

## ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE MATERIALES DE *Echinochloa colona* (L.) Link. SUSCEPTIBLES Y TOLERANTES AL PROPANIL

Jorge E. Garro A.\*  
Ramiro de la Cruz\*\*  
Arnoldo Merayo\*\*

### ABSTRACT

The growth of propanil tolerant and susceptible *Echinochloa colona* plants under controlled planting conditions was studied. There were no statistically significant differences between the two populations for plant height, number of leaves, number of inflorescences and number of tillers per plant. The development of plants surviving propanil doses five times higher than the recommended commercial rate was also evaluated. Within this tolerant population, two types of weeds were observed: one group of tall growing, aggressive weeds and another group of small, low growth rate weeds.

### INTRODUCCION

La *Echinochloa colona* (arrocillo) es quizás la mala hierba universalmente más conocida, en el cultivo del arroz. En las zonas arroceras del trópico no es una excepción, de modo semejante, se conoce que el herbicida propanil, ha sido por varias décadas uno de los productos utilizados con más frecuencia para su combate. Esto ha favorecido por largo tiempo que se produzcan generaciones de la maleza con diversos grados de tolerancia a este herbicida.

El desarrollo de resistencia a los herbicidas se relaciona constantemente en la literatura con la pérdida de capacidad adaptativa de los biotipos resistentes en relación con los susceptibles. Esta reducida habilidad competitiva se explica en función de que los mecanismos que confieren la resistencia, generan pérdida de eficiencia en la realización de otros procesos fisiológicos vitales. Al respecto, Haldane citado por Gressel y Segel (1982), señala esto como el costo de la resistencia. Esta pérdida de propiedades adaptativas parece ser un fenómeno general, y se ha reportado en organismos como bacterias, hongos e insectos resistentes a sus respectivos plaguicidas (Gressel y Segel 1982).

Se ha encontrado que cuando los biotipos resistentes crecen en competencia con los susceptibles de la misma especie, su adaptabilidad es de alrededor de la mitad con respecto al biotipo susceptible. Esto se debe, posiblemente, a que la planta consume parte de su energía total en la producción de un mecanismo de detoxificación, sacrificando así su capacidad reproductora y de crecimiento. Esta pérdida de propiedades adaptativas de las malezas no es significativa cuando los herbicidas persisten a través de la estación de crecimiento, pero sí incide negativamente cuando cesa la persistencia. Así se favorece la dominancia de los biotipos susceptibles, dado que pueden germinar una vez que el herbicida ha sido degradado, o bien, si no es persistente (Gressel 1989, Gressel y Segel 1982).

### RESUMEN

Bajo condiciones controladas de siembra, se estudió el crecimiento de materiales de *Echinochloa colona* tolerantes y susceptibles al propanil. Los resultados del estudio indican que entre las dos poblaciones no hubo diferencias estadísticas significativas para las variables altura de planta, número de hojas, número de inflorescencias y de macollas por planta. Sin embargo, dentro de este estudio trabajando con otra población, se evaluó el desarrollo de plantas que sobrevivieron a la aplicación de una dosis cinco veces mayor a la comercial recomendada. Se observó dentro de esta población tolerante al propanil, la existencia de un tipo de maleza de porte alto y vigoroso y otro de crecimiento bajo y aparentemente poco competitivo.

Esta menor capacidad adaptativa se refleja en los biotipos resistentes con una menor producción de biomasa, de semillas, y una baja sensible en la germinación y la sobrevivencia (Radosevich y Holt 1984; Holt y Radosevich 1983; Tucker y Powles 1987; Ulf-Hansen *et al.* 1987, Van de Loo y Powles 1987).

El objetivo del presente estudio fue caracterizar el comportamiento fenológico de dos poblaciones de *E. colona*, una tolerante y otra susceptible al propanil, bajo condiciones controladas de siembra en potes.

