

~~ESTIMACION DE PERDIDAS DE RENDIMIENTO EN ARROZ PARA EL MANEJO ECONOMICO DEL ARROZ ROJO (Oryza sativa L).~~

¹ ²
Albert Fischer y Alvaro Ramirez

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



2596
14 JUL. 1993

Trabajo presentado en la VIII Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y El Caribe, del 10 al 16 de Noviembre de 1991, en Villahermosa, México.

INTRODUCCION

A menudo los productores desconocen el real valor de las pérdidas que las malezas causan a sus cosechas. Esto lleva a que frecuentemente el control de malezas, resulte económicamente ineficiente con relaciones costos/beneficios subóptimas. El manejo integrado de malezas al considerar diversas opciones de acción debe, entre otras cosas, buscar la optimización de los beneficios económicos. Por lo tanto la predicción de las pérdidas de rendimiento y calidad por la competencia de malezas, y el conocimiento de cuándo esas pérdidas ocurren es crucial para establecer cuál será el beneficio económico resultante de una determinada opción de manejo de malezas. De esta forma se establece una base racional para seleccionar métodos de control de malezas y se estimula la consideración de otras prácticas de manejo aparte del uso de herbicidas. El arroz rojo (*Oryza sativa* L.) amenaza la sostenibilidad del arroz en América Latina, afectando su rendimiento y calidad. A menudo campos arroceros altamente infestados deben ser abandonados. El arroz rojo se caracteriza por su pericarpio rojo y se lo ha designado bajo diversos nombres científicos, pero en general se acepta que pertenece al mismo género y especie que el arroz comercial¹.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido el de evaluar pérdidas de rendimiento causadas por distintas densidades de arroz rojo compitiendo durante diversos períodos. Como base para orientar el manejo integrado de esta maleza. El arroz rojo escapa a la mayoría de los métodos usados para el control selectivo de malezas en arroz, quedando así como principal maleza en los campos infestados. Por esta razón se justifica el estudio de la competencia de esta maleza en forma individual.

¹/ Diarra, A., Smith Jr. R. y Talbert, R. 1985. Inteference of red rice with rice. Weed Sci. 33:644-649.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE ARROZ ROJO

En 1990 se condujo un experimento en campo de productor (Valle del Cauca, Colombia) donde arroz cv. "Oryzica 1" creció junto con varias densidades de arroz rojo. El arroz rojo se sembró con el cultivo y las densidades reales (plantas/m²) se evaluaron 30 días después de la emergencia (DDE) del cultivo. El arroz comercial se sembró sobre suelo seco a razón de 100 kg de semilla/ha. El cultivo se condujo bajo riego intermitente. El arroz rojo fue un fuerte competidor, ya que bajas densidades causaron mermas relevantes en los rendimientos de arroz (Figura 1). La información así generada permite predecir pérdidas de rendimiento a partir de un cierto nivel de infestación de arroz rojo (previsto o evaluado temprano en el ciclo del cultivo). El conocimiento de las pérdidas potenciales (o del beneficio a obtenerse con el control de la maleza) es la base para tomar decisiones de manejo racionales y económicas, y puede también indicar la conveniencia de rotar con otros cultivos (aunque estos tengan menores precios en el mercado que el arroz) donde el control del arroz rojo sea más factible. Dadas las características nocivas de esta maleza es aconsejable controlarla siempre y evitar reinfestaciones, incluso si se trata de bajas infestaciones. Por lo tanto con la información de la Figura 1, en lugar de definir umbrales de acción, se buscará más bien ajustar los costos de manejo a los beneficios potenciales.

GRANO PADDY(% del testigo desmalezado)

