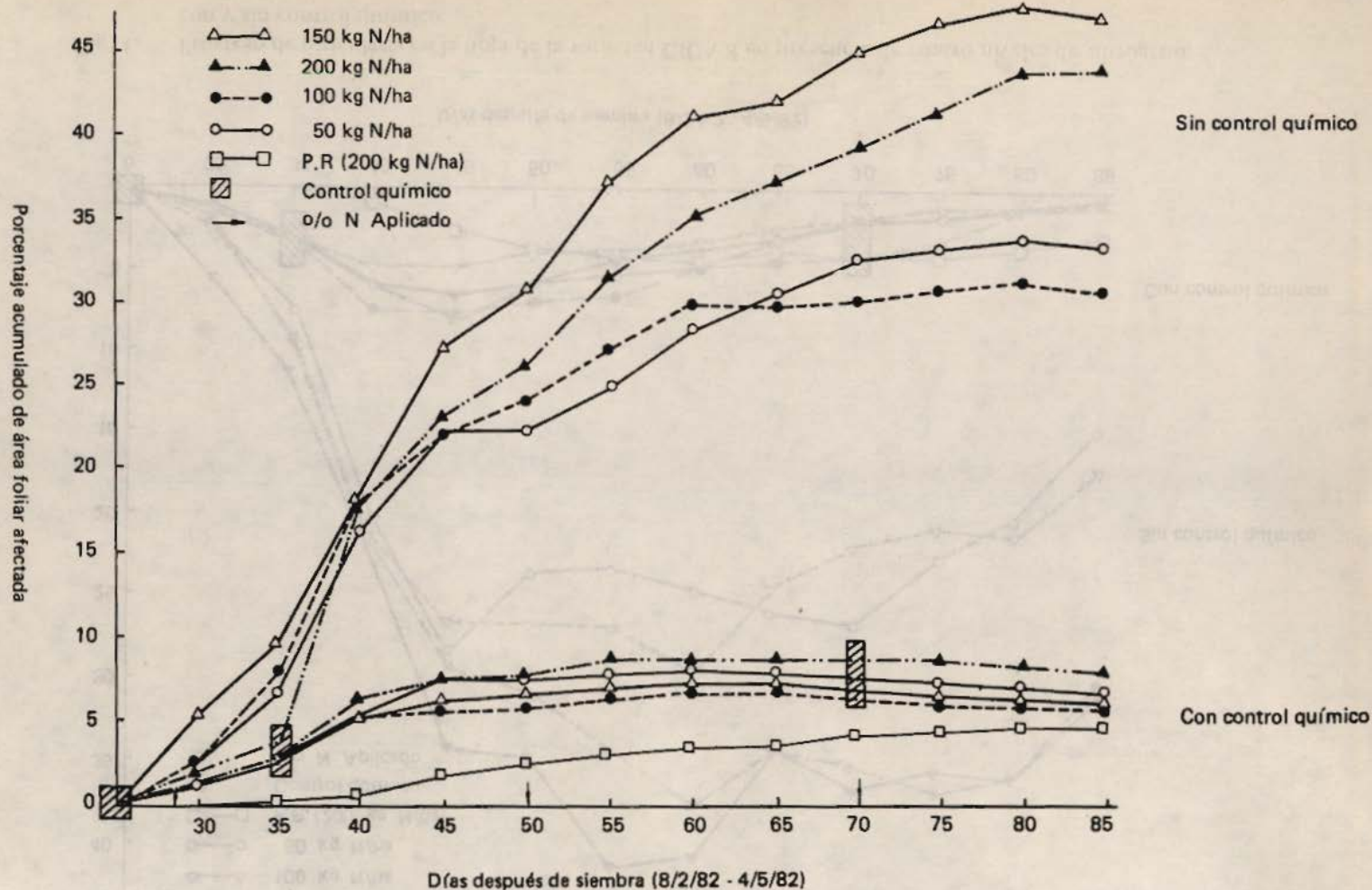


Fig. 2. Progreso acumulado de la enfermedad piricularia en la hoja de la variedad CICA 8, para cuatro niveles de nitrógeno con y sin control químico.

del error (CME)^{1/2} (Cuadro 1). Gráficamente se relacionaron los valores observados y los estimados; para lograrlo, se incorporaron al modelo los datos de porcentaje de área foliar afectada acumulada observada en el campo para apreciar el comportamiento de estos tratamientos sometidos a las transformaciones (Figuras 3 y 4).

A medida que aumentó el nivel de nitrógeno también lo hizo la tasa de desarrollo de la enfermedad, corroborando los resultados de otras investigaciones (Feakin, 5; Goto, 7; Ou y Jennings, 9; Owen, 11; Padmanabhan, 13; Topolanski, 16).

Al conocer las tasas de infección por tratamiento se puede llegar a predecir la pérdida en rendimiento, porque la tasa es un índice de la severidad de la enfermedad.

3.3. Metodologías empleadas para evaluar los niveles de infección en la hoja.

El coeficiente de correlación (0.95), significativo a un nivel del 5 o/o, indica que existe un alto grado de asociación entre estas dos metodologías y que es indiferente evaluar por cualquiera de los dos (Cuadro 2, Fig 5).

Dada la similitud que existía entre los parámetros analizados, el tiempo requerido influyó bastante en la escogencia de la evaluación al azar como la mejor metodología.

3.4. Severidad de piricularia en la panícula.

La severidad de piricularia en la panícula aumenta a medida que transcurren los días después de la floración, época que ha sido recomendada como la más apropiada para medir la severidad de la piricularia en la panícula (Abraham, 2; Goto, 7; Padmanabhan, 13). En la quinta evaluación los valores promedios de severidad de piricularia fueron de 43 o/o para 150 kg N/ha, 40 o/o para 200 kg N/ha, 30 o/o para 100 kg N/ha y 20 o/o para el nivel de 50 kg N/ha (Fig. 6).

