

**EFFECTOS DE EXTRACTOS ACUOSOS DEL FOLLAJE  
DEL COROCILLO (*CYPERUS ROTUNDUS*) SOBRE LA  
GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y EL CRECIMIENTO DE  
PLÁNTULAS DE CARAOTA (*PHASEOLUS VULGARIS*)**

JOSÉ A. LAYNEZ-GARSABALL Y JESÚS RAFAEL MÉNDEZ-NATERA

Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Escuela de Ingeniería  
Agronómica, Departamento de Agronomía, *Campus* “Los Guaritos”,  
Maturín, Estado Monagas, Venezuela  
jalaynezg@yahoo.es y jmendezn@cantv.net

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es determinar los efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus*) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de caraota (*Phaseolus vulgaris*) cultivar Tenerife. Con follaje de corocillo de 15 días, se preparó un extracto al 15% p/v y por dilución extractos al 0; 2,0; 4,0 y 6,0% p/v, determinándose pH y conductividad eléctrica ( $S.cm^{-1}$ ). Se sembraron 20 semillas por bandeja y las bandejas fueron regadas 3 veces al día con los extractos foliares. El diseño estadístico fue bloques al azar con 4 concentraciones de extracto y 5 replicas. Los parámetros se determinaron 12 días después de la siembra. El pH disminuyó y la conductividad eléctrica se incrementó al aumentar la concentración del extracto. La germinación, peso seco de la radícula y la relación peso seco del vástago/peso seco de la radícula no fueron afectados por los extractos. La altura de la plántula aumentó con las concentraciones de 2 y 4% y disminuyó en la de 6%. La longitud de la radícula fue poco reducida a 2%, y el mayor efecto inhibitorio fue a 4 y 6%. El peso seco del vástago incrementó proporcionalmente al aumento de la concentración. La relación altura de la plántula/longitud de la radícula incrementó hasta la concentración de 4% y descendió en la de 6%.

**Palabras clave:** Alelopatía, *Cyperus rotundus*, extractos acuosos, extractos de plantas, germinación, *Phaseolus vulgaris*.

---

Recibido: 02 Mayo 2006 / Aceptado: 30 Octubre 2006  
Received: 02 May 2006 / Accepted: 30 October 2006

## EFFECTS OF FOLIAGE WATER EXTRACTS OF PURPLE NUTSEDGE (*CYPERUS ROTUNDUS*) ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF NAVY BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS*)

**Abstract.** We determined effects of foliage water extracts of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on seed germination and seedling growth of navy bean (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife. 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 ( $S.cm^{-1}$ ) were determined. Twenty seeds were sowed in trays, and watered 3 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. Traits were determined 12 days after sowing. The pH diminished and electrical conductivity increased with increased extract concentration. Germination, dry radicle weight and the dry shoot weight/dry radicle weight ratio were not affected by extracts. Seedling height increased with 2 and 4% concentrations, and decreased at 6%. Radicle length was little affected at 2%, but the inhibiting effect was greatest at 4 and 6%. Dry shoot weight was directly proportional to extract concentration. The seedling height/radicle length ratio increased to concentrations of 4%, but decreased at 6%.

**Key words:** Allelopathy, *Cyperus rotundus*, germination, *Phaseolus vulgaris*, plant extracts, water extracts.

### INTRODUCCIÓN

Existen sustancias que producidas por una planta le proporcionan beneficios al provocar determinados efectos sobre otras plantas o animales. Estas sustancias se denominan aleloquímicos y el fenómeno en el cual están involucradas se designa con el nombre de aleloquímia. Un tipo especial de aleloquímia que se establece entre individuos vegetales es denominado alelopatía (Sampietro 2002). El concepto sugiere que biomoléculas (denominadas específicamente aleloquímicos) producidas por una planta son liberadas al ambiente y subsecuentemente influyen sobre el crecimiento y desarrollo de otras plantas circunvecinas (Rizvi y Rizvi 1992).

A lo largo del cinturón térmico mundial, el corocillo (*Cyperus rotundus*) es un problema importante en más de 90 países tropicales y subtropicales, siendo la baja temperatura y la humedad los dos factores ambientales determinantes, que delimitan su distribución. En

Venezuela, el corocillo es una de las malezas más nocivas a los cultivos especialmente a los de porte bajo. En el valle de Quibor la mencionada mala hierba compite tan fuertemente con los cultivos de cebolla y pimentón, que hace prácticamente imposible su siembra en suelos fuertemente infestados (Cárdenas 1992). El corocillo tiene efectos alelopáticos sobre diversos cultivos: tomate (Castro *et al.* 1983) y lechuga, pimentón y jiló (*Solanum gilo*) (Guedes *et al.* 2002). Sampietro (2002) hace referencia al efecto alelopático inhibitorio mostrado por residuos de corocillo en descomposición sobre el rendimiento del tomate, arroz, repollo, pepino, zanahoria, soya y algodón, indicándose como aleloquímicos a polifenoles y sesquiterpenos.

