

EFFECTO ALELOPATICO DE EXTRACTOS DE CROTALARIA (*Crotalaria juncea* L.) Y COQUITO (*Cyperus rotundus* L.) SOBRE MALEZAS Y CULTIVOS ANUALES

ALLELOPATHIC EFFECT OF CROTALARIA (*Crotalaria juncea* L.) AND COQUITO (*Cyperus rotundus* L.) EXTRACTS ON WEEDS AND ANNUAL CROPS

Alfredo J. Jarma¹ Alberto Angulo² Jorge Jaramillo² José Hernández ²

RESUMEN

El trabajo se realizó durante el segundo semestre del año 2000, en la Universidad de Córdoba, con el propósito de determinar el efecto alelopático de extractos de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) y coquito (*Cyperus rotundus* L.) sobre la emergencia y crecimiento inicial de arvenses y cultivos de importancia económica. En pre y post-emergencia se estableció un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2 x 8 (2 extractos: crotalaria y coquito; 8 especies: maíz (*Zea mays* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), coquito (*Cyperus rotundus* L.), meloncillo (*Cucumis melo* L.), caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* L.) y mentolada (*Stemodia durantifolia*). Los extractos se obtuvieron de plantas completas, por medio del método de maceración en frío con etanol al 96%. Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, altura de planta, número de hojas, masa seca y área foliar. Los resultados en preemergencia indicaron que la crotalaria mostró efectos alelopáticos sobre el porcentaje de emergencia de coquito, mentolada y algodón; el porcentaje de emergencia de caminadora se redujo significativamente con el extracto de coquito. Las variables masa seca, área foliar y número de hojas no fueron afectadas por los tratamientos en ninguna de las especies. En post-emergencia se observó que la altura de la planta de maíz, algodón y frijol fue afectada por el extracto de coquito y para meloncillo, coquito y caminadora fue afectada por crotalaria; el número de hojas en mentolada fue afectado por coquito al igual que la masa seca de meloncillo, coquito y maíz, en tanto que mentolada y caminadora fueron afectadas por crotalaria. El área foliar se afectó en todas las especies ante la aplicación del extracto de coquito, excepto el arroz.

Palabras claves: porcentaje de emergencia, masa seca, alelopatía, efectos fitotóxicos.

¹Docente Investigador. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas. ajarma@sinu.unicordoba.edu.co

²Ingenieros Agrónomos Particulares.

ABSTRACT

The present work was done during the second semester of 2001 and the objective was to determine the allelopathic effect of crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) and coquito (*Cyperus rotundus* L.) extracts on the emergency and growth of several weeds and crop species using a randomized block design. The extracts were obtained from adult plants of coquito and Crotalaria by maceration of leaves in the presence of 96% cold ethanol, and were sprayed in pre and post-emergency on coquito, meloncillo (*Cucumis melo* L.), caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* L.), mentolada (*Stemodia durantifolia*), maize (*Zea mays* L.), cotton (*Gossypium hirsutum* L.), rice (*Oryza sativa* L.), bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The results in pre-emergency showed allelopathic effects of crotalaria extracts on the emergency of coquito, mentolada and cotton, while the emergency of caminadora was affected by the coquito extract. Dry matter, leaf area and number of leaves were not affected by the extracts. In post-emergency, it was observed that plant height of maize, cotton and bean was affected by the coquito extract, while plant height of meloncillo, coquito and caminadora was affected by crotalaria extracts. Leaf number of mentolada and dry matter of meloncillo, coquito and maize were affected by coquito extract while the same variables were affected in mentolada and caminadora by crotalaria extracts. The leaf area was affected in all species but rice sprayed with coquito extracts.

Key words: emergency percentage, dry matter, allelopathic effects, toxicity effects.

INTRODUCCION

El cultivo del algodón ha sido uno de los que generó mayores ingresos a los agricultores, divisas al país y llegó a registrar una de las mayores áreas sembradas. Sin embargo en los últimos 10 años muestra un decremento en el área sembrada, pasando de 167.366 ha en 1988 a 37.996 en 1998, para la costa (CONALGODON, 1998). Esta reducción se ha debido a factores económicos, climáticos y de manejo agronómico. En éste último se puede destacar un aspecto fundamental como las dificultades en el manejo de especies arvenses. Asimismo, el uso indiscriminado de herbicidas altamente selectivos ha incrementado la diversidad y densidad de especies de malezas en el mundo (Cousens y Mortimer, 1995), así como el cambio de los sistemas de siembra, al pasar del tradicional movimiento del suelo a la siembra directa, en el que se cambia la dinámica de las malezas; esto ha llevado de igual forma a un incremento en el número de aplicaciones de herbicidas. La utilización de los mismos herbicidas durante varias temporadas, trae

como consecuencia la generación de malezas tolerantes a ellos. En Colombia, ya se han hecho reportes de resistencias de algunas malezas a cierto grupo de herbicidas, de acuerdo a informaciones divulgadas en el congreso latinoamericano de malezas (Jarma, 1999).