### MATERIALES Y METODOS

Una primera fase de la investigación se realizó en el CATIE en Turrialba, Costa Rica. Las condiciones climáticas promedio, durante el estudio, fueron 233 mm de precipitación, la temperatura, la humedad relativa y el brillo solar fueron de: 23°C, 84%, 6 hrs día<sup>-1</sup>, respectivamente.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo de parcelas divididas en el tiempo. La variable tiempo se ubicó en la parcela principal y las variables de los componentes del crecimiento en la subparcela. Tres potes con una planta en cada uno de ellos constituyeron la unidad experimental.

La semilla de la población resistente fue colectada el 30 de noviembre de 1988, después de tres aplicaciones de propanil llevadas a cabo durante el segundo ciclo de siembra del arroz, en una finca situada en Parrita, Puntarenas. El lote donde se cosechó la semilla de esta maleza fué sembrado con arroz durante 12 años, a razón de dos ciclos por año. La frecuencia de uso de propanil oscila entre dos y tres aplicaciones por ciclo de siembra. En los últimos años ocasionalmente en la primera aplicación de cada ciclo, en posemergencia temprana, se utiliza el propanil mezclado con otros herbicidas antigramíneos tales como la pendimetalina, bentiocarbo v oxadiazon.

Recibido: 14/09/92. Aprobado: 05/05/93

\*MAG, Programa de Malezas, San José, Costa Rica.

\*\*CATIE, Area de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

La población susceptible se colectó en la misma fecha que la población resistente, en un lote con un historial de más de 15 años de producción de arroz, a razón de un ciclo por año. En años recientes se comenzó a utilizar pendimentalina en forma regular en preemergencia y dependiendo de la efectividad de este herbicida, se hace una o dos aplicaciones de propanil, mezclado ocasionalmente con butaclor o pendimentalina. El grado de respuesta al propanil de las dos poblaciones seleccionadas se comprobó o determinó mediante estudios de invernadero.

La semilla de *Echinochloa*, utilizada en el ensayo, se mantuvo en cámara de germinación a una temperatura de 28°C, 95% de humedad y alternando 8 horas de luz con dieciséis de oscuridad. Se logró un material uniforme para la siembra de las cuatro repeticiones. La semilla pregerminada se trasplantó a potes plásticos de 22 cm de alto, 17 de fondo y 21 de diámetro superior. El suelo se mezcló con materia orgánica obtenida de broza del café, en una relación de 5:1. Esta mezcla se esterilizó mediante tratamiento con bromuro de metilo. En cada pote se trasplantaron tres plántulas, de las cuales se dejó una sola. Cuando las plantas alcanzaron el estado de tres hojas, se iniciaron las mediciones de los componentes del crecimiento. Estos se tomaron a intervalos de 10 días, hasta los 90 días, determinándose las siguientes variables: peso seco, número de hojas, número de macollas, altura de planta y número de inflorescencias cuando éstas se desarrollaron.

La altura de la planta se determinó al medirla desde el cuello de la raíz hasta la curva de caída de la última hoja, completamente desarrollada. El peso seco se estableció al extraer las plantas de los potes y sacudirlas para evitar la pérdida de raíces. Se lavaron con agua abundante y se colocaron en una bolsa de papel en una estufa a 70°C durante 72 horas; luego se pesaron en una balanza analítica. El número de hojas y de macollas se consideró a partir de los 20 días y el número de inflorescencias a partir de los 40.

Durante 1991 se realizó la segunda fase de la investigación en casa de mallas. Las semillas de *E. colona* se cosecharon en la finca La Julieta ubicada en la zona de Parrita, Puntarenas, con un historial de 20 años con el cultivo de arroz y el uso de propanil para el control de malezas.