Para los tratamientos con control químico la severidad promedio para todos los niveles de nitrógeno se redujo considerablemente (1 o/o); sin embargo, sería importante determinar si dicho control se justifica desde el punto de vista económico, ya que fué necesario realizar 5 aplicaciones.

Cuadro 1

Parámetros estadísticos de los modelos Logit y Gompertz para la variable porcentaje de área foliar atacada por piricularia

Grupo de tratamientos	Transformación Logit			Transformación Gompertz		
	Tasa de infección aparente (r)	coeficiente de determinación R^2	error standart S_x, Y	Tasa de infección aparente (K)	coeficiente de determinación R^2	error standart S_x, Y
4 niveles de N sin control químico	0.0440**	0.7245	0.5130	0.0209	0.8089**	0.1928
4 niveles de N con control químico	0.0218*	0.4558	0.4514	0.0064	0.4727*	0.1286
Testigo	0.0910**	0.5817	1.4596	0.0173	0.7144**	0.2076

* = Significativo al 5 o/o.

** = Significativo al 1 o/o.

Cuadro 2

Comparación estadística de dos técnicas de evaluación de piricularia en el follaje

Método	Fecha de Evaluación	Media \bar{X}	Varianza S^2	Coef. variación CV o/o	Media general \bar{X}_g	Varianza general S^2_g	Cantidad de Información	Tiempo de evaluación	Coef. de correlación Cc	Coef. correl. general Ccg	Tc	Tt 5 o/o
Punto fijo	50	15.97	162.30						0.924			
	65	16.83	249.64	28.66	15.79	20.49	27/20.49	6 h.	0.957	0.947*	1.65*	1.96
	70	14.75	213.45						0.962			
		$\bar{x} = 15.85$	$\bar{x} = 208.96$									
Azar	50	14.88	111.51						0.924			
	65	14.87	177.68	29.47	19.97	19.47	27/19.47	4 ¹ / ₂ .h	0.957	0.947*	1.42*	1.96
	70	15.15	176.62						0.962			
		$\bar{x} = 14.96$	$\bar{x} = 155.27$									

* = Significativo al 5 o/o

Tc y Cc = Calculados entre las medias de los métodos de evaluación.

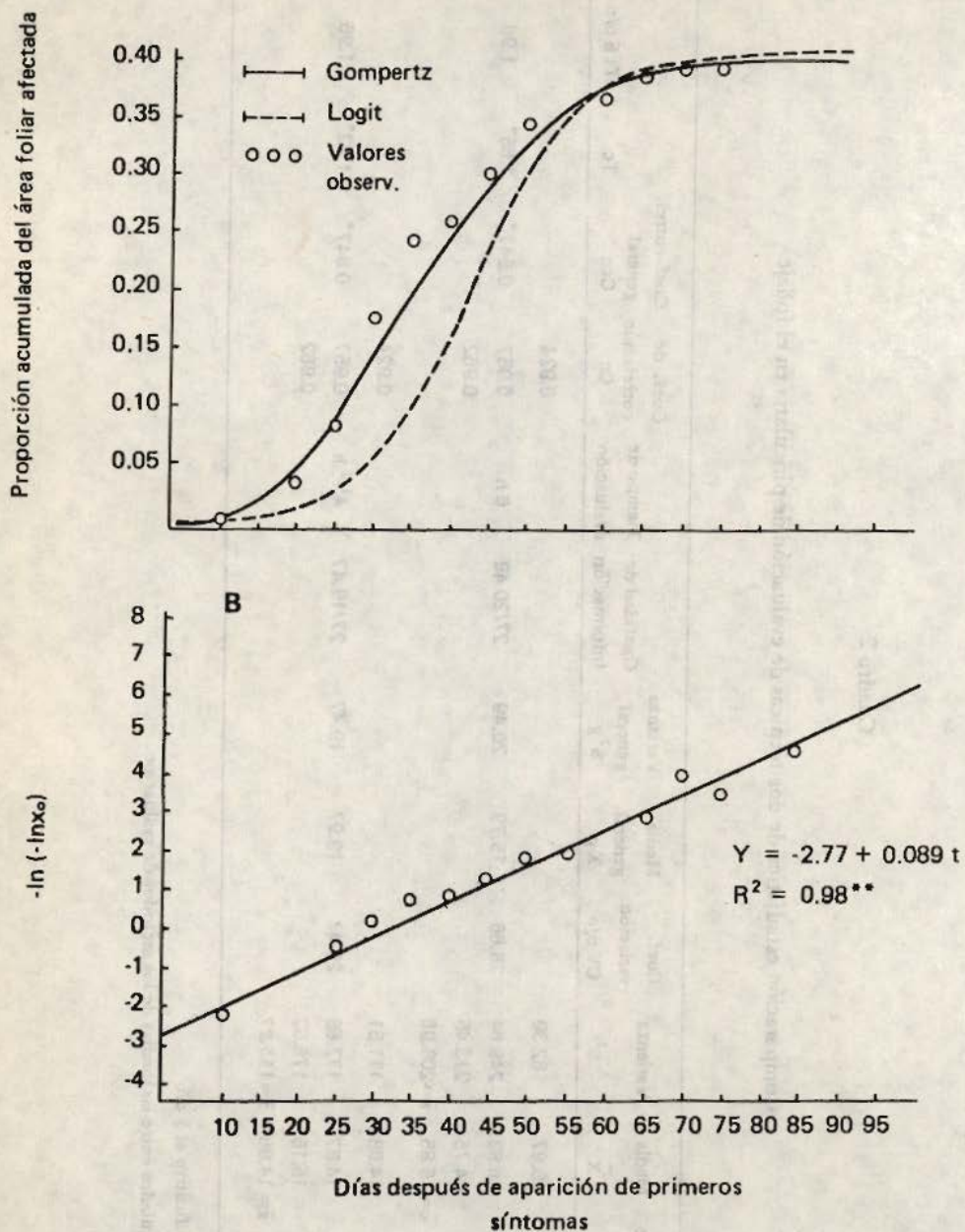


Fig 3 Curva de progreso de piricularia sin control químico transformada por Logit y Gompertz para el grupo. B. Proportión del área afectada (X_0) transformada por Gompertz.

