

NOTA CIENTÍFICA

Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031

Effects of aqueous extracts of the weeds *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) on seeds germination and growth of seedlings of corn (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031

José A. Laynez-Garsaball y Jesús Rafael Méndez-Natera

Universidad de Oriente,
Núcleo de Monagas, Es-
cuela de Ingeniería Agro-
nómica, Departamento de
Agronomía, Campus «Los
Guaritos», Maturín., esta-
do Monagas, Venezuela
e-mail: José A. Laynez-G-
jalaynezg@yahoo.es
e-mail: Jesús R. Méndez-
N jmendezn@cantv.net

Resumen

La investigación tuvo por finalidad determinar los efectos de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L. sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. Un primer extracto al 15% p/v fue preparado con el follaje de plantas de *C. rotundus* de 15 días, se dejó reposar por 48 h y luego se obtuvo por dilución extractos al 0; 2,0; 4,0 y 6,0% p/v evaluándoseles pH y conductividad eléctrica ($S \cdot cm^{-1}$). Para la siembra se utilizaron bandejas cubiertas con una doble capa de papel absorbente sobre la que se colocó 20 semillas/bandeja, tapadas con dos hojas más de papel y regadas tres veces al día con los extractos foliares. El tratamiento control recibió agua corriente. El diseño estadístico fue bloques al azar con cuatro concentraciones de extracto y cinco repeticiones. A los 12 días después de la siembra se determinaron los diferentes parámetros de germinación y crecimiento. Se practicó un análisis de varianza y regresión para los parámetros estudiados. El pH disminuyó y la CE incrementó al aumentar la concentración del extracto. La germinación, altura de las plántulas, longitud de las radículas, peso seco del vástago y relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula disminuyeron proporcionalmente al aumento de la concentración de extracto, contrariamente, el peso seco de la radícula incrementó. La relación altura de la plántula/longitud de la radícula no presentó diferencias significativas en las fuentes de variación.

Palabras Claves: *Cyperus rotundus*, extractos acuosos, *Zea mays*, alelopatía

Abstract

The objective of this experiment was to determine the effects of foliage water extracts of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) on seed germination and seedling growth of corn (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. An extract was prepared with nutsedge foliage of 15 days at 15% w/v and for dilution, extracts of 2, 4 and 6% w/v were prepared, pH and electric conductivity ($S \cdot cm^{-1}$) were determined. Distilled water was used as a control. Twenty seeds were sowed in a double layer of absorbent paper on trays, covered with two leaves of absorbent paper and they were watered three times per day using foliage extracts. A randomized complete block design was used with four extract concentrations (0, 2, 4 y 6% w/v) and five replications. The traits were determined twelve days after sowing. An analysis of variance and regression were applied. The pH diminished and the electrical conductivity increased when concentration of extract increased. The germination, seedling height, radicle length, dry shoot weight and the relationship dry shoot weight/dry radicle weight decreased proportionally with increased extract concentration, contrarily, dry radicle weight was increased. Relationship seedling height/radicle length was not affected by the extracts.

Keywords: *Cyperus rotundus*, water extracts, *Zea mays*, allelopathy

Algunas especies de plantas de las denominadas «malezas», adicionalmente a la competencia por agua, luz solar, nutrimentos y bióxido de carbono, también segregan sustancias alelopáticas que afectan el normal desarrollo de otras especies de plantas. *Cyperus rotundus* L. resalta por su importancia agrícola, y es conocida como la peor maleza del mundo y se encuentra en más países, regiones y localidades del mundo que ninguna otra maleza (Holm et al. 1977). *Cyperus rotundus* puede crecer prácticamente en cualquier tipo de suelo y pH, nivel de humedad y contenido de materia orgánica, sin embargo no tolera suelo salino ni sombra; podemos encontrar a *C. rotundus* en campos de cultivos de secano (temporal) y de irrigación, en huertas de cítricos, a lo largo de canales de irrigación y zanjas de drenaje, a lo largo de las cercas, en las márgenes de los bosques y en áreas abandonadas (Doll 1986).

La reducción en rendimiento del cultivo es uno de los mayores impactos de *C. rotundus*. En casos extremos *C. rotundus* puede reducir los rendimientos de caña de azúcar en 75% y los rendimientos de azúcar en 65%. En Australia, en parcelas experimentales con cultivos, el rendimiento de caña de azúcar se redujo un 38%; en Colombia en campos de maíz, cuando se permitió el crecimiento de *C. rotundus* durante 10 días, el rendimiento se redujo en 10% y si se le permitió permanecer durante 30 días, el rendimiento cayó a 30%. Similares efectos de esta maleza han sido demostrados en algodón, maíz, tomate, tabaco, limón, mora y muchos otros cultivos (Holm et al. 1977).