Se sembraron las semillas directamente en bandejas rectangulares plásticas con dimensiones de 30 x 21 x 8 cm. Cuando las plántulas emergidas presentaron las primeras

dos hojas, se asperjaron con propanil, en una dosis cinco veces superior a la recomendada comercialmente. Las plántulas que sobrevivieron a la aplicación se trasplantaron a maceteros plásticos de 22 cm de alto, 17 de fondo y 21 de diámetro superior. A 23 plantas trasplantadas se les hizo un análisis de crecimiento al final del período reproductivo y se agruparon así: Tipo 1, 1 a la 17; Tipo 2, 18 a la 23, esto debido a que inicialmente se observaron crecimientos muy diferentes entre un tipo y otro.

Para el análisis de los datos se usaron análisis de varianza para lo cual se transformaron los datos a  $X+0.5$ , también se empleó la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las determinaciones de peso seco para las diferentes etapas de crecimiento de las dos poblaciones se observan en el Cuadro 5 y Fig. 1. El análisis estadístico de estos valores no indica diferencias estadísticas significativas entre los dos materiales (Cuadro 1).

Las variables: altura de planta, número de hojas y de macollas por planta, no mostraron diferencias estadísticas significativas entre la población resistente y la susceptible (Cuadros 2, 3, 4, 6 y Figs. 2, 3 y 4). Comportamiento similar evidenció el número de inflorescencias producidas para las plantas en las dos poblaciones (Cuadro 7). En general se observó gran heterogeneidad en las variables evaluadas dentro de cada población, fenómeno muy común en las malezas, donde existe una gran diversidad genética dentro de cada población o biotipo.

Los datos de crecimiento para la investigación de la segunda fase se presentan en el Cuadro 8. Desde el principio del crecimiento vegetativo de la población en estudio, se observó con claridad dos tipos de crecimiento. Una parte de la población, 17 plantas, mostró crecimiento vigoroso, típico de la especie *E. colona*, las otras seis plantas presentaron un crecimiento lento, de menor altura y una etapa reproductiva más retardada. Este retardo fue aproximadamente de un 25% con relación al de las plantas más precoces y vigorosas. A pesar de las diferencias observadas visualmente y las diferencias estadísticamente significativas, únicamente en altura y peso seco de plantas (Cuadro 9), no son parámetros suficientes para afirmar que estos dos tipos de plantas evaluados sean biotipos diferentes. De nuevo, parecería que la pérdida de la capacidad adaptativa, en caso de presentarse en la población más tolerante, sólo sería evidente si presentara competencia con especímenes susceptibles. En la presente investigación cada planta creció en maceteros independientes por lo cual no se presentó la competencia intraespecífica.

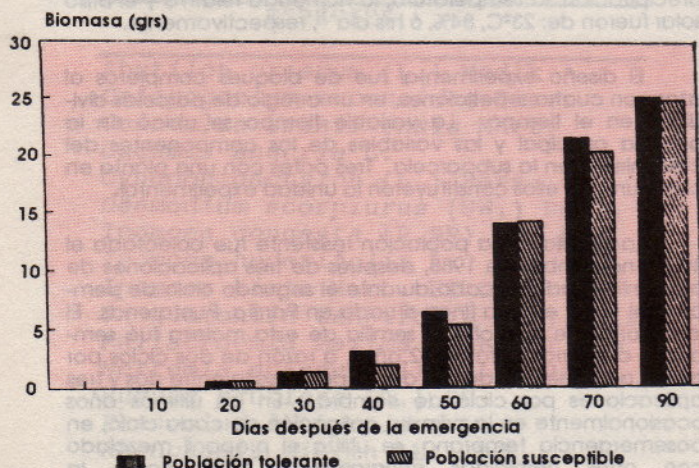


Fig. 1 Biomasa de las poblaciones de *Echinochloa colona* tolerante y susceptible.