La caraota (*Phaseolus vulgaris*) en América Latina, y en general, en la mayor parte del mundo, tiene gran importancia económica y social; plato típico base de la alimentación popular en Venezuela, es según Mora (1997), una de las 11 especies que alimentan al mundo, siendo utilizada como alimento básico suministrando proteínas, calorías, vitaminas y sales minerales. Su producción abarca los cinco continentes, siendo América y África los mayores productores y consumidores de esta leguminosa. Es un cultivo que se adapta a casi todos los ambientes, compitiendo con malezas las cuales interfieren su normal desarrollo y rendimiento, a través de reducciones en la disponibilidad de agua, luz solar, nutrimentos y bióxido de carbono, y por acción de sustancias alelopáticas. Como resultado de esa interferencia, las malezas generan pérdidas, tanto en calidad como en cantidad. Con la intención de profundizar en los posibles efectos alelopáticos del corocillo sobre este cultivo, el objetivo del presente trabajo es determinar los efectos de extractos acuosa del follaje del corocillo sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de caraota.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Semillas del Postgrado de Agricultura Tropical de la Universidad de Oriente, Maturín, estado Monagas, Venezuela. Como especie donadora se empleó corocillo (*Cyperus rotundus*) y se evaluó la acción de sus extractos foliares sobre la germinación de semillas y el crecimiento de

plántulas de la especie receptora, caraota (*Phaseolus vulgaris*) variedad Tenerife.

### SIEMBRA

Se utilizaron 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%). Sobre cada bandeja se colocó una capa de dos hojas de papel absorbente, y sobre esta 20 semillas/bandeja obteniendo así 100 semillas por tratamiento en función de 5 replicas. Finalmente, las semillas se cubrieron con dos hojas más de dicho papel. Tres veces al día (en la mañana, a medio día y en la tarde), las bandejas se regaron humedeciendo el papel de las mismas con ayuda de un aspersor manual con los extractos de los tratamientos. Las plántulas se cosecharon a los 12 días después de la siembra.

### PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS

En una siembra de algodón (*Gossypium hirsutum*) localizada en las parcelas experimentales del *Campus* Universitario “Los Guaritos”, se recolectó follaje de plantas de corocillo de unos 15 días de edad. Se le secó a temperatura ambiente por 24 h, y después en estufa (72 h, 50 °C). Una vez seco, el follaje se cortó en trozos no mayores de 3 cm y licuado en agua sin llegar a pulverizar (aprox. 10 s), hasta obtener un extracto al 15% p/v. La preparación así obtenida se dejó en reposo por 48 h en recipientes de vidrio tapados. Luego, se le sometió a un proceso de filtrado (papel filtro Whatman 1) para separar el líquido de la parte sólida y a partir de este extracto se obtuvieron por dilución extractos al 2, 4 y 6% p/v. A cada una de ellos se les determino el pH y la conductividad eléctrica ( $S \cdot cm^{-1}$ ). En el tratamiento control se utilizo agua corriente.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico fue el de bloques al azar. Se evaluó el efecto de cuatro concentraciones (0, 2, 4, y 6,% p/v) de extracto acuoso foliar de corocillo sobre la caraota, se utilizaron 5 repeticiones. La cosecha se realizó a los 12 días después de la siembra, se evaluaron 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 72h, y las relaciones altura de la plántula/longitud de la radícula, y peso seco del vástago/peso seco de la radícula. La evaluación de los resultados se efectuó mediante análisis de varianza convencional y de regresión. El pH y la conductividad eléctrica de los extractos acuosos foliares del corocillo fueron analizados por regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS EXTRACTOS

Los resultados de los análisis de regresión para el pH y la conductividad eléctrica (CE) de los extractos acuosos del follaje del corocillo, se muestran en la Tabla 1.

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

Fuente de Variación	GL	Cuadrado Medio	
		pH	Conductividad Eléctrica
Regresión	1	0,0259 *	13,122 **
Residual	2	0,0018	0,014
Total	3		

\*Significativo ( $P \leq 0,05$ ), Significativo ( $P \leq 0,01$ ), GL = Grados de Libertad.

Los análisis de regresión para los valores de pH y CE de los extractos acuosos del follaje del corocillo, son mostrados en la Figura 1. Puede observarse una tendencia a disminuir el pH y a incrementar la CE en la medida en que se aumenta la concentración. Los valores de pH oscilaron entre 6,64 y 6,42, en tanto que los de CE estuvieron entre 0,10 y 4,90 S.cm<sup>-1</sup>.

El pH varió muy poco entre el testigo 0% p/v (pH = 6,64) y las concentraciones de extractos acuosos foliares utilizadas, 2, 4 y 6% p/v (pH = 6,50, 6,44 y 6,42, respectivamente), esto hace pensar que este parámetro no afectó la germinación y el crecimiento de las plántulas. Rao y Reddy (1981), Eberlein (1987) y Pattnaik y Misra (1987) indicaron que los efectos depresivos son manifestados apenas a valores