En los últimos años, la resistencia de las malezas a los herbicidas ha sido un problema altamente progresivo, por lo que se prevé que éstas serán el principal factor a considerar para reducir los costos de producción. Las alternativas actuales para el manejo integrado de malezas (MIM) en la zona, se limitan generalmente al uso de herbicidas químicos de acción pre y post-emergente. Sin embargo es conocido que el empleo de métodos combinados de control, redundan en mejores resultados para el manejo sostenible de cualquier sistema de producción. De igual manera, los efectos alelopáticos de algunas especies vegetales han sido demostrados en experimentos de campo y laboratorio (Muller, 1996); no obstante, la identificación de los compuestos bioactivos y su interacción con el ambiente, es escasa.

Por todo lo anterior el conocimiento que se tenga de los efectos alelopáticos de especies comunes en los sistemas de producción algodón, frijol, maíz y arroz en el valle del Sinú, redundará beneficiosamente en la implementación de planes futuros de MIM, con prácticas que propendan por un manejo efectivo y sostenible de estos cultivos.

Basado en lo anterior, el presente trabajo plantea la evaluación del efecto bioherbicida de extractos de crotalaria y coquito sobre la emergencia y el crecimiento inicial de especies de malezas de importancia económica sobre algunos cultivos de ciclo corto, como maíz, arroz, frijol y algodón.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Universidad de Córdoba, ubicada en el km 3 vía Cereté, cuyas coordenadas son 8°39' Latitud Norte y 75°58' Longitud Oeste, con una altura de 15 m.s.n.m.. La zona ecológica corresponde al bosque seco tropical con temperatura promedio de 28°C, humedad relativa media del 80% y precipitación anual de 1200 mm. (Hoyos y García, 1999). En cada época de evaluación (pre y post-emergencia), se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 8 (extractos y especies) y cuatro repeticiones, comparados con un testigo absoluto (sin aplicación) y un testigo relativo (aplicado con el disolvente Tween).

En la etapa de laboratorio, se obtuvieron los extractos puros por medio del método químico de maceración en frío con etanol al 96%. Los extractos se diluyeron en un emulsificante (Tween 80), dando como resultado 350 g de una emulsión al 80%, con una concentración de 176,000 mg l⁻¹.

Para la etapa de vivero se colectaron semillas de las malezas coquito, caminadora, mentolada y meloncillo y de maíz, algodón, arroz y frijol, con suficiente anticipación para identificar latencia o dormancia, con el fin de estandarizar y asegurar la emergencia al momento de realizar la investigación. Cada unidad experimental estuvo representada por una bandeja de germinación (72 x 42 cm), donde se sembraron 50 semillas por bandeja, en un sustrato previamente desinfectado con formol y con relación 1:1:1 (aluvión:arena:bovinaza). Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia a los 12 días después de la aplicación; masa seca (g), área foliar (cm²), altura de planta (cm) y número de hojas por planta a los 18 días después de la aplicación. Las interacciones que resultaron significativas se analizaron por medio de la prueba de "F" para contrastes ortogonales entre totales de tratamientos a un nivel del 5% para cada contraste (testigo vs extractos), previa verificación de homogeneidad de varianzas y normalidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efectos en pre-emergencia

La tabla 1 presenta los resultados del análisis estadístico de los factores extracto, especie y su interacción para las variables estudiadas. Se observa que los efectos del factor individual extracto, fue significativo solo para el porcentaje de emergencia ($p < 5\%$). Para el factor individual especie todas las variables mostraron diferencias altamente significativas. En tanto que la interacción extracto x especie no mostró significancia para las variables evaluadas. Los resultados indican que el efecto de los extractos sólo fue importante para el porcentaje de emergencia al compararlo con el resto de las variables de crecimiento consideradas en el estudio.

Tabla 1. Cuadrados medios de los factores extracto, especie y su interacción sobre el porcentaje de emergencia, altura de planta, número de hojas, masa seca y área foliar, en pre-emergencia de ocho especies, a los 18 d.d.a. (días después de la aplicación).