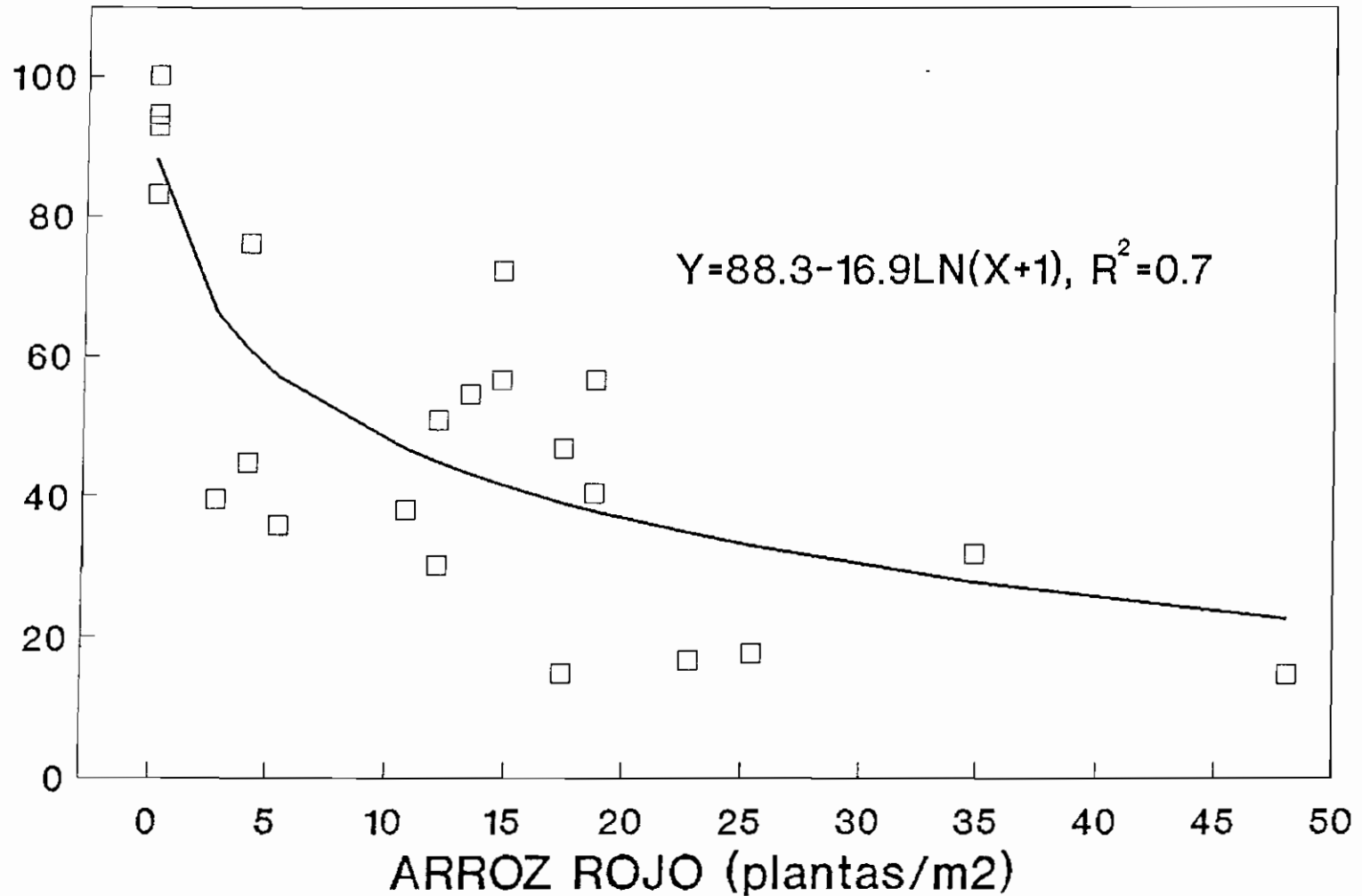


Figura 1. Efecto de la población de arroz rojo, compitiendo durante todo el ciclo del cultivo, sobre los rendimientos de arroz comercial cv "Oryzica 1".

EFFECTO DEL MOMENTO DE DESHIERBADO

Otro experimento fue conducido en 1990 bajo las mismas condiciones que el experimento anterior. Junto con arroz cv. "Oryzica 1" se sembró una alta densidad de arroz rojo (24 plantas/m²), y al cabo de cierto tiempo el arroz rojo fue quitado de las parcelas. De forma que la duración de la competencia varió de 0 a 130 DDE. La información de la Figura 2 permite evaluar la conveniencia económica de deshierbes efectuados en distintos momentos como, por ejemplo, una "quema" en presiembra con herbicidas no selectivos vs un deshierbe manual a los 30 DDE (cuando el arroz rojo comienza a distinguirse del arroz comercial).