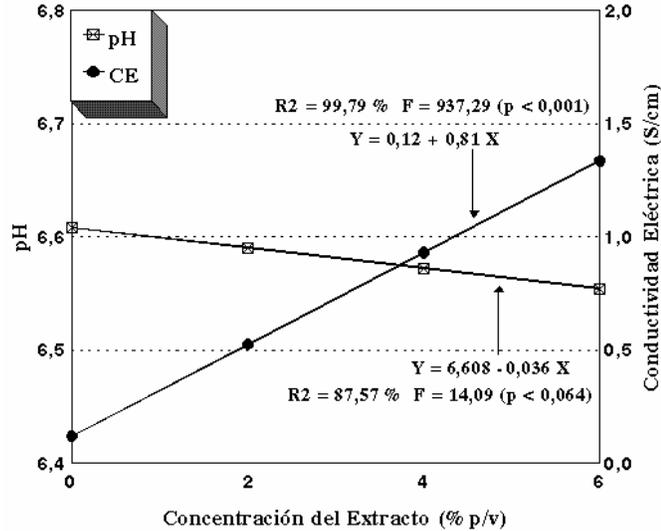


Figura 1. Análisis de regresión para valores del potencial hidrogenico (pH) y conductividad eléctrica (CE) de los extractos acuosos del follaje del corocillo *Cyperus rotundus* L., utilizados en el ensayo con caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).

de pH igual o inferior a 3,0 o igual o superior a 9,0. Guedes *et al.* (2002), trabajaron con extractos de la parte aérea y subterránea de *Cyperus rotundus* L., y al evaluar el pH en los extractos en estudio para concentraciones de 1, 2, 4 y 6% p/v, encontraron valores de 6,3; 6,2; 6,1 y 6,2, respectivamente, para los extractos de la parte subterránea y de 6,5 en todas las concentraciones de extracto de la parte aérea (valores cercanos a los reportados en esta investigación). Los autores señalan que según las reglas de la International Seed Testing Association, los valores de pH entre 6 y 7,5 son considerados ideales para la germinación de la mayoría de las especies vegetales, lo que sugiere que los valores de pH de los extractos poco o nada interfirieron en la germinación de las especies. Contrariamente, la CE incrementó con el aumento de la concentración de los extractos, señalando incrementos en los niveles de sales al aumentar la concentración de extracto foliar. El incremento en los niveles de sales posibilita una acción negativa del potencial osmótico sobre los parámetros de germinación y crecimiento. Al respecto, Méndez *et al.* (2002) estudiaron en condiciones de

laboratorio, el efecto del sulfato 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 9,45% a -3 bares, para luego disminuir con incrementos del potencial, la germinación se redujo 83,72 y 73,28% a -9 y -12 bares, respectivamente. La mayor reducción de la altura de la plántula ocurrió a -6 y -9 bares con 97,54 y 98,18%, respectivamente. Las mayores reducciones en la longitud de la radícula ocurrieron a -9 y -12 bares en los cultivares Cargill 633 e Himeca 2003 y a -6 y -9 bares en Pioneer 3031.

Guedes *et al.* (2002) también investigaron el efecto del potencial osmótico sobre la germinación para discriminar entre el efecto inhibitorio de este factor y el correspondiente a las sustancias del corocillo. Sus resultados mostraron que aún cuando existió un efecto de regresión significativo para el potencial osmótico en función de las concentraciones de los extractos también se presentó efecto por los compuestos de corocillo. Estos autores indicaron valores de potencial osmótico de 0,15; 0,23; 0,34 y 0,35 MPa, para las concentraciones de la parte aérea de 1, 2, 4 y 6% p/v, respectivamente. En el presente estudio, la CE para los extractos a 0, 2, 4 y 6% p/v fue 0,10; 1,70; 3,50 y 4,90 S.cm<sup>-1</sup>, respectivamente, ubicándose por debajo de los valores para las concentraciones en las cuales se presentó reducción sobre la germinación en el trabajo de Guedes *et al.* (2002) (concentración de los extractos 4 y 6%, CE = 6,74 y 7,47 S.cm<sup>-1</sup>, respectivamente), lo que permite presumir que la falta de efecto de los extractos de corocillo sobre la germinación de las semillas de caraota no fue enmascarada por el incremento en la conductividad eléctrica creado con los extractos.

#### **PORCENTAJE DE GERMINACIÓN**

El análisis de varianza y de regresión para los datos transformados del porcentaje de germinación, no arrojaron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación en estudio (Tabla 2). Así, ninguna de las concentraciones de los extractos afectó significativamente la germinación. El promedio general fue de 38,25%.

Tabla 2. Análisis de regresión para porcentaje de germinación (PG), altura de la plántula (AP) (cm), longitud de la radícula (LR) (cm) y relación AP/LR (RAP/LR) en caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios							
		PG		AP		LR		RAP/LR	
Repetición	4	0,170	ns	25,036	ns	0,261	ns	0,969	ns
Concentración	3	2,668	ns	158,509	*	39,995	*	8,696	*
Reg. Lineal	1	1,235	ns	65,432	ns	97,417	*	7,574	*
Reg. Cuadrática	1	0,324	ns	352,380	*	2,408	ns	14,45	*
Reg. Cúbica	1	1,554	ns	57,714	ns	20,160	*	4,064	ns
Error Experimental	12	1,478		30,198		2,150		1,217	
Total	19								
C.V. (%)		13,08		28,92		22,01		33,96	

\*Significativo ( $P \leq 0,05$ ), ns = No Significativo ( $P \leq 0,05$ ), GL = Grados de libertad.