Fuente de Variación	Emergencia (%) 12 d.d.a (1)	Altura de planta (cm) 18 d.d.a (2)	Número de hojas 18 d.d.a (3)	Masa seca (g) 18 d.d.a (4)	Area foliar (cm ²) 18 d.d.a (2)
Extracto	1413.4 **	28.08 NS	2.78 NS	0.0094 NS	296.28 NS
Especie	6683.9 **	1288.17 **	126.29 **	0.321 **	10175.12 **
Ext Esp	229.01 NS	16.71 NS	3.47 NS	0.012 NS	182.6 NS
C.V.	20.99	9.83	18.23	18.64	17.31

*significativa al 5%, y ** altamente significativa al 1%

(1) Transformación Arcoseno

(3) Transformación Ln x 100

(2) Transformación Logaritmo Natural

(4) Transformación $\sqrt{X} \cdot 0.5$

Porcentaje de emergencia

Teniendo en cuenta que a partir del día 12 no hubo variación sobre el porcentaje de emergencia, la discusión se basa en los resultados observados hasta ese momento. Todas las malezas y los cultivos presentaron disminución significativa en su porcentaje de emergencia ante la aplicación de cualquiera de los extractos de coquito y crotalaria al ser comparados con el testigo.

Los contrastes ortogonales realizados para el análisis del factor extracto, indican diferencias altamente significativas al comparar el efecto de tween con coquito y crotalaria. Al comparar el efecto de coquito con el de crotalaria, no se observaron diferencias significativas ($pr > 0.05\%$), sugiriendo que el porcentaje de emergencia, fue afectado de igual forma por la aplicación de cualquiera de estos dos extractos para todas las especies evaluadas. Sin embargo, se pudo observar que coquito, mentolada y algodón fueron más susceptibles a la

aplicación de crotalaria, y la más susceptible al de coquito fue la caminadora; arroz y maíz presentaron disminución en el porcentaje de emergencia indiferentemente ante la aplicación de estos dos extractos. Resultados similares reportó Tirado (1999) quien encontró susceptibilidad del algodón a la aplicación de extracto de matarratón y en el mismo trabajo reportó que el coquito presentó reducción de su germinación ante la aplicación del extracto de crotalaria; Francis y Ortega (1986), encontraron que la germinación del algodón estuvo afectada por la aplicación de extractos de *Amaranthus dubius*, *Sorghum halepense* y *Euphorbia hirta*.

La tabla 2 muestra el efecto de los extractos sobre el porcentaje de emergencia de las especies agrupadas como arvenses y cultivos, indicando que las malezas fueron significativamente más susceptibles a la aplicación de los extractos.

Tabla 2. Efecto promedio de los extractos sobre el porcentaje de emergencia de las especies agrupadas como arvenses y cultivos.

Clasificación	Especie	Emergencia	Media	Significancia
Arvenses	Meloncillo	50	52.7	a*
	Coquito	83.6		
	Caminadora	54		
	Mentolada	23.2		
Cultivos	Maíz	89.2	87.8	b
	Algodón	85.5		
	Arroz	82.5		
	Frijol	88		

*Promedios con la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente de acuerdo al test protegido de DMS a un nivel del 5%.

Asimismo, los contrastes ortogonales planteados para observar el efecto dentro de las malezas, indican que las arvenses de hoja ancha fueron significativamente más susceptibles que las de hoja angosta (Tabla 3).

Dentro del grupo de las arvenses de hoja ancha, la mentolada registró los valores más bajos de porcentaje de emergencia, por lo cual es la más susceptible de todas. De otro lado, coquito fue la menos afectada en su porcentaje de emergencia con la aplicación de los extractos.

Tabla 3. Promedio del porcentaje de emergencia de arvenses de hoja ancha y hoja angosta con la aplicación de extractos de coquito y crotalaria.

Tipo de arvense	Especie	% Emergencia	Promedio	Significancia
Hoja Ancha	Meloncillo	50	36.6	a
	Mentolada	23.2		
Hoja Angosta	Coquito	83.6	68.8	b
	Caminadora	54		

*Promedios con la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente de acuerdo al test protegido de DMS a un nivel del 5%.

Efectos en post-emergencia

La tabla 4 muestra la significancia estadística de los factores extractos, especies y su interacción sobre la altura de planta, número de hojas, masa seca y área foliar en post-emergencia a los 18 d.d.a. Se puede observar

que hubo diferencias significativas en cuanto al efecto del extracto, excepto en el número de hojas. Asimismo, se observaron efectos significativos en la especie y en la interacción extracto por especie para todas las variables estudiadas.

Tabla 4. Cuadrados medios de los factores extracto, especie y su interacción sobre altura de planta, número de hojas, masa seca y área foliar, en post-emergencia de ocho especies, a los 18 d.d.a.