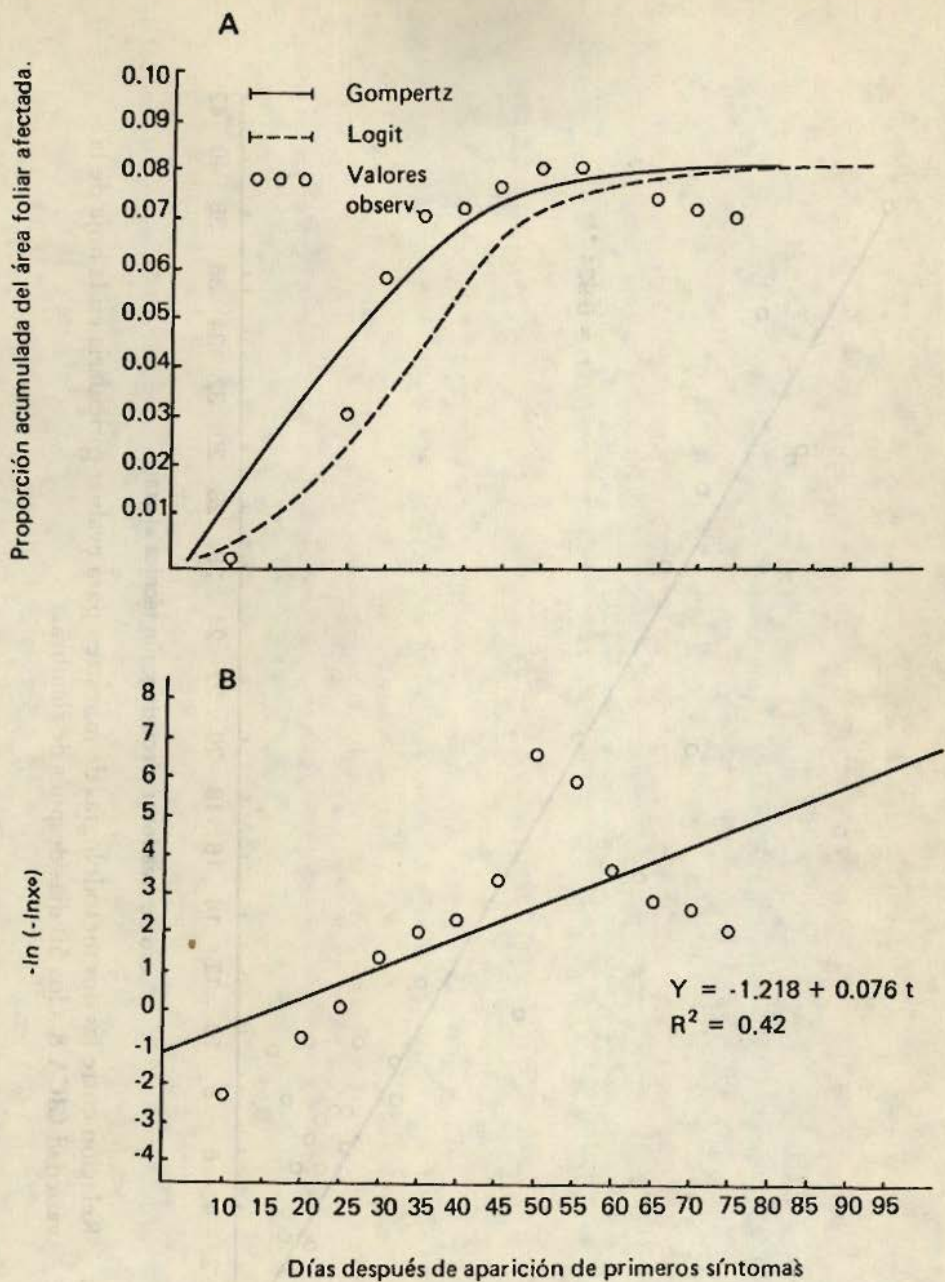


Fig 4 Curva de progreso de la enfermedad piricularia con control químico Transformada por Logit y Gompertz. B. Proporción del área foliar afectada (X_0) transformada por Gompertz.