Los resultados de este ensayo han sido corroborados por Moura-Pires *et al.* (2001) quienes trabajaron con un extracto concentrado de leucaena (20% p/v), 100% y diluido con agua en las concentraciones de 50, 25 y 12,5%, y encontraron que la germinación de las semillas de *Desmodium purpureum*, *Bidens pilosa* y *Amaranthus hybridus* no fueron afectadas por el extracto en la concentración de 12,5%. Maraschin-Silva y Alves-Aqüila (2006a) evaluaron *Erythroxylum argentinum*, *Luehea divaricata*, *Myrsine guianensis* y *Ocotea puberula*, para investigar el potencial alelopático de plantas nativas en Brasil sobre la germinación y crecimiento en lechuga utilizando extractos acuosos del follaje a 2 y 4% extraídos con agua caliente y fría, y encontraron que al final del experimento (96h), la germinación total de los aquenios de lechuga sometidos a los dos extractos foliares de las especies no mostraron diferencias significativas en relación al tratamiento control. Teixeira-Prates *et al.* (2000) evaluaron el efecto de leucaena con extractos acuosos calientes y fríos sobre la germinación de maíz y encontraron que los extractos con agua fría a una concentración de 20% (p/v) no tuvieron un efecto fitotóxico sobre la germinación, mientras que los extractos con agua caliente causaron una reducción en la longitud de la radícula pero no tuvo efecto sobre la germinación de semillas de maíz. Periotto *et al.* (2004) evaluaron los efectos alelopáticos de tallos y hojas

de *Andira humilis* en la germinación y crecimiento de rábano y lechuga con extractos acuosa a concentraciones de 0, 4, 8, 12 y 16% (p/v) y encontraron que todas las concentraciones de los extractos foliares tuvieron una germinación similar al control en rábano y sólo la concentración de 16% inhibió la germinación en lechuga. Maraschin-Silva y Alves-Aquila (2006b) evaluaron el potencial alelopático de especies Brasileñas utilizando extractos acuosa foliares al 2 y 4% extraídos con agua caliente y fría de *Cecropia pachystachya*, *Peltophorum dubium*, *Psychotria leiocarpa*, *Sapium glandulatum* y *Sorocea bonplandii* sobre la germinación y crecimiento de lechuga y encontraron que al final de esta (96 horas), la germinación de los ajenos de lechuga sometidos a los extractos foliares de las cinco especies no mostraron diferencias significativas en relación al tratamiento control. Caldas-Oliveira *et al.* (2004) indicaron que semillas de ajonjolí presentaron una alta germinación (alrededor de 88%) en las diferentes temperaturas utilizadas (22, 30 y 38 °C) con extractos foliares de *Solanum lycocarpum* a diferentes concentraciones (1 al 5%), por lo que los extractos acuosa no interfirieron significativamente en la germinación de las semillas de ajonjolí. Al respecto, Inderjit y Dakshini (1995) indicaron que la germinación de semillas no es el proceso principal para las interacciones alelopáticas. Ferreira y Aquila (2000) indicaron que la germinación es menos sensible a los aleloquímicos que el crecimiento de la plántula, pues las sustancias alelopáticas pueden inducir un apareamiento de plántulas anormales, siendo la necrosis de la radícula uno de los síntomas más comunes.

Resultados contrastantes en cuanto al efecto inhibidor de extractos acuosa sobre la germinación de las semillas fueron indicados por Castro *et al.* (1983), quienes observaron inhibición total de la germinación de las semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) cv. Santa Cruz, por el extracto puro de los tubérculos de *C. rotundus* y reducciones cercanas al 70%, con extracto diluido al 50%, inhibición total de las semillas de tomate con el extracto puro de rizomas de *Sorghum halepense*, y disminuciones de la germinación sin inhibición con el extracto al 50%; inhibición de la germinación en tomate con extractos acuosa del sistema radicular de *Cynodon dactylon*; inhibición de la germinación en tomate con extracto de raíces de *Cannavalia*

*ensiformis*; e inhibición mayor de la germinación en tomate por las hojas de *Brassica napus* respecto a la producida por las raíces. Ahn y Chung (2000) observaron inhibición de la germinación de plántulas de *Echinochloa crusgalli* por extractos de cáscara de arroz. Por otro lado, también se ha reportado un efecto estimulante. Al respecto, Guedes *et al.* (2002) observaron un estímulo en el porcentaje de germinación en lechuga en relación al testigo a concentraciones de 1 y 2% de extractos de la parte aérea y extractos de la parte subterránea de *Cyperus 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.

#### ALTURA DE LA PLÁNTULA (CM)

Se presentaron diferencias significativas solo en las fuentes de variación concentración y regresión cuadrática (Tabla 2). En la Figura 2 se presenta el análisis de regresión para la altura de las plántulas de caraota cv. Tenerife, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje del corocillo. La respuesta fue cuadrática, el carácter aumentó con relación al testigo con las concentraciones de 2 y 4%, para luego disminuir por debajo del control con la concentración de 6%. Estos resultados indican el efecto estimulante sobre la altura de la planta a bajas concentraciones y un efecto fitotóxico en la concentración mayor. 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 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 a 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.

#### LONGITUD DE LA RADÍCULA (CM)

Únicamente se presentaron diferencias significativas para las fuentes de variación concentración, regresión lineal y cúbica (Tabla 2).