Drost y Doll (1980), en estudios de invernadero, concluyeron que otra especie de *Cyperus* (*C. esculentus* L.) también es capaz de inhibir el desarrollo del maíz y de la soya, tanto con los residuos mezclados con el suelo como con los extractos

Tabla 1. Análisis de regresión para el pH y la conductividad eléctrica de los extractos acuosos foliares de *Cyperus rotundus* L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
		pH	Conductividad eléctrica
Regresión	1	0,02592 *	13,122 **
Residual	2	0,00184	0,014
Total	3		

*: Significativo ($p \leq 0,05$) **: Significativo ($p \leq 0,01$)

obtenidos. Rodríguez (1981), concluye que los rendimientos del maíz se reducen en más de un 70% por efecto de la interferencia (competencia más efecto alelopático de la maleza), siendo mayor tal efecto (hasta 92%) en aquellas parcelas que, además de estar enmalezadas, no reciben fertilización. Las malezas son uno de los principales factores que afectan negativamente la producción del maíz a nivel mundial. Nieto (1970), citado por Rodríguez (2000), señala que las pérdidas en la cosecha de maíz pudieron haber afectado negativamente la productividad en 45% en Alemania, 30% en Rusia, 50% en India y 40% en Indonesia, si las malezas no hubiesen sido controladas; además, señala que malezas de los géneros *Setaria*, *Echinochloa*, *Amaranthus* y *Cyperus*, causan las mayores pérdidas a escala comercial.

En el presente trabajo se describen los principales efectos alelopáticos de *Cyperus rotundus* sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.).

La presente investigación se efectuó en el Laboratorio de Semillas del Postgrado de Agricultura Tropical de la Universidad de Oriente, Maturín, Estado Monagas, Venezuela. Se estudió el efecto de extractos acuosos foliares de *C. rotundus*, especie donadora, sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas del híbrido comercial de maíz Pioneer 3031, especie receptora.

La siembra se realizó en bandejas de aluminio (17,5 cm largo, 11,0 cm ancho y 2,5 cm alto) desinfectadas con cloro comercial (hipoclorito de sodio 5,25%) y cubiertas con una capa de dos hojas de papel absorbente, sobre las que se colocaron 20 semillas/bandeja disponiendo así de 100 semillas por tratamiento en función de 5 repeticiones. Las semillas se cubrieron finalmente con dos hojas más de dicho papel. Se realizaron tres riegos diarios (en la mañana, a medio día y en la tarde) humedeciendo el papel

Tabla 2. Análisis de regresión para porcentaje de germinación (PG), altura de la plántula (AP) (cm), longitud de la radícula (LR) (cm) y relación altura de la plántula/longitud de la radícula (RAP/LR) bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos de *Cyperus rotundus* L. en condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			
		PG	AP	LR	RAP/LR
Repetición	4	1,09ns	41,415*	3,650ns	0,490ns
Concentración	3	5,73*	420,124*	387,537*	0,442ns
Reg. Lineal	1	16,70*	1096,80*	1161,583*	0,965ns
Reg. Cuadrática	1	0,44ns	145,045*	0,074ns	0,436ns
Reg. Cúbica	1	0,07ns	18,524ns	0,953ns	0,476ns
E. Experimental	12	1,057	11,949	3,547	0,587
Total	19				
C.V. (%)		9,91	17,41	13,23	35,03

*: Significativo ($p \leq 0,05$) ns: No Significativo ($p \leq 0,05$)

de las bandejas mediante un aspersor manual con los extractos de los tratamientos. La cosecha de las plántulas se efectuó a los 12 días después de la siembra.

La preparación de los extractos acuosos se realizó a partir del follaje de *C. rotundus*, de plantas de unos 15 días de edad, provenientes de las parcelas experimentales del Campus Universitario «Los Guaritos», sembradas con algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Fue secado a temperatura ambiente por 24 h, y después en estufa (72 h, 50 °C). Luego se preparó un extracto al 15% p/v, cortando el follaje en trozos no mayores de 3 cm y licuándolo en agua sin llegar a pulverizar (aprox. 10 s). El extracto al 15% p/v se dejó en reposo por 48 h en recipientes de vidrio tapados. Posteriormente, fue separado el líquido de la parte sólida a través de un proceso de filtrado (papel filtro Whatman 1) y a partir de este extracto se obtuvieron por dilución extractos al 2,0; 4,0 y 6,0% p/v. Se determinó el pH y la conductividad eléctrica ($S.cm^{-1}$) a cada uno de los extractos obtenidos. Para el tratamiento control se empleó agua corriente.