DENSIDADES Y EPOCAS

Ya que los efectos de **densidad** de arroz rojo y de la **duración** de la competencia no son independientes, se montó en 1991 un experimento bajo condiciones de crecimiento similares a las de 1990, donde se combinaron aquellas dos variables. Se obtuvo así una superficie de respuesta que permite predecir los rendimientos de arroz para una cierta densidad de arroz rojo y una época de desmalezado determinada (Figura 3). Este estudio combinado es más realista y se adapta mejor para la toma de decisiones por parte del productor y del investigador.

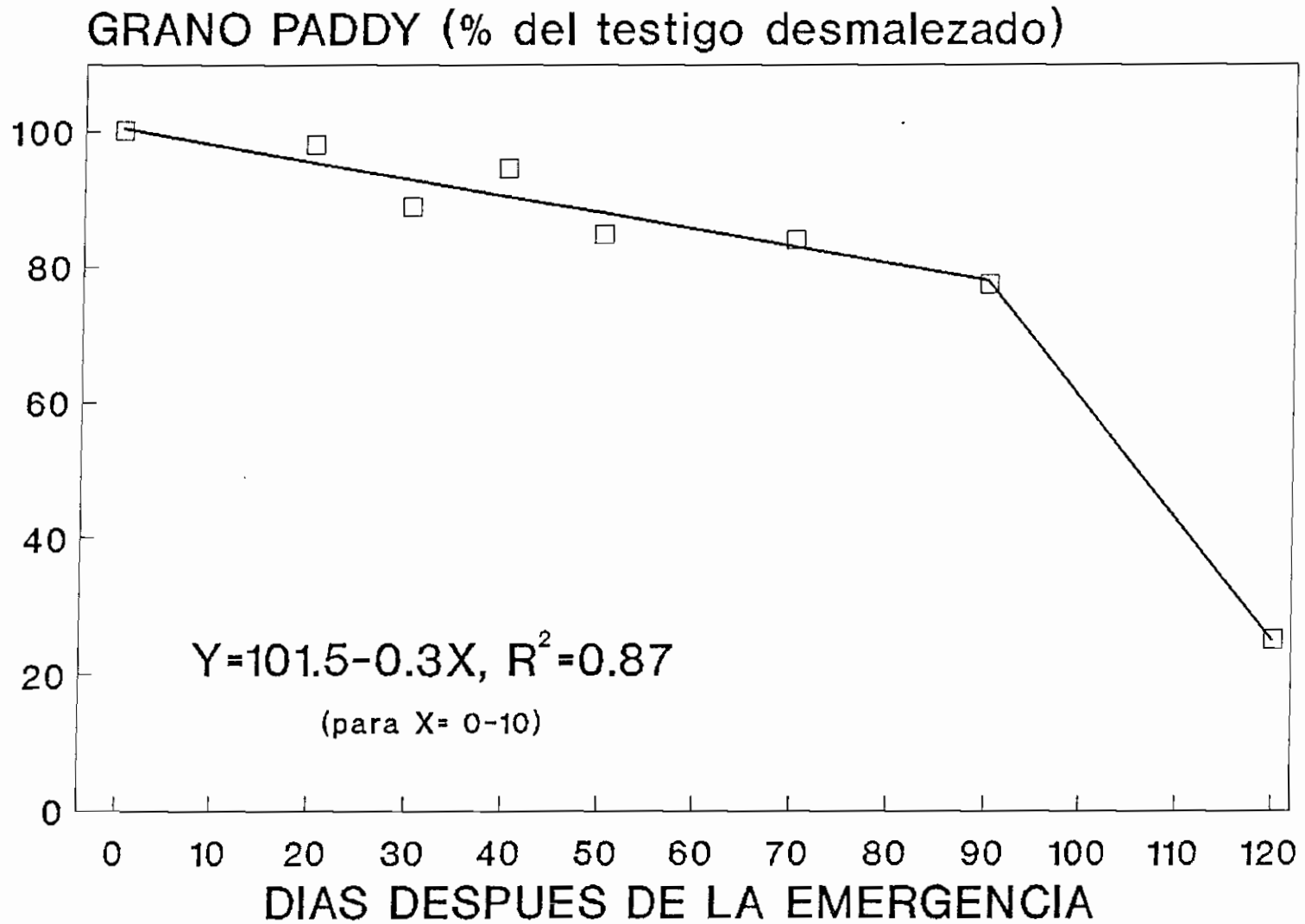


Figura 2. Relación entre el momento de deshierbado y los rendimientos de "Oryzica 1" creciendo con 24 plantas de arroz rojo/m² (según conteo hecho 30 días posteriores a la emergencia del cultivo).