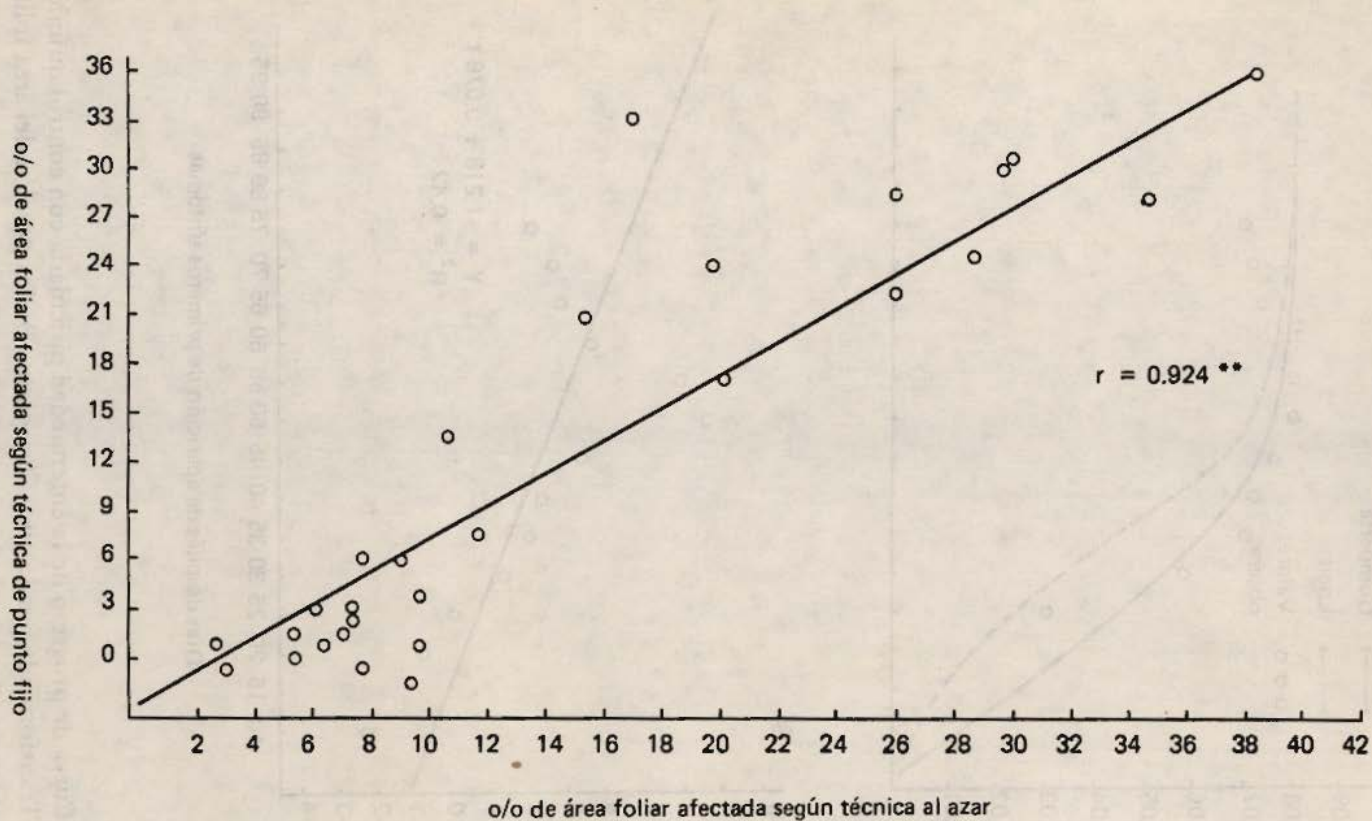


Fig 5. Relación entre las dos metodologías de muestreo para evaluar piricularia en la hoja de la variedad CICA 8 a los 50 días después de siembra.

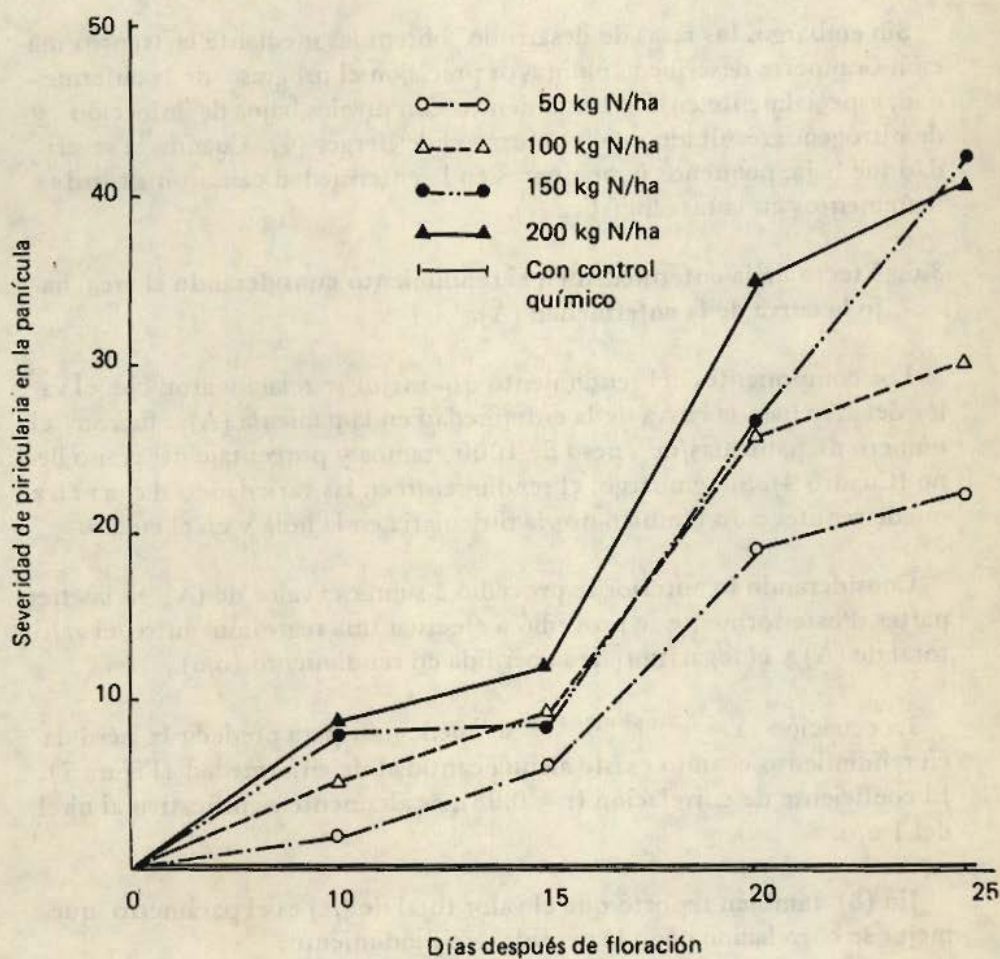


Fig 6. Severidad de pircularia en la panícula con y sin control químico en arroz CICA - 8 contra días después de floración.

3.5. Transformaciones logarítmicas de las tasas de desarrollo de la enfermedad en la panícula.

A medida que aumenta la severidad de piricularia, también lo hace la tasa de infección; dicha tendencia también se observó a medida que aumentó el nivel de nitrógeno (Cuadro 3).

Sin embargo, las tasas de desarrollo obtenidas mediante la transformación Gompertz describen con mayor precisión el progreso de la enfermedad, especialmente en los tratamientos con niveles bajos de infección y de nitrógeno; resultado que confirma el de Berger (4). Cuando la severidad fué baja, pequeños incrementos en la enfermedad causaron grandes incrementos en la tasa logística (r).