Se empleó el diseño estadístico de bloques al azar. Fue estudiado el efecto de cuatro concentraciones (0; 2,0; 4,0 y 6,0% p/v) de extracto acuoso foliar de *C. rotundus* sobre el maíz, con 5 repeticiones.

A los 12 días después de la siembra se determinaron los parámetros de germinación: porcentaje de germinación (%) y crecimiento: altura de la plántula (cm), longitud de la radícula (cm), pesos secos del vástago y de la radícula (g), secados en estufa a 70 °C por 72 h, y las relaciones altura de la plántula/longitud de la radícula y peso seco del vástago/peso seco de la radícula.

Los parámetros se estudiaron mediante análisis de varianza usando el programa STATISTIX v 8.0 y de regresión utilizando el programa SPSS v 13.0. La transformación de los datos del porcentaje de germinación se realizó mediante la fórmula:

$$\arccoseno \sqrt{\frac{(X + \frac{3}{8})}{(n + \frac{3}{4})}}$$

El pH y la conductividad eléctrica de los extractos acuosos foliares de *C. rotundus* se analizaron por regresión en una sola repetición.

Análisis de pH y conductividad eléctrica de los extractos foliares

Los análisis de regresión para los valores de pH y CE de los extractos acuosos del follaje de *C. rotundus*, son presentados en la Figura 1 y Tabla 1. Se observó que el pH disminuyó con el incremento de la concentración del extracto, en tanto la CE aumentó con la concentración. Los valores de pH oscilaron entre 6,42 y 6,64, en tanto que los de CE estuvieron entre 0,10 y 4,90 $S.cm^{-1}$.

La poca variación entre los valores de pH encontrados en el testigo (agua corriente) y el de las concentraciones de extracto, permiten presumir, que tanto germinación, como crecimiento, no fueron afectados por este parámetro. Los incrementos apreciados en la CE con el aumento de la concentración de los extractos sugieren un posible efecto osmótico sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas producto de elevadas concentraciones de sales o compuestos químicos liberados a partir del follaje de *C. rotundus*. Los efectos negativos del incremento del potencial osmótico son comunes, Méndez et al. 2002, quienes efectuaron

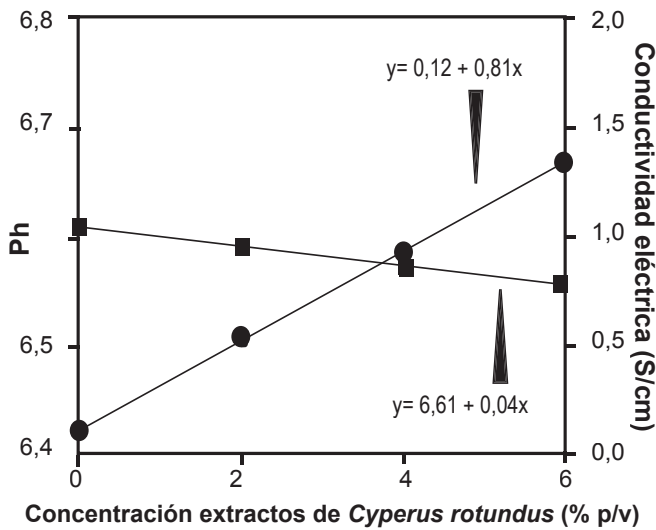


Figura 1. Análisis de regresión para valores del potencial hidrogénico (pH, línea con marcas de cuadrados, $r^2= 87,6\%$; $F= 14,01$; $p < 0,064$) y conductividad eléctrica (CE, línea con marcas de círculos, $r^2= 99,8\%$; $F= 937,3$; $p < 0,001$) de los extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., utilizados en el ensayo con maíz (*Zea mays* L.).

dos ensayos en condiciones de laboratorio, en los que determinaron el efecto del cloruro de sodio, con cinco potenciales osmóticos (0, -3, -6, -9 y -12 bares) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de los híbridos comerciales de maíz Cargill 633, Himeca 2003 y Pioneer 3031, y al realizar las evaluaciones a los 12 días después de la siembra, encontraron, que el porcentaje de germinación se incrementó 8,41% a -3 bares, para luego disminuir con incrementos del potencial, la germinación se redujo 84,69% a -12 bares; las mayores reducciones de la altura de la plántula y la longitud de radícula ocurrieron a -9 y -12 bares con 99,87 y 96,99%, respectivamente para la altura de la plántula y 97,92 y 95,20% para la longitud de la radícula.