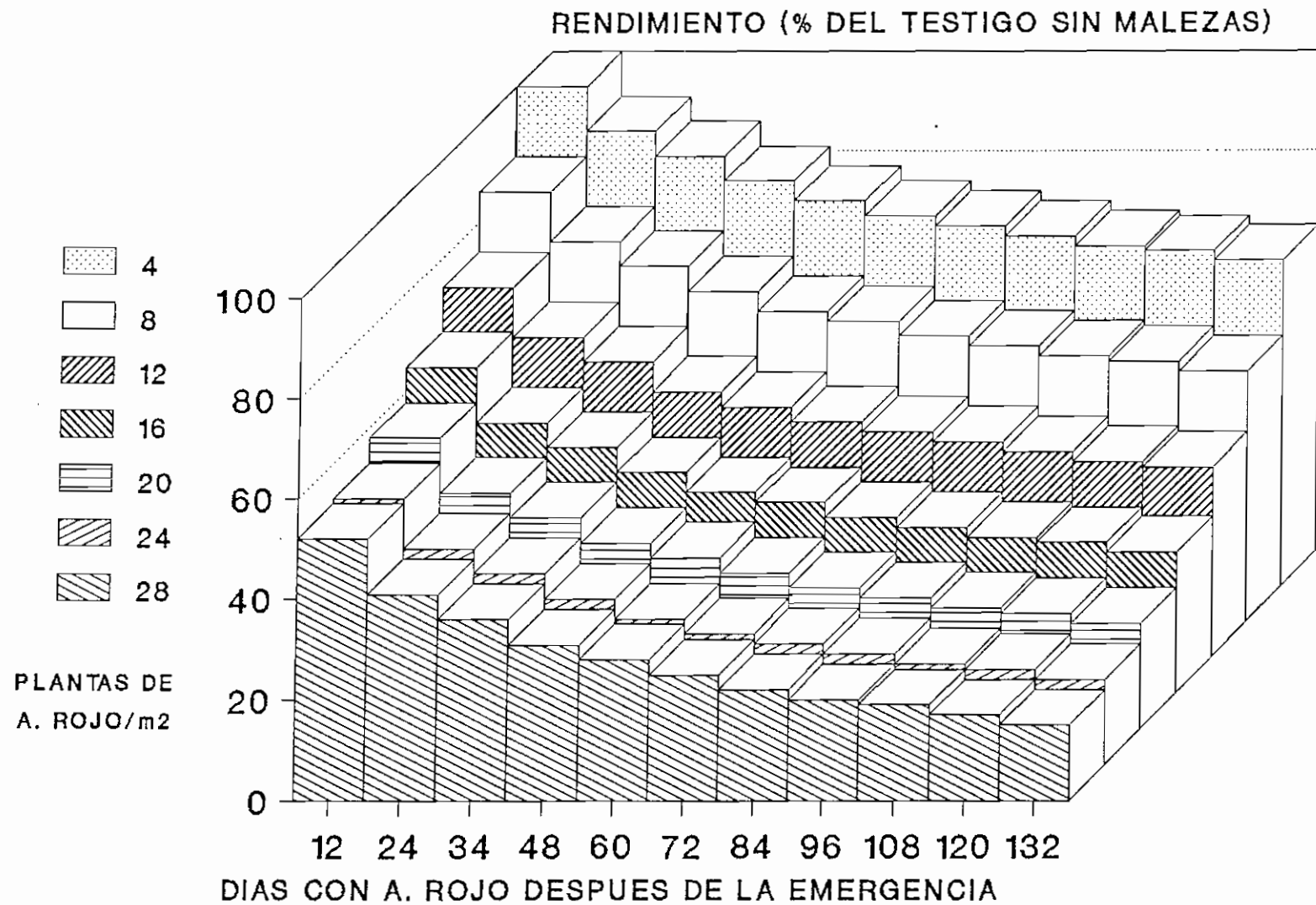


Figura 3. Rendimientos de "Oryzica 1" creciendo junto con arroz rojo según la densidad de esta maleza (D) y la duración de la competencia (P).