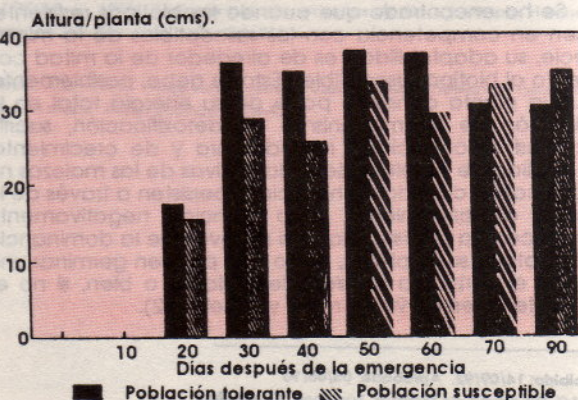


Fig. 2 Altura de planta de las poblaciones de *Echinochloa colona* tolerante y susceptible.

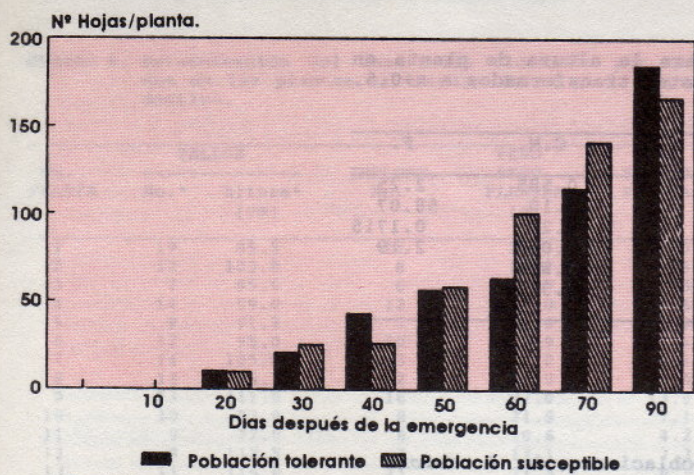


Fig. 3 Número de hojas por planta para las poblaciones de *Echinochloa colona* tolerante y susceptible.

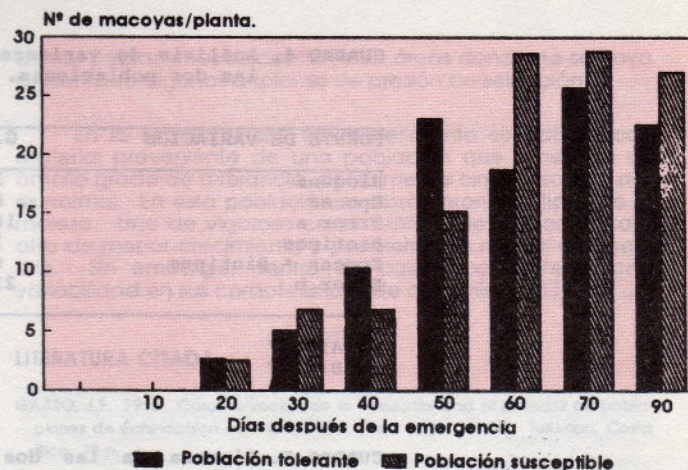


Fig. 4 Número de macoyas por planta para las poblaciones de *Echinochloa colona* tolerante y susceptible.

CUADRO 1. Análisis de varianza para el peso seco por planta en las dos poblaciones (datos transformados a  $X+0.5$ ).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.
Bloques	3	0.8350	1.60
Epoocas	6	20.9835	40.331
Error a	18	0.52	
Biotipos	1	1.10	2.10
Epoocas * Biotipos	6	0.57	1.091
Error b	21	0.5228	

CV A:24.72  
CV B:24.78

CUADRO 2. Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta para las dos poblaciones (datos transformados a  $x+0.5$ ).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.
Bloques	3	1.588	1.27
Epoocas	6	102.06	81.37
Error a	18	1.25	
Biotipos	1	0.60	
Epoocas * Biotipos	6	2.46	0.38
Error b	21	1.59	1.55

CV a:16.02  
CV b:20.27

CUADRO 3. Análisis de varianza para la altura de planta en las dos poblaciones. Datos transformados a  $x+0.5$ .