Incrementos en la CE cuando aumenta la concentración de los extractos vegetales han sido apreciados por Guedes et al. (2002), al trabajar con extractos de *C. rotundus*, y observar valores para extractos de la parte aérea de 1,58; 2,87; 6,74 y 7,47 $S.cm^{-1}$, a concentraciones de 1, 2, 4 y 6% p/v, respectivamente, y para estas mismas concentraciones, valores para extractos de la parte sub-

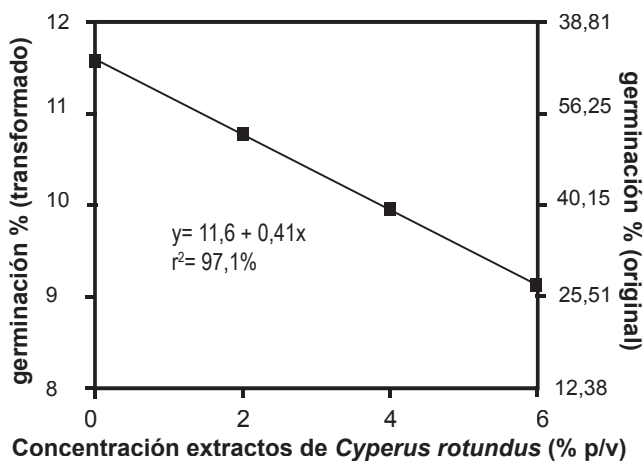


Figura 2. Análisis de regresión para porcentaje de germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., en condiciones de laboratorio.

Tabla 3. Análisis de regresión para peso seco del vástago (PSV) (g) peso seco de la radícula (PSR) (g) y relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula (RPSV/PSR) bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos de *Cyperus rotundus* L. en condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios		
		PSV	PSR	RPSV/PSR
Repetición	4	0,000173 ^{ns}	0,000465 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Concentración	3	0,002052*	0,013804*	0,134*
Reg. Lineal	1	0,005112*	0,041006*	0,390*
Reg. Cuadrática	1	0,000911*	0,000151 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	0,000132 ^{ns}	0,000256 ^{ns}	0,007 ^{ns}
E. Experimental	12	0,000252	0,000252	0,003
Total	19			
C.V. (%)		17,44	8,14	21,81

*: Significativo ($p \leq 0,05$) ^{ns}: No Significativo ($p \leq 0,05$)

terránea de 1,50; 1,95; 1,80 y 3,30 $S.cm^{-1}$, respectivamente. Los potenciales osmóticos de cada concentración fueron estimados obteniéndose valores para los extractos de la parte aérea de 0,15; 0,23; 0,34 y 0,35 MPa, a las concentraciones de 1, 2, 4 y 6% p/v. En la conjetura de que los mayores valores de los potenciales osmóticos obtenidos pudieran inhibir la germinación, Guedes et al. (2002) también investigaron el efecto del potencial osmótico sobre el Porcentaje de germinación y el Índice de velocidad de germinación de las semillas usando soluciones de PEG6000. En sus resultados, aun cuando existió un efecto de regresión significativo para el potencial osmótico en razón de las concentraciones de los extractos también se presentó efecto por los compuestos de *C. rotundus*. En la presente investigación, la CE fluctuó entre 0,10 y 4,90 $S.cm^{-1}$, lo que la sitúa por debajo del valor para los cuales se redujo el porcentaje de la germinación en el estudio de Guedes et al., $CE = 6,74$ y $7,47 S.cm^{-1}$, para la concentración de los extractos de 4 y 6 %, respectivamente, no pareciendo en consecuencia existir relación entre la reducción de la germinación y crecimiento producidos por los metabolitos secundarios de *C. rotundus* presentes en los extractos de este trabajo y el potencial osmótico asociado a la CE.

Porcentaje de germinación

Se presentaron diferencias significativas solo para las fuentes de variación concentración y regresión lineal. En la Figura 2 y