UMBRALES ECONOMICOS PARA LA SELECCION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO

La función de pérdida (Figura 3) permite examinar las densidades de arroz rojo que justifican el uso económico de herbicidas o de mano de obra (umbral económico), así como visualizar prioridades de investigación en control de arroz rojo.

Para definir el umbral económico se requiere, determinar el porcentaje de pérdida de rendimiento que haría indiferente a un agricultor entre usar herbicidas o mano de obra (porcentaje pérdida de equilibrio). Este nivel es el porcentaje de pérdida de rendimiento para el cual el margen bruto de ambas alternativas es igual. En este caso, la pérdida se estimó en 2.55% (Cuadro 1). Si la pérdida esperada es mayor el control químico es financieramente más atractivo que el manual para un agricultor optimizador de ganancias.

Según la función de pérdida este nivel corresponde a un nivel de infestación menor a 1 planta de rojo/m² (Cuadro 2), por encima del cual el control químico debe prevalecer sobre el manual si se carece de otras alternativas de control. No obstante, el umbral económico de decisión es ligeramente sensible a cambios en rendimientos (Cuadro 3) y/o en el salario o costo de oportunidad de la mano de obra (Cuadro 4). Esto sugiere que en algunas regiones arroceras la sustitución de herbicidas por mano de obra es una alternativa viable en términos económicos y por tanto ecológicos. Por ejemplo en regiones con baja productividad de arroz pero oferta abundante de mano de obra los agricultores podrían tolerar infestaciones hasta de 1-3 plantas de rojo/m² y mantener ganancias iguales o mayores que con herbicidas, eliminando el arroz rojo manualmente.

Bajo mejores condiciones de producción, como puede ser el riego con lámina de agua permanente, las pérdidas para una infestación dada serían menores a las consideradas en este trabajo, esperándose así umbrales económicos a densidades de arroz rojo mayores.

Además, si la mano de obra es familiar o tiene un costo de oportunidad bajo, este esquema de manejo en base a control manual tiene más sentido económico. Así, investigación orientada a anticipar los niveles de infestación de rojo en el campo, ayudaría a productores y extensionistas en sus decisiones de manejo de esta maleza. Aún así la dependencia exclusiva del control de rojo en mano de obra puede aumentar la varianza en el rendimiento esperado y reducir la atractividad de esta opción para productores con alta aversión al riesgo.

Por tanto investigar otras estrategias alternativas de manejo es prioritario. Algunas de estas actividades incluyen el uso de semilla certificada, manejo de agua, métodos de preparación de suelo, sistemas y densidades de siembra y rotación de cultivos. La viabilidad económica de estas alternativas dependerá de la dotación de recursos y relaciones de precios dominantes y del interés por desarrollar tecnologías reductoras de costos ambientales (externalidades) derivados del uso de plaguicidas.

**CUADRO 1. IMPACTO PERDIDA RENDIMIENTO ARROZ PADDY
SOBRE ECONOMIA CONTROL DE ARROZ ROJO**

% PERDIDA RENDIMIENTO	MARGEN BRUTO ALTERNATIVA CONTROL (\$US/HA)		
	MANUAL	QUIMICO	DIFERENCIA
10.0	970.96	1,056.5	85.84
7.5 a/	999.67	1,056.5	56.82
5.0	1,028.39	1,056.5	28.10
2.55 b/	1,056.50	1,056.5	0.00
0	1,085.83	1,056.5	-29.83

a/ PERDIDA DE RENDIMIENTO A LOS 30 DIAS DESPUES DE EMERGENCIA, SEGUN ECUACION:

$$Y = 101.5 - 0.3X \text{ DONDE:}$$

Y = RENDIMIENTO DE ARROZ PADDY EN % (BASE 6,490 KG/HA)