3.6. Efecto de la enfermedad en el rendimiento considerando el área bajo la curva de la enfermedad (A).

Los componentes del rendimiento que mejor se relacionaron con el valor del área bajo la curva de la enfermedad en la panícula (A), fueron el número de paniculas/m², peso de 1000 gramos y porcentaje de grano lleno (Cuadro 4). Sin embargo, el rendimiento en las variedades de arroz puede ser afectado también por la piricularia en la hoja y en el cuello.

Considerando lo anterior se procedió a sumar el valor de (A) en las tres partes. Posteriormente se procedió a efectuar una regresión entre el valor total de (A) y el logaritmo de la pérdida en rendimiento (o/o).

La ecuación $Y = e^{2.64 + 0.0007x}$ se puede usar para predecir la pérdida en rendimiento cuando existe alguna cantidad de enfermedad (Figura 7). El coeficiente de correlación ($r = 0.98$), es altamente significativo al nivel del 1 o/o.

Jin (8) también reportó que el valor total de (A) es el parámetro que mejor se correlaciona con la pérdida en rendimiento.

3.7. Efecto de la enfermedad en el rendimiento.

Todos los tratamientos causaron una disminución significativa en el rendimiento en las parcelas sin protección (Cuadro 5).

La diferencia en el rendimiento promedio en las parcelas protegidas (4986.3 kg/ha) y no protegidas (2182.5 kg/ha) fué altamente significativa. Esta diferencia se debió a la severidad de piricularia en la panícula, que ocasionó alto porcentaje de vaneamiento de los granos en los trata-

Cuadro 3

Comparación estadística de las transformaciones Logit y Gompertz considerando la variable severidad de piricularia en la panícula

Tratamiento	Transformación Logit			Transformación Gompertz		
	Tasa de infección aparente (r) ^c	Coefficiente de determinación R ²	error standart Sx , Y	Tasa de infección aparente (K) ^a	Coefficiente de determinación (R ²)	error standart Sx , Y
N ₁ Co	0.1631 - 0.2033*	0.8948 - 0.9342	0.4423 - 0.4267	0.0627 - 0.0710*	0.8981 - 0.9566	0.1670 - 0.1196
N ₂ Co	0.1399 - 0.1654*	0.9411 - 0.9778	0.2767 - 0.1970	0.0588 - 0.0745*	0.6599 - 0.9768	0.3340 - 0.090
N ₃ Co	0.1323 - 0.1658*	0.7408 - 0.9568	0.6189 - 0.2784	0.0702 - 0.0770*	0.7844 - 0.9390	0.2912 - 0.1553
N ₄ Co	0.1408 - 0.1490*	0.9752 - 0.8176	0.1774 - 0.5565	0.0696 - 0.0769*	0.9719 - 0.9429	0.0936 - 0.1498
PR	0.0639 - 0.755 *	0.9203 - 0.9173	0.1487 - 0.1794	0.0281 - 0.0341*	0.9182 - 0.9160	0.0664 - 0.1794
N ₁ C ₁	0.0794 - 0.1163*	0.8549 - 0.8919	0.2586 - 0.3203	0.0123 - 0.0189*	0.8582 - 0.8956	0.039 - 0.051
N ₂ C ₁	0.1126 - 0.1449*	0.8888 - 0.8899	0.3147 - 0.4029	0.0183 - 0.0243*	0.8811 - 0.8951	0.053 - 0.065
N ₃ C ₁	0.2274 - 0.2347*	0.9447 - 0.9423	0.4353 - 0.4592	0.0431 - 0.0449*	0.9384 - 0.9370	0.087 - 0.092
N ₄ C ₁	0.2106 - 0.2478*	0.8980 - 0.9751	0.5612 - 0.3129	0.0416 - 0.0518*	0.9319 - 0.9668	0.0890 - 0.075

* = Significativo al 5 o/o

C₀ = Sin control

** = Altamente significativo al 1 o/o

C₁ = Con control

Cuadro 4

Coefficientes de correlación entre el rendimiento, el área total bajo la curva de la enfermedad (A) y algunos componentes del rendimiento en arroz CICA-8-

Valor de (A)	Rendimiento (kg/ha)	No. paniculas/m ²	No. granos/panicula	W/100 granos (g)	o/o grano lleno
Hoja	-0.852**	-0.629	0.075 NS	-0.399*	-0.308 NS
Panicula	-0.960**	-0.686	0.100 NS	-0.562**	-0.625 **
Cuello	-0.878**	-0.536	0.183 NS	-0.582**	-0.624 **

* = Significativo al nivel del 5 o/o

**= Altamente significativo al nivel del 1 o/o

NS= No significativo.

Cuadro 5

Efecto del control químico sobre el rendimiento a diferentes niveles de nitrógeno del arroz CICA-8.

Nitrógeno	Rendimiento (kg/ha)		Diferencia en rendimiento	"Fc"	" Ft"	DMS k/ha
	Parcelas tratadas	Parcelas no tratadas				
50	5240.95	2789.56				
100	4966.17	2492.99				
150	5154.35	1883.69				
200	4583.75	15 63.57				
	$\bar{x} = 4986.31$	$\bar{x} = 2182.46$	280385	20.61	3.89	761.68