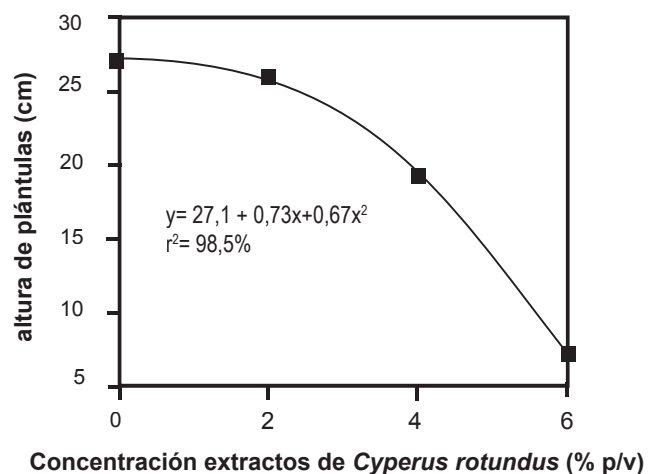
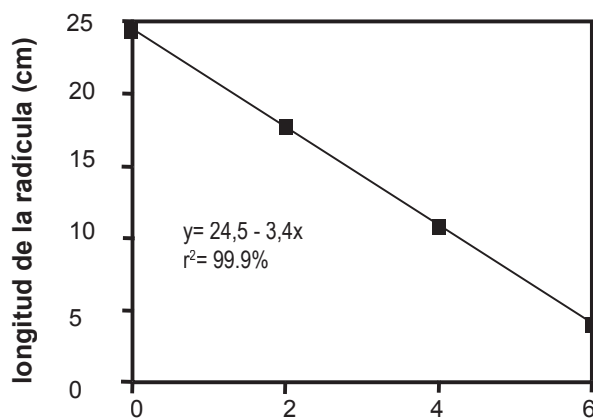


Figura 3. Análisis de regresión para altura de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., en condiciones de laboratorio.



Concentración extractos de *Cyperus rotundus* (% p/v)

Figura 4. Análisis de regresión para longitud de la radícula de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., en condiciones de laboratorio.

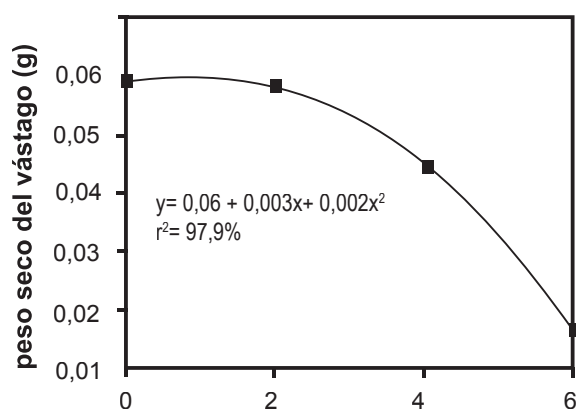
Tabla 2 se observa el análisis de regresión para el porcentaje de germinación de las semillas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje del *C. rotundus*. La respuesta fue lineal, la germinación decreció proporcionalmente al incremento de la concentración del extracto.

Altura de la plántula

Se observaron diferencias significativas en las fuentes de variación repetición, concentración, regresión lineal y cuadrática. En la Figura 3 y Tabla 2, se observa el análisis de regresión para la altura de las plántulas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *C. rotundus*. La respuesta fue cuadrática, el carácter disminuyó en todas las concentraciones probadas, siendo más pronunciado el efecto a mayor concentración.

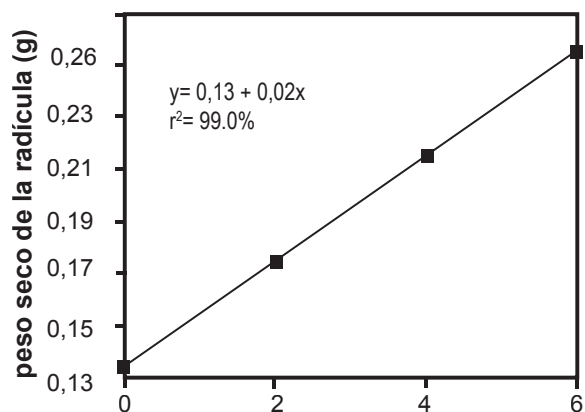
Longitud de la radícula

Se presentaron diferencias significativas únicamente para las fuentes de variación concentración y regresión lineal. En la Figura 4 y Tabla 2, se presenta el análisis de regresión para la longitud de la radícula de las plántulas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos



Concentración extractos de *Cyperus rotundus* (% p/v)

Figura 5. Análisis de regresión para el peso seco del vástago de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., en condiciones de laboratorio.



Concentración extractos de *Cyperus rotundus* (% p/v)

Figura 6. Análisis de regresión para el peso seco de la radícula de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L., en condiciones de laboratorio.