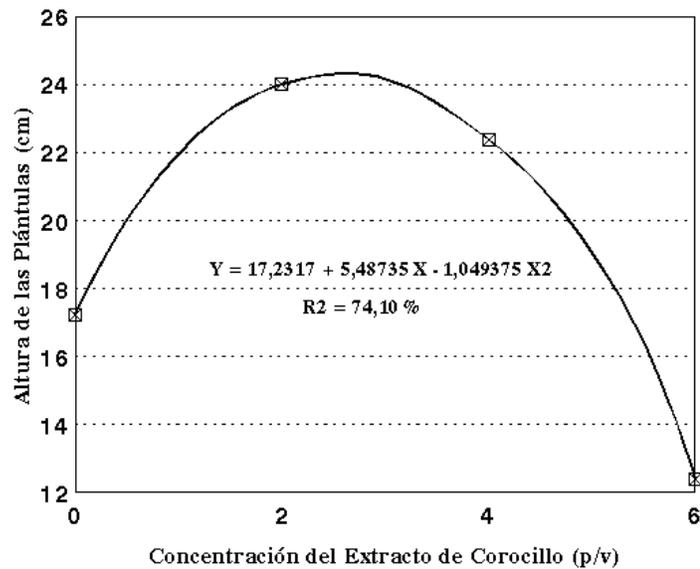


Figura 2. Análisis de regresión para la altura de plántulas de caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosaos del follaje de corocillo (*Cyperus rotundus*) en condiciones de laboratorio.

En la Figura 3 se observa el análisis de regresión para la longitud de la radícula de las plántulas de caraota cv. Tenerife, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosaos del follaje del corocillo. La respuesta fue cúbica, la concentración de 2% redujo muy poco dicho parámetro, el mayor efecto inhibitor se presentó en los extractos al 4 y 6%. El crecimiento de las plantas fue más afectado que la germi-

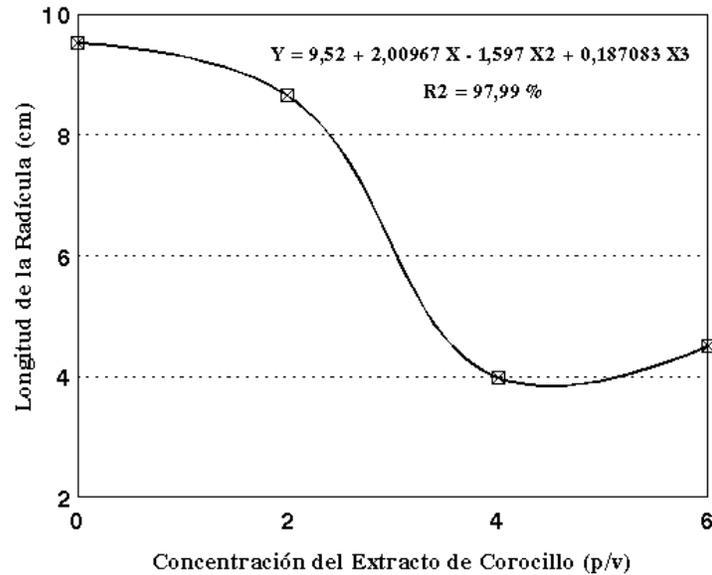


Figura 3. Análisis de regresión para la longitud de la radícula de plántulas de caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de corocillo (*Cyperus rotundus*) en condiciones de laboratorio.

nación de las semillas sugiriendo que los posibles efectos alelopáticos del corocillo sobre el cultivo de caraota no afecta el establecimiento de la misma. La altura de las plántulas se favoreció por las concentraciones bajas e intermedias de los extractos acuosos, mientras que la longitud de la radícula fue afectada adversamente indicando que bajo condiciones de campo el corocillo actuaría a nivel del suelo sobre las raíces y en estadios más avanzados de la planta posiblemente afectaría la altura. En otras palabras, el posible efecto alelopático actúa en primera instancia sobre las raíces.

Numerosas investigaciones han reportado el efecto detrimental de diferentes extractos acuosos sobre el crecimiento radicular. Caldas-Oliveira *et al.* (2004) evaluaron los efectos de extractos acuosos de hojas de *Solanum lycocarpum* sobre la germinación y crecimiento de ajonjolí a concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5% (p/v) en cápsulas de Petri y encontraron que el crecimiento de las raíces fue más afectado por los extractos mostrando necrosis del ápice, ausencia de pelos radicales y

formación de raíces secundarias, de forma general, las raíces mostraron más susceptibilidad a los aleloquímicos comparado con la parte aérea. Teixeira-Prates *et al.* (2000) evaluaron el efecto de leucaena con extractos acuosa calientes y fríos sobre el crecimiento radical de maíz y encontraron una reducción significativa del crecimiento de la raíz seminal ante las concentraciones de los extractos y observaron que una concentración menor al 12,5% causó una reducción del 50% del crecimiento de la raíz, las concentraciones mayores tuvieron un efecto más severo sobre el crecimiento radical de las plantas de maíz.