** Altamente significativo al 1 o/o.

Logarítmico del o/o de pérdida en rendimiento

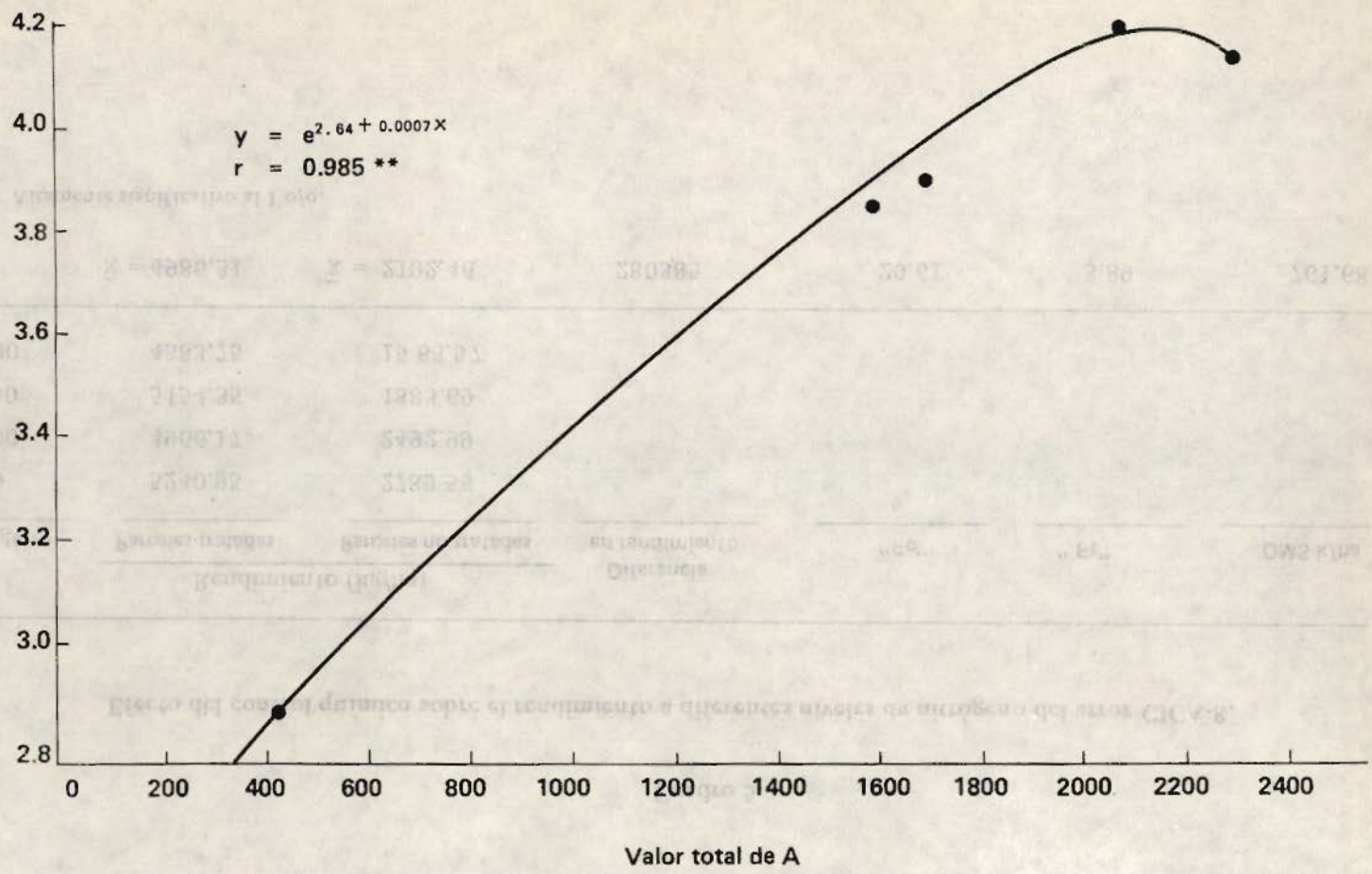


Fig 7. Pérdida (o/o) en rendimiento para cinco tratamientos con diferentes nivel de nitrógeno vs. el área total bajo la curva de picurularia (A) en la variedad de arroz CICA - 8.

mientos sin control químico (Cuadro 6).

Para la variable rendimiento, la diferencia mínima significativa al nivel del 5 o/o fué de 762 kg/ha, entre las parcelas con control y sin control químico.

El mayor rendimiento en los tratamientos con control químico se obtuvo con la aplicación de 50 kg N/ha, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre ellos, pero sí con los tratamientos sin control químico (Figura 8).

El mayor porcentaje de pérdida (66 o/o) correspondió a 200 kg N/ha, seguido por los niveles 150 (64 o/o), 100 (50 o/o) y 50 kg N/ha (47 o/o). El testigo presentó una pérdida tan solo del (18 o/o). Estas pérdidas concuerdan con las observaciones de Rosero (15).

La infección de la hoja por pircularia reduce la altura de la planta y el número efectivo de paniculas/m² (Cuadro 6, Figura 9), mientras que pircularia en la panícula reduce el porcentaje de granos llenos y peso de 1000 granos. La magnitud depende del nivel de nitrógeno y de la intensidad de la enfermedad. El efecto combinado de la pircularia en la hoja y en la panícula sobre los componentes del rendimiento resulta en reducción significativa del rendimiento.

En ausencia de la enfermedad, la respuesta al nitrógeno raramente se observa en los suelos de alta fertilidad del CIAT. En el experimento, sin embargo, incrementando el nitrógeno se reduce el rendimiento de las parcelas enfermas (Cuadro 7). Las diferencias en rendimiento, a diferentes niveles de nitrógeno, no son significativas en las parcelas protegidas; pero en presencia de la enfermedad el peso de 1000 gramos parece ser el principal parámetro que explica la variación en el rendimiento.

El porcentaje de grano lleno y el número de paniculas/m² tienen menos efecto sobre la diferencia en el rendimiento. El análisis de regresión múltiple indica que la contribución relativa en la reducción del rendimiento por pircularia en la hoja y en la panícula fué de 36 y 64 o/o, respectivamente. Esta información provee no sólo un modelo de predicción del rendimiento, sino que también estima el efecto relativo de pircularia en follaje y panícula.