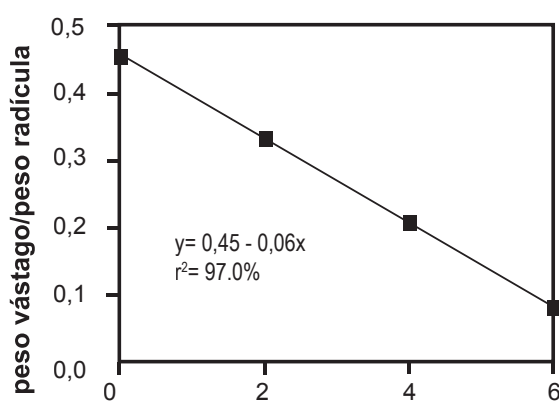
del follaje de *C. rotundus*. La respuesta fue lineal, incrementos en las concentraciones de los extractos resultaron en decrecimientos proporcionales de este parámetro.

Peso seco del vástago

Se presentaron diferencias significativas solo para las fuentes de variación concentración, regresión lineal y cuadrática. En la Figura 5 y Tabla 3 se observa el análisis de regresión para el peso seco del vástago de las plántulas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *C. rotundus*. La respuesta fue cuadrática, el peso seco disminuyó en las distintas concentraciones evaluadas, resultando más notorio el efecto a mayor concentración, resultado que concuerda con la disminución observada en la altura de las plántulas como efecto de los incrementos en la concentración del extracto, cuyo comportamiento también fue cuadrático.

Peso seco de la radícula

Se observaron diferencias significativas en las fuentes de variación repetición, concentración y regresión lineal. En la Figura 6 y Tabla 3 se observa el análisis de regresión para el peso seco de la radícula de las plántulas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las



Concentración extractos de *Cyperus rotundus* (% p/v)

Figura 7. Análisis de regresión para la relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de corocillo (*Cyperus rotundus* L.), en condiciones de laboratorio.

diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *C. rotundus*. La respuesta fue lineal, el carácter se incrementó progresivamente con el aumento de la concentración del extracto.

Relación altura de la plántula/longitud de la radícula

No se presentaron diferencias significativas en las fuentes de variación. Esto quiere decir que las concentraciones de los extractos de *C. rotundus* no tuvieron efecto sobre esta relación (ver Tabla 2). El promedio general para esta relación fue de 1,52.

Relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula

Se observaron diferencias significativas solo en las fuentes de variación concentración y regresión lineal. En la Figura 7 y Tabla 3 se observa el análisis de regresión para la relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula de las plántulas de maíz cv. Pioneer 3031, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de *C. rotundus*. La respuesta fue lineal, se presentó una tendencia a disminuir el parámetro proporcionalmente al aumento de la concentración del extracto.

Efecto de los extractos sobre la germinación

Incrementos en la concentración del extracto acuoso foliar produjeron inhibiciones de la germinación proporcionales al aumento de la concentración de extracto. Similares resultados fueron indicados por Castro et al. (1983) quienes apreciaron inhibición total de la germinación de las semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Santa cruz, por el extracto puro de los tubérculos de *C. rotundus* y reducciones cercanas al 70%, con extracto diluido al 50%, mientras Guedes et al. (2002) observaron un estímulo en el porcentaje de germinación en lechuga en relación al control a concentraciones de 1 y 2% de extractos de la parte aérea y extractos de la parte subterránea de *C. rotundus*, sin embargo, a 4 y 6% los efectos fueron inhibitorios; inhibición en la germinación del pimentón por extractos de la parte aérea, y estímulos en la misma por los extractos de la parte subterránea en todas las concentraciones; reducción en el porcentaje de germinación en jiló (*Solanum gilo* L.) por los extractos de la parte aérea, en las concentraciones intermedias y tendencia de recuperación a concentración de 6%, los extractos de la parte subterránea inhibieron la germinación a concentraciones entre 1 y 4%, pero la concentración de 6% resultó estimulante.

Efecto de los extractos sobre el crecimiento

Los parámetros de crecimiento fueron reducidos por todas las concentraciones de extracto acuoso foliar evaluadas. La altura de las plántulas, longitud de las radículas y los respectivos pesos secos de estos órganos disminuyeron con el incremento de la concentración (a excepción del incremento del peso seco de las radículas). Las relaciones estudiadas (altura de la plántula/longitud de la radícula y peso seco del vástago/peso seco de la radícula) tuvieron una tendencia similar a los caracteres individuales. Resultados similares han sido indicados por Horowitz y Friedman (1971) quienes afirman que el sistema radicular de los cultivos se reduce cuando se desarrolla en un medio con un alto contenido de residuos de partes subterráneas de malezas perennes; la secreción de sustancias originadas por estos residuos puede tener efectos ecológicos significativos, si ellas incrementan los daños del cultivo.