Al respecto Correia *et al.* (2005) indicaron que en bioensayos de esta naturaleza, se intuye que comparada con la parte aérea de las plántulas, la absorción y consecuentemente, una concentración de fitotóxicos en los tejidos radiculares se favorece, esto debido al contacto físico de la radícula con el papel de filtro (o papel toallín), lo que los expone directamente a los extractos acuosa. La capacidad de traslocación de los aleloquímicos de la raíz a la parte aérea y los mecanismos de acción de los mismos también deber ser considerados. El sitio de acción del fitoquímico puede no estar relacionado con la inhibición de la división celular del eje embrionario, resultando en una ausencia de efecto sobre la germinación de semillas. De esta forma, la bioactividad de los extractos acuosa estaría condicionada a la capacidad de absorción, traslocación y mecanismo de acción de sus compuestos potencialmente alelopáticos.

#### **PESO SECO DEL VÁSTAGO (G)**

Solo se presentaron diferencias significativas para las fuentes de variación concentración y regresión lineal (Tabla 3). En la Figura 4 se presenta el análisis de regresión para el peso seco del vástago de las plántulas de caraota cv. Tenerife, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosa del follaje del corocillo. La respuesta fue lineal, el carácter presentó tendencia al incremento respecto al control al aumentar las concentraciones de 2% a 6%, lo cual concuerda con el incremento observado en la altura de la plántula por encima del testigo, por efecto de la aplicación de los extractos. El incremento del peso seco de la plántula con el aumento de la concentración de los extractos de corocillo puede producirse en parte por el incremento en la altura de la

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) en caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios					
		PSV		PSR		RPSV/PSR	
Repetición	4	0,000489	ns	0,000070	ns	2,012	ns
Concentración	3	0,001440	*	0,000065	ns	3,315	ns
Reg. Lineal	1	0,004096	*	0,000047	ns	4,356	ns
Reg.	1	0,000080	ns	0,000035	ns	2,987	ns
Reg. Cúbica	1	0,000143	ns	0,000076	ns	3,431	ns
Error	12	0,000402		0,000105		2,296	
Total	19						
C.V. (%)		25,72		46,63		38,17	

\* Significativo, ns = No significativo, GL = Grados de libertad.

planta. Correia *et al.* (2005) encontraron que el crecimiento del hipocotilo en soya no fue afectado por los extractos de sorgo. Maraschin-Silva y Alves-Aqüila (2006b) evaluaron el potencial alelopático de especies Brasileñas utilizando extractos foliares al 2 y 4% extraídos con agua caliente y fría de *Cecropia pachystachya*, *Peltophorum dubium*, *Psychotria leiocarpa*, *Sapium glandulatum* y *Sorocea bonplandii* sobre el crecimiento de lechuga y encontraron que apenas los extractos de *P. leiocarpa* fueron capaces de reducir el tamaño del hipocotilo de las plántulas de lechuga tratadas, en relación al control.

#### PESO SECO DE LA RADÍCULA (G)

Dicho análisis no arrojó diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación en estudio (Tabla 3). De aquí se desprende que ninguna de las concentraciones de los extractos acuosos de corocillo utilizadas afectó significativamente el peso seco de la radícula. El promedio general para este carácter fue de 0,02 g. El peso de la radícula no se vió afectado por la concentración del extracto, pero como ha sido mencionado antes, la longitud de la radícula si se afectó, esto sugiere que las posibles sustancias alelopáticas del corocillo inhiben el crecimiento celular en caraota a nivel de elongación sin afectar la acu-

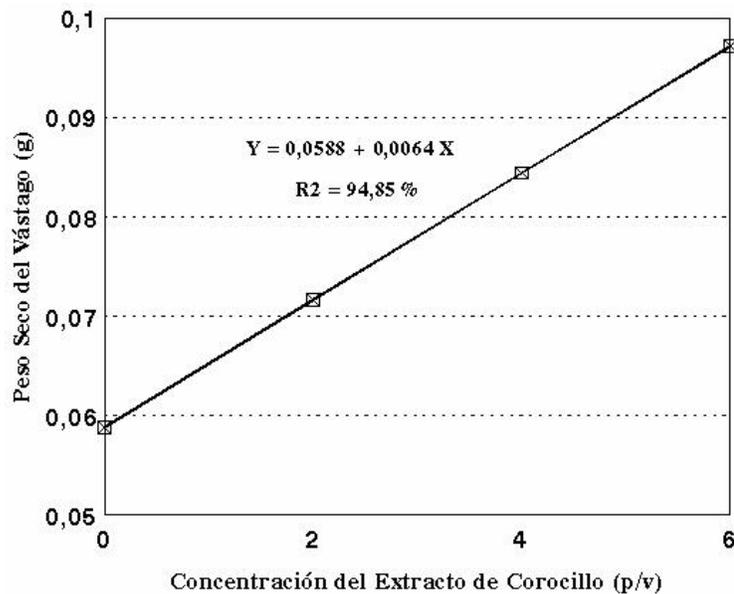


Figura 4. Análisis de regresión para el peso seco del vástago de plántulas de caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosaos del follaje de corocillo (*Cyperus rotundus*) en condiciones de laboratorio.

mulación de materia orgánica, similar mecanismo pudo haber actuado para la altura de la plántula y el peso seco del vástago en la concentración de 6% de extracto de corocillo.