4. CONCLUSIONES

4.1. Bajo las condiciones de secano favorecido, la aplicación creciente de nitrógeno aumentó la severidad de pircularia en la hoja y panícula, y redujo los rendimientos; sin embargo, cuando se controló la enfer-

Cuadro 6

Desarrollo de piricularia del arroz bajo diferentes niveles de nitrógeno y efecto sobre caracteres agronómicos en CICA-8 bajo condiciones de secano favorecido

Nivel de nitrógeno (kg/ha)	Piricularia en la hoja 60 dds		No. de paniculas		Altura (cm)		Piricularia en la panicula (o/o) 25 ddf		Porcentaje de grano lleno		Peso de 1000granos (g)		Rendimiento t/ha	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
50	6.9	30.1	632	628	86.7	74.4	0.3	22.2	70.7	62.1	20	17.8	5.2	2.9
100	8.5	28.5	674	487	82.7	75.8	0.5	30.3	65.7	65.8	18	19.9	5.0	2.5
150	7.6	41.2	581	449	86.1	68.1	2.3	39.7	69.8	51.5	21	15.4	5.2	1.9
200	8.9	35.4	717	514	87.8	66.8	3.5	40.9	72.3	55.4	20	15.8	4.6	1.6
DMS5 o/o	5.7	105	105		5.9		1.6		14.9		3.2		0.8	

A: con aplicación de fungicidas NA: sin aplicación de fungicida.

Cuadro 7

Contribución de los componentes del rendimiento, nivel de nitrógeno y rendimiento del arroz CICA 8 infectado por piricularia bajo condiciones de campo

Tipo de regresión		Número efectivo de paniculas por m ²	Granos por panicula	Peso de 1000 granos	Granos llenos o/o	Nitrógeno (kg/ha)
Simple	Intercepto	-244.148	4909.83	-935.22	103.55	3254.28
	Coefficiente de regresión	4.67*	-22.633 ns	181.014**	38.933**	-8.57**
	R ²	0.400	0.226	0.65	0.503	0.594
Multiple sin control químico de la enfermedad	$Y = 658.684 + 180.672 X_1 - 5.775 X_2 \quad (R^2 = 0.87)$ <p>donde Y = Rendimiento estimado en kg/ha X_1 = Peso de 1000 granos X_2 = Nivel de nitrógeno (kg/ha)</p>					
Multiple sin control químico de la enfermedad	$Y = 4874.43 - 43.68 X_1 - 77.84 X_2 \quad (R^2 = 0.73)$ <p>donde Y = Rendimiento estimado en kg/ha X_1 = Promedio de área foliar afectada (o/o) X_2 = Promedio de severidad en la panicula</p>					

* Nivel de significancia al 5 o/o; ns = no significante

** Nivel de significancia al 1 o/o.

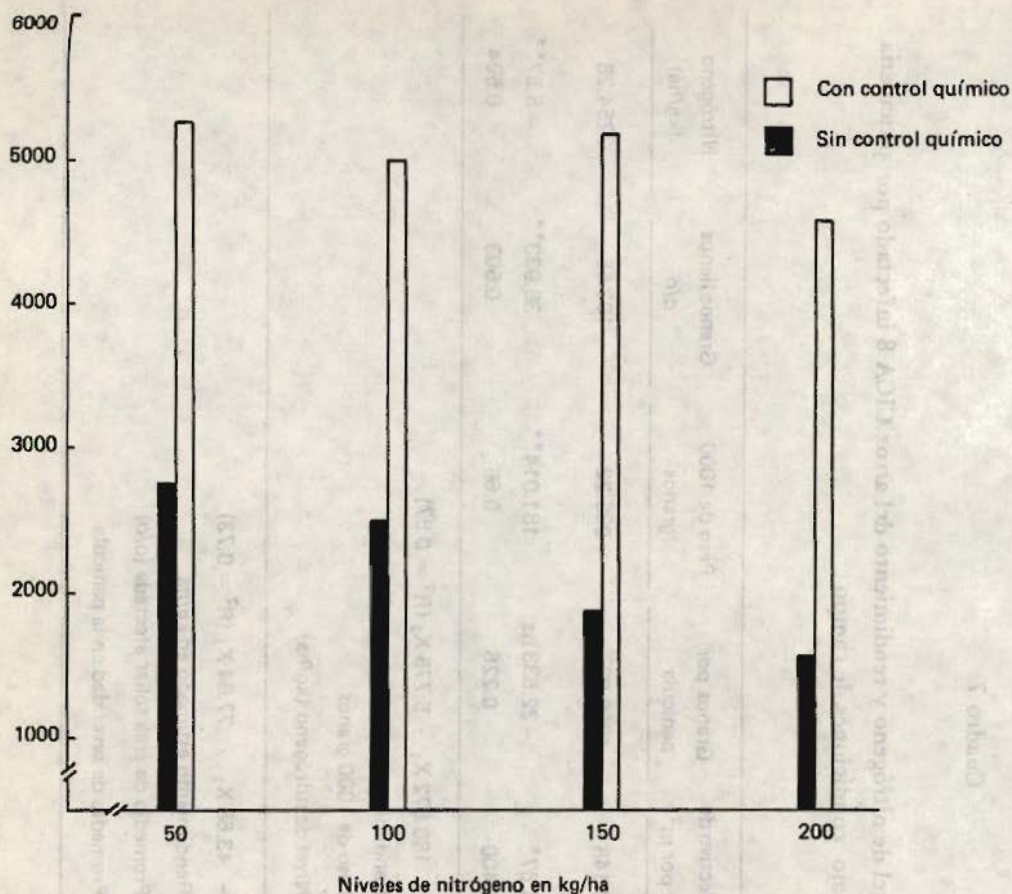


Fig 8. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de arroz CICA-8 en condiciones de secano.

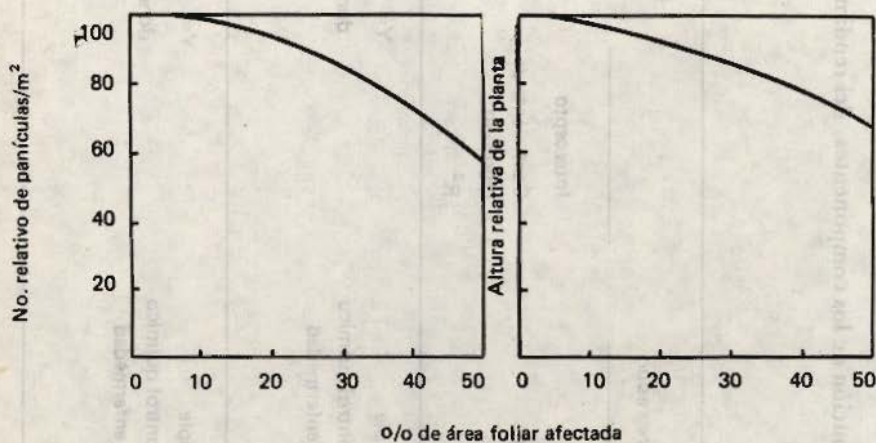


Fig 9. Piricularia en el follaje y número de panículas efectivas/m² y altura de la planta de arroz CICA-8.

medad, los rendimientos fueron mayores con niveles altos de nitrógeno.