Los reportes de fenómenos alelopáticos frecuentemente hacen referencia a efectos secundarios, como lo son, el retraso o

inhibición de la germinación y la estimulación o reducción del crecimiento de brotes o raíces. Entre los procesos importantes afectados por los aleloquímicos, tenemos, según Sampietro (2002): alteraciones hormonales, efectos sobre la absorción de agua, efectos sobre la absorción de minerales, efectos sobre la actividad enzimática, efectos sobre la fotosíntesis y efectos sobre la respiración, producidos por compuestos como: a) Taninos: inhiben el crecimiento inducido por giberelinas, provocando paralelamente una reducción en la síntesis de enzimas hidrolíticas tales como la amilasa y la fosfatasa ácida en endosperma de semillas de cebada. En semillas de maíz el ácido ferúlico provoca un efecto similar; b) Saponinas: reducen la permeabilidad del tegumento de las semillas al oxígeno c) Flavononas: interfieren en la síntesis de ATP mitocondrial, cadena de transporte de electrones y fotofosforilación; y d) Fenoles: a nivel de las giberelinas, los compuestos fenólicos inhiben la acción de estas, ya sea por unión a la molécula hormonal o por bloqueo del proceso mediado por las mismas. Guedes et al. (2002), confirmaron la presencia en extractos de la parte aérea de *C. rotundus* L. de: fenoles, flavononas, saponinas, taninos y terpenoides.

De los resultados obtenidos en esta investigación, es posible señalar la susceptibilidad por efectos fitotóxicos (aleopatía) del cultivo de maíz durante la germinación y en las etapas tempranas de crecimiento, a una de las malezas más comunes en los campos de maíz venezolanos, como lo es *C. rotundus*. Según Rodríguez (2000) *C. rotundus* es la principal maleza que afecta la producción de maíz en Venezuela superando a la paja peluda o paja rolito (*Rottboellia exaltata* L.= *R. cochinchinensis* (Lour.) Clayton), al bejuquillo o batatilla, dos géneros de la familia Convolvulácea: *Ipomoea* y *Merremia*, siendo la especie más frecuente *I. tiliaceae*; a la paja o pasto Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) y a la falsa paja Johnson (*Sorghum verticilliflorum* (Steud) Staph) entre otras.

El único efecto positivo de las concentraciones de *C. rotundus* fue sobre el peso seco de las radículas, esto podría ser explicado a través de la hipótesis de hormesis, la cual según Ogunseitan (2004) es la observación que parece paradójica de que la exposición de organismos a concentraciones sub-tóxicas de una sustancia tóxica puede estimular el crecimiento del organismo. Luckey (1993) indicó que hormesis (del griego hormo= yo excito) es la estimulación de cualquier sistema por el uso de bajas dosis de cualquier agente, hormología es el estudio de la excitación, las bajas dosis o concentraciones de muchos agentes provocan un efecto biopositivo, grandes dosis producen un efecto bionegativo y expresó que el mensaje es simple: pequeñas y grandes dosis inducen resultados fisiológicos opuestos. Según la definición de Wikipedia (2006) en toxicología, la hormesis es un fenómeno de respuesta a la dosis caracterizado por una estimulación a dosis bajas y una inhibición altas dosis, resultando en una curva de forma de J ó de forma de U en respuesta a la dosis, una toxina o contaminante mostrando hormesis tiene entonces el efecto opuesto en dosis bajas que en dosis altas.

Los químicos que imponen influencias alelopáticas son llamados aleloquímicos. Ellos pueden ser principalmente clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, los cuales son generalmente considerados a ser aquellos compuestos (tales como alcaloides, isoprenoides, fenoles, flavonoides, terpenoides y glucosinolatos, etc.) (Rice, 1984). Los aleloquímicos están presentes en virtualmente todos los tejidos vegetales, incluyendo hojas, flores, frutos, tallos, raíces, rizomas, semillas y polen, ellos

pueden ser liberados desde las plantas al ambiente mediante cuatro procesos ecológicos: volatilización, lixiviación, exudación por las raíces y descomposición de residuos vegetales (Putnam y Tang, 1986). De acuerdo a lo anterior, An (2005) indicó que un aleloquímico tiene dos atributos complementarios: estimulación e inhibición. Los resultados de este ensayo sugieren que los aleloquímicos (fenoles, flavononas, saponinas, taninos y terpenoides) presentes en *C. rotundus* (Guedes et al., 2002) produjeron el estímulo del peso de la radícula, manifestándose el fenómeno de hormesis, es decir, las concentraciones usadas (hasta 6%) no fueron tóxicas sino más bien beneficiosas.