X = DIAS DESPUES DE EMERGENCIA

b/ PERDIDA DE RENDIMIENTO DE EQUILIBRIO ENTRE CONTROL MANUAL Y QUIMICO

FUENTE: CIAT RICE PROGRAM ANNUAL REPORT 1991

**CUADRO 2. PERDIDA RENDIMIENTO ARROZ PADDY
SEGUN DENSIDAD POBLACION ARROZ ROJO**

DENSIDAD ROJO (PLANTAS/M2)	PERDIDA (%) a/, b/
1	2.75
2	5.4
3	8.1
4	10.4
5	12.9

a/ CALCULADO DE ECUACION :

$$Y = 159 - 4.73D + 0.08D^2 - 15.56LN(P+1) \text{ DONDE}$$

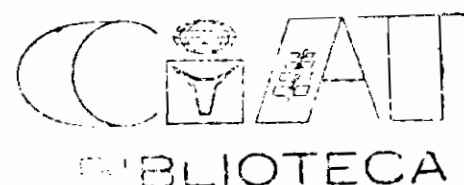
Y = RENDIMIENTO ARROZ PADDY EN %

D = NO. DE PLANTAS DE ROJO POR M2 Y,

P = PERIODO DE COMPETENCIA EN DIAS DESPUES EMERGENCIA

b/ PERDIDA A LOS 30 DIAS DESPUES EMERGENCIA CON UN RENDIMIENTO BASE DE 6,420 KG/HA

FUENTE: CIAT RICE PROGRAM ANNUAL REPORT 1991



**CUADRO 3. UMBRAL ECONOMICO ARROZ ROJO
SEGUN NIVEL ESPERADO DE RENDIMIENTO DE PADDY**

RENDIMIENTO (KG/HA)	% PERDIDA	UMBRAL ECONOMICO a/ (PLANTAS ROJO/M2)
MENOR 3000	5.5	2-3
> 3000 < 4000	4.3	1-2
> 4000 < 5000	3.3	1-2
> 5000 < 6000	2.8	1-2
MAYOR 6000	2.3	0.2-1

a/ CALCULADO DE ECUACION :

Y = $159 - 4.73D + 0.08D^2 - 15.56LN(P+1)$ DONDE

Y = RENDIMIENTO ARROZ PADDY EN % (BASE 6,490 KG/HA)

D = NO. DE PLANTAS DE ROJO POR M2 Y,

P = PERIODO DE COMPETENCIA EN DIAS DESPUES
EMERGENCIA

FUENTE: CIAT RICE PROGRAM ANNUAL REPORT 1991

**CUADRO 4. UMBRAL ECONOMICO ARROZ ROJO
SEGUN SALARIO RURAL**

SALARIO RURAL (\$US/HR)	% PERDIDA	UMBRAL ECONOMICO a/ (PLANTAS ROJO/M2)
1.00	0.00	0.17
0.76 b/	2.55	0.27
0.50	4.3	1-2
0.25	5.9	2-3
0.0	7.5	2-3

a/ CALCULADO DE ECUACION :

Y = $159 - 4.73D + 0.08D^2 - 15.56LN(P+1)$ DONDE:

Y = RENDIMIENTO ARROZ PADDY EN % (BASE 6,490 KG/HA)

D = NO. DE PLANTAS DE ROJO POR M2 Y,

P = PERIODO DE COMPETENCIA EN DIAS DESPUES
EMERGENCIA

b/ SALARIO MEDIO EN REGION CENTRAL DE COLOMBIA

FUENTE: CIAT RICE PROGRAM ANNUAL REPORT 1991

CONCLUSIONES

1. Predecir las pérdidas de rendimiento debidas a la competencia de arroz rojo no sólo es esencial para ajustar los costos de su control a los beneficios esperados, sino que también conduce a considerar otras alternativas de manejo además del control químico, incluyendo la rotación con otros cultivos, métodos de siembra y de preparación de suelos y manejo del agua. Para un mismo nivel de pérdida en los rendimientos (nivel de infestación), los niveles de producción, valores de insumos y productos, y la eficiencia relativa de los diversos métodos de control determinarán las opciones de manejo más económicas.
2. Es importante notar que el manejo racional del arroz rojo no se reduce sólo a evitar pérdidas de rendimiento, sino que en el análisis económico deben incluirse también las pérdidas de calidad predecibles.
3. De todas formas, a pesar de que podamos diseñar formas económicas y racionales para manejar al arroz rojo, esta maleza podrá erradicarse sólo si los productores tienen acceso a semilla pura de arroz comercial. Deberá, al mismo tiempo, existir un incentivo económico para que el productor compre esta semilla pura, en lugar de adquirir de sus vecinos semilla más barata pero contaminada con rojo.