Correia *et al.* (2005) evaluaron los efectos alelopáticos de extractos acuosaos de hojas, tallos y raíces de cinco híbridos de sorgo (Sara, DKB860, DKB599, XBG00478 y XBG06020) sobre la germinación y desarrollo de plántulas de soya cv MG/BR 46 (Conquista) y encontraron que la germinación y la velocidad de germinación de las semillas no fueron afectadas por los extractos de sorgo y lo mismo se observó para el peso seco de las plántulas de soya (parte aérea más radícula), al contrario, la interacción híbridos por parte de la planta fue significativa para el crecimiento de la radícula, indicando que las partes de la planta no mostraron el mismo desempeño en relación a cada híbrido de sorgo.

### RELACIÓN ALTURA DE LA PLÁNTULA/LONGITUD DE LA RADÍCULA

Se presentaron diferencias significativas solo para las fuentes de variación concentración, regresión lineal y cuadrática (Tabla 2). En la Figura 5 se observa el análisis de regresión para la longitud de la radícula de las plántulas de caraota cv. Tenerife, bajo las diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje del corocillo. La respuesta fue cuadrática, la relación se incremento respecto al control al aumentar la concentración hasta 4%, descendiendo después en el extracto al 6%, pero manteniéndose por encima del testigo.

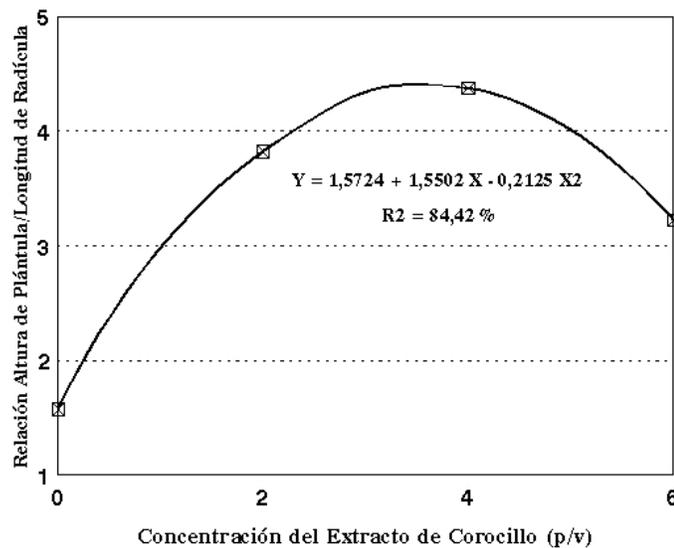


Figura 5. Análisis de regresión para la relación altura de la plántula/longitud de la radícula de plántulas de caraota (*Phaseolus vulgaris*) cv. Tenerife, bajo diferentes concentraciones de extractos acuosos del follaje de corocillo (*Cyperus rotundus*) en condiciones de laboratorio.

### RELACIÓN PESO SECO DEL VÁSTAGO/PESO SECO DE LA RADÍCULA

No se presentaron diferencias significativas en las fuentes de variación (Tabla 3). De este resultado se desprende la no existencia de influencia de las concentraciones de corocillo utilizadas en el ensayo

sobre esta relación. El promedio general para la relación fue de 3,97. La relación de peso entre el vástago y la radícula no se afectó por las diferentes concentraciones lo que insinúa que este último carácter fue el más importante en definir esta relación ya que los diferentes extractos tampoco afectaron el peso seco de la radícula. En general, los extractos estimularon el crecimiento aéreo e inhibieron el crecimiento radicular como se observó en la mayor relación altura de la plántula/longitud de la radícula en las tres concentraciones de los extractos de corocillo con respecto al control.

El modo de acción de los aleloquímicos puede ser dividido, de forma general, en dos, acción directa e indirecta. El primero, incluye efectos a través de la alteración de las propiedades del suelo, su estado nutricional y alteraciones en la población y/o actividad de los organismos, microorganismos, insectos y nematodos, entre otros. Este es el aspecto relativamente menos estudiado. El que ha recibido extensa atención es el segundo, que incluye efectos de los aleloquímicos sobre varios aspectos el crecimiento de la planta y su metabolismo (Rizvi y Rizvi 1992). Es posible afirmar que los compuestos del corocillo presentes en los extractos con los que se trabajó en esta investigación, tuvieron un modo de acción directo dadas las condiciones controladas en las que se llevó a cabo el ensayo. Una diversidad de agentes alelopáticos son sintetizados y almacenados en diferentes células de la planta ya sea en forma libre o conjugada con otras moléculas, para luego ser liberados en el entorno en respuesta a diferentes estreses bióticos y abióticos. Normalmente la literatura especializada los ordena en los siguientes grupos: compuestos alifáticos, lactonas no saturadas, lípidos y ácidos grasos, terpenoides, glicósidos cianogénicos, compuestos aromáticos, fenoles simples, ácido benzoico y derivados, quinonas y derivados, cumarinas, flavonoides, taninos y alcaloides. Los efectos observados sobre la germinación y crecimiento de las plántulas de caraota en el presente trabajo pudieran estar debidos a compuestos como los fenoles, flavononas, saponinas, taninos y terpenoides, presentes en extractos de la parte aérea de *Cyperus rotundus*, según lo confirman Guedes *et al.* (2002).