El efecto negativo sobre la germinación y el crecimiento observados en maíz por acción de los extractos foliares de *C. rotundus*, señalan la necesidad de establecer estrategias de manejo integrado en las que se considere la densidad de población de *C. rotundus* existente en aquellas parcelas en las que se desee establecer cultivos de maíz, teniendo como opción la rotación de cultivos cuando se considere que la combinación cultivo-malezas no sea aconsejable dada la alta liberación de compuestos detrimentales para el cultivo a partir de los residuos de maleza. Poco es conocido sobre el efecto residual del factor alelopático en *C. rotundus*, pero en arroz se ha encontrado que el efecto residual puede diferir entre cultivares alelopáticos, lo que sugiere que más de un aleloquímico está envuelto y ellos pueden tener diferente persistencia en los suelos. El entendimiento de estos efectos residuales, incluyendo la autotoxicidad es importante en el planeamiento de los ciclos o sistemas de cultivo y que las estrategias de manejo del cultivo para incrementar o disminuir los efectos residuales necesitan ser identificados y adicionalmente estudiados (Olofsdotter, 2001)

Literatura citada

- An. M. 2005. Mathematical modelling of dose-response relationship (Hormesis) in allelopathy and its application. *Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine* 3: 153-172.
- Castro, P. R. C.; Rodríguez, J. D.; Moraes, M. A. y Carvalho, V. L. M. 1983. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tamateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill. Cv. Santa Cruz). *Planta Daninha* VI (2): 79-85.
- Doll J. 1986. *Cyperus rotundus* L.: Ecology, biology, physiology, morphology and importance. pp 71-89. En *FAO Plant Production and Protection Paper 74*, «Ecology and control of perennial weeds in Latin America», Roma Doll J. 1991. *Yellow nutsedge management in field crops*. North Central Region Publication 220, 4 pp.
- Drost, D.C. and Doll, J. D. 1980. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*)». *Weed Science* 28 (2): 229-233.
- Guedes, C. M.; Melo De Souza, C.; De Moraes, V.; Alves De Carvalho, G. E. De Paiva F., S. 2002. Efeitos de extratos aquosos de tiririca sobre a germinação de alface, pimentão e jiló e sobre a divisão celular na radícula de alface. *Ceres*. 49(281):1-11.
- Holm, L. G.; Plucknett, D. L.; Pancho, J. V. and Herberger, J. P. 1977. *The world's worst weeds, distribution and biology*. East-West Center, University Press of Hawaii, Honolulu. 609 pp.
- Horowitz, A. y T. Friedman. 1971. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* L., *Sorghum halepense* L. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research*. 11: 88-93.
- Luckey. T. T. D. 1993. Radiation hormesis. 7th GIRI Meeting, November 1993, Montpellier, France.
- Méndez N., J. R; Ibarra P., F. T. y Merazo P., J. F. 2002. Germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo soluciones osmóticas I. Cloruro de sodio. VI Festival del Maíz. VI Jornada Científica Nacional del Maíz. Del 20 al 23 de noviembre del 2002. Maracay, Estado Aragua. On line: www.Trabajos/carteles\tecnosemilla\jmendezsodio.htm. Última visita 06 de noviembre de 2005.
- Ogunseitan, O. 2004. *Microbial Diversity. Form and Function in Prokaryotes*. Blackwell Publishing. New York, U. S. A. 312 p.
- Olofsdotter, M. 2001. Rice. A step toward use of allelopathy. *Agronomy Journal* 93:3-8 .
- Putnam, A. R. and Tang, C. S. 1986. *The Science of Allelopathy*. John Wiley & Sons, New York, 317 pp.
- Rice, E. L. 1984. *Allelopathy*, 2nd ed; Academic Press, New York, 421 pp.
- Rodríguez T., E. 1981. Épocas críticas de competencia de las malezas en siembras de maíz (*Zea mays* L.) para semilla. X Jornadas Agronómicas. SVIA-UNET. San Cristóbal, Venezuela.
- Rodríguez T., E. 2000. Protección y Sanidad Vegetal: Combate y Control de Malezas. in: *El Maíz en Venezuela*. Compiladores Humberto Fontana N. y Carlos González N. Fundación Polar. pp 311-343.
- Sampietro D. A. 2002. Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales «Dr. Antonio R. Sampietro» Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho 461. CP 4000. San Miguel de Tucumán. Argentina. On line: <http://fai.unne.edu.ar/biologia/alelopatia/alelopatia.htm>. Última visita 12 de enero del 2006.
- Wikipedia. 2006. Hormesis. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hormesis>. Última visita 22 de enero de 2006.