- 4.2. La protección química de la semilla, la aplicación foliar cuando la infección alcanza el 4 o/o, aplicaciones a los 50 y 70 días y en el estado de floración (98 y 110 días) previenen efectivamente la enfermedad, pero resultaría antieconómica para los agricultores.
- 4.3. La evaluación al azar de los niveles de infección en la hoja arrojó valores similares a los obtenidos mediante la metodología del punto fijo; pero considerando el tiempo y existiendo buena cantidad de material para evaluar se justificaría la aplicación de la primera.
- 4.4. El área bajo la curva de la enfermedad (A) se correlaciona mejor con la pérdida porcentual en rendimiento, ya que proporciona resultados más consistentes que las transformaciones Logit y Gompertz.
- 4.5. La reducción en el rendimiento se puede expresar mejor por la regresión entre el logaritmo del porcentaje de pérdida en rendimiento y el área total bajo la curva de la enfermedad (A).
- 4.6. La transformación Gompertz presenta mejor ajuste estadístico que la Logit cuando se evaluaron pequeñas cantidades de la enfermedad en la hoja y panícula (tratamientos con control químico).
- 4.7. Aplicaciones de 50 kg de N/ha para las condiciones de los suelos del CIAT incrementan en mayor grado los rendimientos, aumentando el número de panículas por unidad de área.
- 4.8. El peso de 1000 gramos y el número de granos llenos por panícula en las parcelas sin control químico, aunque en menor grado, ejercen gran influencia sobre el rendimiento.
- 4.9. La incidencia de piricularia en las hojas y en las paniculas aumentó con el aumento de los niveles de nitrógeno, correspondiendo a 200 kg/ha las mayores pérdidas (66 o/o), seguido por los niveles 150 (64 o/o), 100 (50 o/o) y 50 kg N/ha (47 o/o).
- 4.10. La contribución relativa de piricularia en las hojas y en las paniculas fué de 36 y 64 o/o, respectivamente.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ABDALLA, M. M. F. and HERMSEN, L. H. The concept of breeding for uniform and differential resistance and their integration. *Euphytica* 20: 351-361. 1971.
2. ABRAHAN, T. P. Investigations of field experimental techniques with rice crop. II Sampling in field experimental for estimation of plant characters and incidence of pest disease. *Indian J. Agric. Sci.* 37(4): 180 - 192. 1966.
3. BEIR, R. D.; DANZER, J. D. and TULLIS, E. C. The interrelationship of nitrogen and other factors affecting the blast disease of rice caused by *Pyricularia oryzae* Cav. *Plant Dis. Rep.* 43(4): 447 - 482. 1959.
4. BERGER, R. D. Comparison of the Gompertz and Logistic equation to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71: 716-719. 1981.
5. FEAKIN, S. D. Pest control in rice. London, Centre for overseas pest research, 1970. pp 42- 50 (Pans manual No. 3).
6. FRATTINI, J. A. e SOAVE, J. Tentativa de avaliação de perdas por piricularia em cultivares de arroz em el Estado de Sao Paulo. *R. Agriculture* 49 (213): 101-108. 1972.
7. GOTO, K. Estimating losses from rice blast in Japan. *In: The rice blast disease.* Baltimore, Hopkins, 1963. pp: 195 - 202.
8. JIN, Y. K. Epidemiological studies on the slow blasting type resistance of rice cultivars and yield measurement. Master Science Thesis. Seoul, National University, 1983. pp 1 - 50.
9. OU, S. H. and JENNINGS, P. R. Progress in the development of disease resistance in rice. *Ann. Rev. Phytopath.* 7: 383- 410. 1969.
10. OTANI, Y. Studies on the relation between the principal component of rice plant and its susceptibility to the blast disease. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 16 (3/4) 97-102. 1952. (Japanese).

11. OWEN, E. J. 1979. Fertilización nitrogenada del arroz de riego . Villavicencio, ICA, 1979. pp 51-55. (Compendio n 29).
12. PADMANABHAN, S. Y. The present position and control of rice diseases in India. Proc. Indian Acad. Sci. Sect B 49(5): 349-362. 1959.
13. PADMANABHAN, S. Y. Estimating losses from rice blast in India . In: The rice blast diseases.. Baltimore, Hopkins, 1963. pp 203 - 221.
14. RAO, A. A. Nitrogenous manuring in relation to blast diseases (*Pyricularia oryzae* Cav.) of rice. Proc. Indian Acad. Sci. Sect . B. 59(3): 173- 184. 1964 (Biological Abstracts 46 : 21289. 1965).
15. ROSERO, M. J. Combinación múltiple de líneas en la selección de variedades resistentes al bruzone. In: Reunión Anual Programa Nacional de Arroz. Palmira, ICA, 1974. pp 1 - 5.
16. TOPOLANSKI, E. El arroz: su cultivo y producción. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. pp: 127 - 135, 138 - 142.
17. WAARD, M. A. DE and NISTEL ROOY J.G. M. VAN. Mechanism of resistance to pyrazophos in *Pyricularia oryzae*. Neth.J. Pl. Path 86: 251- 258. 1980.
18. YORINORI, J. T. and THURSTON, H. D. Factors wich may express general resistance in rice to *Pyricularia oryzae* Cav. In: Horizontal resistance to the blast disease of rice. Cali, CIAT, 1975. pp: 117- 135. (Ser CE - 9).