Aun cuando no se presentó efecto sobre la germinación por los extractos foliares de corocillo en las concentraciones en las que se

trabajo, el efecto inhibitorio observado en las concentraciones mayores sobre la altura, y en todas las concentraciones, sobre la longitud de la radícula, señalan la necesidad de considerar la combinación cultivo-maleza, dentro de un programa de manejo integrado del cultivo de caraota, o bien la rotación de cultivos, en la búsqueda de evitar o disminuir el efecto de las sustancias liberadas por las hojas del corocillo.

### CONCLUSIONES

1) El pH disminuyó y la conductividad eléctrica se incrementó con los aumentos en la concentración de extractos foliares, 2) la germinación no fue afectada por los extractos, y 3) No se demostró un efecto inhibitorio de los extractos de corocillo sobre el crecimiento aéreo de las plántulas de caraota. El corocillo ejerció un posible efecto alelopático sobre la caraota mediante reducciones del crecimiento de la radícula.

### LITERATURA CITADA

- AHN, J. K. Y I. M. CHUNG. 2000. Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy J.* 92: 1162–1167.
- CÁRDENAS, C. H. 1992. El corocillo (*Cyperus rotundus* L.): La maleza y su uso potencial. Imprenta universitaria de la Universidad Central de Venezuela. Colección Rectorado, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica, Maracay, Venezuela, 142 pp.
- CALDAS-OLIVEIRA, S. C., A. G. FERREIRA Y F. BORGHETTI. 2004. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. *Acta Botânica Brasileira* 18: 401–406.
- CASTRO, P. R. C., J. D. RODRÍGUEZ, M. A. MORAES Y V. L. M. CARVALHO. 1983. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tamateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Santa Cruz). *Planta Daninha* 6: 79–85.

- CORREIA, N. M., M. A. PESSÔA DA CRUZ CENTURION Y P. L. DA COSTA AGUIAR ALVES. 2005. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciência Rural* 35: 498–503.
- EBERLEIN, C. V. 1987. Germination of *Sorghum almun* seeds and longevity in soil. *Weed Science* 35: 796–801.
- FERREIRA, A.G. Y M. E. A. AQUILA. 2000. Alelopatía: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12 (Edição especial): 175–204.
- GUEDES, C. M., C. MELO DE SOUZA, V. DE MORAIS, G. E. ALVES DE CARVALHO Y S. DE PAIVA-F. 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.
- INDERJIT, K. M. Y M. DAKSHINI. 1995. On laboratory bioassays in allelopathy. *Botanical Review* 61: 28–44.
- LUCKEY, T. T. D. 1993. Radiation hormesis. 7th GIRI Meeting, November 1993, Montpellier, France.
- MARASCHIN-SILVA, F. Y M. E. ALVES-AQUILA. 2006a. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. *R. Árvore* 30: 547–555.
- MARASCHIN-SILVA, F. Y M. E. ALVES-AQUILA. 2006b. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botânica Brasileira* 20: 61–69.
- MÉNDEZ-N., J. R, F. T. IBARRA-P. Y J. F. MERAZO-P. 2002. Germinación de semillas y desarrollo de plântulas de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo soluciones osmóticas II. Sulfato de sodio. VI Festival del maíz. VI Jornada científica nacional del maíz, 20-23 nov., 2002, Maracay, estado Aragua.
- MORA N., O. A. 1997. Origen e importancia del cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Agronomía (Maracay)* 23: 225–234.

- MOURA-PIRES, DE N., H. TEIXERA-PRATES, I. A. PEREIRA-FILHO, R. S. DE OLIVEIRA JR. Y T. C. LESSA DE FARIA. 2001. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. *Scientia Agricola* 58: 61–65.
- OGUNSEITAN, O. 2004. Microbial diversity. Form and function in prokaryotes. Blackwell Publishing, New York, USA, 312 pp.
- PATNAIK, S. K. Y N. K. MISRA. 1987. Morphology and germination characteristics of *Aristida* seeds. *Acta Botanica Hungarica* 33(3/4): 413–420.
- PERIOTTO, F., S. C. JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE-PÉREZ Y M. I. SALGUEIRO-LIMA. 2004. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botânica Brasileira* 18: 425–430.
- RAO, P. N. Y B. V. N. REDDY. 1981. Autoecological studies in *Indigofera linifolia* (L.f.) Retz. I. Germination behaviour of the seeds. *J. Indian Botanical Society* 60: 51–57.
- RIZVI, S. J. H. Y V. RIZVI. 1992. Allelopathy. Chapman y Hall, London, 480 pp.
- SAMPIETRO, D. A. 2002. Cátedra de fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R. Sampietro" Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Univ. Nacional de Tucumán Ayacucho 461.CP 4000. San Miguel de Tucumán, Argentina. <http://fai.unne.edu.ar/biologia/alelopatia/alelopatia.htm>. (Accesado por última vez el 12 de enero del 2006).
- TEIXEIRA-PRATES, H., J. M. VALENTE-PAES, N. DE MOURA-PIRES, I. A. PEREIRA-FILHO Y P. C. MAGALHÃES. 2000. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 35: 909–914.
- WIKIPEDIA. 2006. Hormesis. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hormesis>. Última visita 22 de enero de 2006.