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.
Bloques	3	0.3055	5.91
Epoocas	6	0.052	0.412
Error a	18	0.052	
Biotipos	1	0.496	2.49
Epoocas * Biotipos	6	0.1994	2.49
Error	21		

CV A:0.9746  
CV B:3.76

**CUADRO 4.** Análisis de varianza para la altura de planta en las dos poblaciones. Datos transformados a  $x+0.5$ .

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.
Bloques	3	0.585	2.25
Epocas	6	15.10	58.07
Error a	18	0.26	0.1715
Biotipos	1	0.064	2.19
Epocas * Biotipos	6	0.819	
Error b	21	0.3731	

CV A:6.77  
B:9.78

**CUADRO 5.** Biomasa de las dos poblaciones de *E. colona* a diferentes épocas de crecimiento.

DDE	POBLACION	
	Tolerante	Susceptible
10	0.05	0.03
20	0.52	0.63
30	1.31	1.37
40	3.05	1.93
50	6.35	5.31
60	13.81	14.0
70	21.22	20.03
90	24.74	4.41

1: Promedio de tres plantas.

DDE= Días después de la emergencia

**CUADRO 6.** Promedio de altura, número de hojas y macollas por planta para las dos poblaciones de *E. colona* evaluadas.

DDE	POBLACION TOLERANTE			POBLACION SUSCEPTIBLE		
	Altura	Hoja/Planta	Macolla/Planta	Altura	Hojas/Planta	Macolla/Planta
20	17.46	10.00	2.65	15.50	9.83	2.56
30	36.25	20.59	5.08	28.75	25.17	6.84
40	35.00	42.92	10.34	25.63	26.17	6.83
50	37.83	56.78	23.08	33.63	58.84	15.21
60	37.34	63.75	18.75	29.5	100.92	28.67
70	30.50	115.25	25.75	33.17	141.75	28.83
90	30.33	184.83	22.59	35.00	167.09	27.08

DDE= Días después de la emergencia

**CUADRO 7.** Promedio de inflorescencias producidas por las dos poblaciones de *E. colona* durante diferentes épocas de crecimiento.

DDE	POBLACION	
	TOLERANTE	SUSCEPTIBLE
50	7.67	2.00
60	8.17	19.58
70	19.67	27.59
90	33.08	37.67

DDE= Días después de la emergencia.

**CUADRO 8.** Determinación del desarrollo alcanzado por cada una de las plantas al término de su ciclo reproductivo.

No. PLANTA	TALLOS		INFLORE. No.	PESO SECO PLANTAS (g)	PESO FRESCO PLANTAS (g)
	No.*	Altura* (cm)			
1	19	85.5	16	24.3	17.0
2	12	103.8	8	28.4	7.5
3	7	95.5	6	11.9	5.5
4	14	59.0	12	17.0	12.5
5	9	91.3	7	21.6	5.3
6	12	95.0	10	23.9	17.4
7	14	105.0	13	30.0	9.1
8	13	106.3	12	28.0	11.5
9	13	111.8	16	22.0	13.9
10	10	82.0	8	21.9	7.1
11	9	72.0	6	20.6	4.2
12	8	112.5	7	17.1	7.3
13	11	115.8	11	21.5	8.7
14	12	112.5	11	32.1	8.8
15	10	116.5	10	21.0	12.9
16	8	110.8	7	19.8	15.4
17	8	110.8	7	18.5	12.2
18	8	83.5	7	14.8	8.8
19	2	75.0	11	26.9	8.9
20	6	97.5	14	16.0	9.6
21	8	63.8	5	9.3	6.7
22	6	39.3	5	9.5	4.3
23	10	44.3	8	17.9	5.8

\*Promedios por planta.

**CUADRO 9.** Prueba de Tukey para las variables de crecimiento en los dos tipos de plantas de *E. colona*.

TIPO	TALLOS (No.)	ALTURA (cm)	INFLORESCIENCIAS (No.)	PESO SECO PLANTA (g)	PESO FRESCO SEMILLA (g)
1	11.1a	99.2a	9.8a	22.3a	10.4a
2	10.0a	67.2b	8.3a	15.7b	7.4a

Valores con la misma letra dentro de una misma columna no son significativamente diferentes, según la prueba Tukey al 0.5 de probabilidad.

### CONCLUSIONES

Diversos estudios han documentado que biotipos de diferentes especies de maleza resistentes a herbicidas, han perdido propiedades adaptativas, lo cual se refleja en una menor producción de biomasa, de semillas y vigor de crecimiento. Los resultados de este estudio indican un comportamiento similar del crecimiento y desarrollo para los dos materiales de *E. colona*, una susceptible y otra tolerante al propanil. Sin embargo, plantas individuales dentro de cada población mostraron amplias diferencias para las variables evaluadas, lo cual se explica por la gran amplitud genética que presentan las malezas dentro de la misma especie y biotipo. Generalmente, y como se discutió antes, la mayor tolerancia de una especie a un herbicida se asocia con una pérdida en su habilidad competitiva.

En este estudio las plantas se sembraron en maceteros separados, por lo que no se dió la competencia interespecífica. Estas condiciones podrían, en mayor o menor grado, haber enmascarado variaciones entre los componentes del rendimiento y la reproducción. Además, el hecho de que el material seleccionado como susceptible tenga un amplio historial en el uso de propanil, pero interrumpido por frecuentes aplicaciones de herbicidas preemergentes, podría haber favorecido una composición heterogénea del material, con presencia de plantas tanto susceptibles como tolerantes al propanil. Sería entonces conveniente selec-

cionar poblaciones susceptibles en áreas donde no se haya presentado algunas acciones de presión de selección.

En la segunda fase del experimento se trabajó con material proveniente de una población que mostraba un amplio grado de tolerancia, por lo menos cinco veces la dosis normal. En esta población se observaron dos tipos de la maleza. Uno de vigoroso crecimiento y de mayor altura y otro de menor crecimiento y posiblemente menos competitivo. Sin embargo, dentro de cada tipo existe mucha variabilidad en sus características de crecimiento. □

### LITERATURA CITADA

- GARRO, J.E. 1990. Caracterización de la susceptibilidad al propanil de poblaciones de *Echinochloa colona* (L.) Link. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 78 p.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. 1982. Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance: The outlook for the future. In *Herbicide resistance in plants*. Ed. H.M. Le Baron y J. Gressel. New York, Wiley. p. 325-347.
- \_\_\_\_\_. 1989. Prevention and management of herbicide resistance theoretical aspects. *WSSA Abstracts* 29:135.
- HOLT, J.S.; RADOSEVICH, S.R. 1983. Differential growth of two common groundsel (*Senecio vulgaris*) biotypes. *Weed Science* 31:112-120.
- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. 1984. *Weed ecology*. New York, Wiley. 265 p.
- TUCKER, E.S.; POWLES, S.B. 1987. The competitiveness of paraquat resistant biotype of barley grass, *Hordeum glaucum*. In *Australian Weeds Conference* (8., 1987, Sidney, New South Wales). Proceedings. Ed. by D. Lemerle y A.R. Leys. Sydney, Council of Australian Weed Science Societies. p. 119.
- ULF-HANSEN, P.F.; MORTIMER, A.M.; PUTWAIN, P.D. 1987. Herbicide resistance and population processes in blackgrass. In *Australian Weeds Conference* (8., 1987, Sidney, New South Wales). Proceedings. Ed. by D. Lemerle y A.R. Leys. Sydney, Council of Australian Weed Science Societies. p. 130.
- VAN DE LOO, F.J.; POWLES, S.B. 1987. Studies with a diquat resistance biotype of capeweed, *Arctotheca calendula*, that has recently appeared in Australia. In *Australian Weeds Conference* (8., 1987, Sidney, New South Wales). Proceedings. Ed. by D. Lemerle y A.R. Leys. Sydney, Council of Australian Weed Science Societies. p. 120.