Fuente de Variación	Altura planta (cm) (1)	Número de hojas (2)	Masa Seca (g) (3)	Area Foliar (cm ²) (4)
Extracto	517.35 **	13.46 NS	0.619 **	10890.4 **
Especie	1304.75 **	169.23 **	0.985 **	9809.39 **
Ext x Esp	64.71 **	8.68 *	0.066 *	1601.98 **
C.V.	9.85	13.87	13.57	13.40

* Significativa al 5%, y ** altamente significativa al 1%

(1) Transformación Arcoseno

(3) Transformación $\sqrt{X + 0.5}$

(2) Transformación Logaritmo Natural

(4) Transformación Ln x 100

Altura de la planta

La Figura 1 muestra el efecto de la aplicación de los extractos sobre la altura de planta. El análisis estadístico indicó que la altura de planta se vio afectada por los factores extracto, especie y su interacción. Los contrastes ortogonales mostraron diferencias entre el testigo y la aplicación de extractos de coquito y crotalaria. De igual forma el contraste realizado para comparar el efecto

de tween con el de coquito y crotalaria, mostró diferencia altamente significativa. Esto es, el solvente Tween no tuvo efectos importantes sobre la altura de planta, pero los extractos sí. Al realizar los contrastes entre coquito y crotalaria no se encontraron diferencias significativas, lo que muestra que esta variable se comportó de forma indiferente ante la aplicación de cualquiera de dichos extractos.

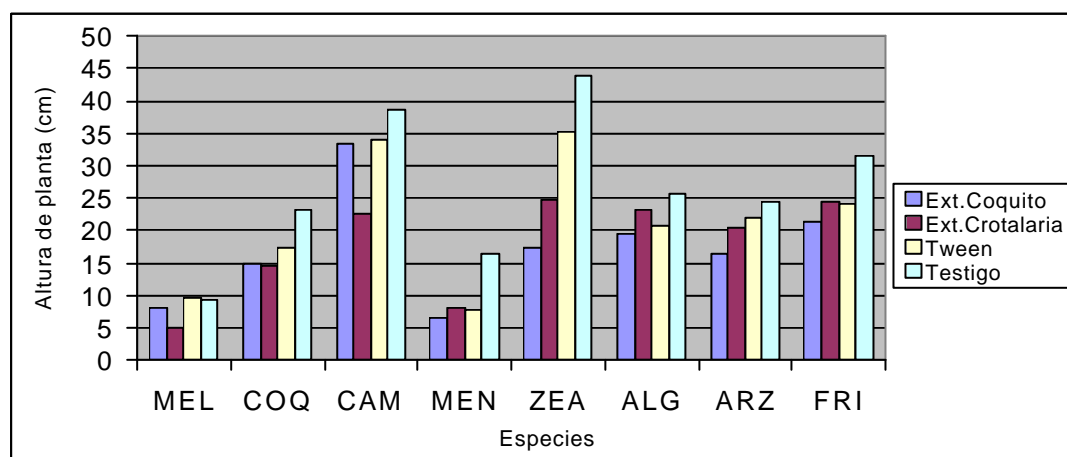


Figura 1. Altura de planta de ocho especies con la aplicación de extractos vegetales, evaluadas en post-emergencia a los 18 D.D.A. (MEL: meloncillo; COQ: coquito; CAM: caminadora; MEN: mentolada; ZEA: maíz; ALG: algodón; ARZ: arroz; FRI: frijol).

La descomposición de la interacción extracto por especie mediante la diferencia de totales indica que caminadora y maíz fueron las especies más afectadas, siendo caminadora más susceptible a crotalaria, y maíz a coquito. Tirado (1999), encontró que la altura de planta en algodón fue afectada significativamente ante la aplicación de extractos de matarratón, coquito y crotalaria, registrándose un mayor efecto fitotóxico del coquito respecto a los otros dos extractos.

Francis y Ortega (1986) encontraron que al aplicar extractos de *Amaranthus dubius*,

Sorghum halepense y *Euphorbia hirta*, se afectó el crecimiento de plántulas de maíz.

Número de hojas

Los contrastes indicaron que existió un efecto de los extractos sobre el número de hojas en alguna de las ocho especies consideradas. Al descomponer la interacción extracto por especie, no se encontraron diferencias significativas, exceptuando mentolada, la cual mostró menor número de hojas cuando se aplicó coquito (Tabla 5); para el resto de especies, cualquiera de los dos extractos reduce significativamente el número de hojas.

Tabla 5. Comparación de totales para el número de hojas en ocho especies con la aplicación de extractos vegetales en post-emergencia (18 d.d.a).

Especie	Extracto de coquito	Extracto de crotalaria	Extracto de coquito – extracto de crotalaria
Meloncillo	17	16	1 NS
Coquito	30	34	-4 NS
Caminadora	18	16	2 NS
Mentolada	41	60	-19 **
Maíz	20	16	4 NS
Algodón	19	16	3 NS
Arroz	24	24	0 NS
Frijol	30	31	-1 NS

*significativa al 5%, y **altamente significativa al 1%

No existen referencias en este sentido para el caso de mentolada, lo que sugiere la importancia de estos resultados. Sin embargo, al considerar que mentolada es considerada como una arvense asociada generalmente al cultivo del algodón, es necesario tener cuidado en el sentido que algodón también redujo su número de hojas ante la aplicación de coquito y/o crotalaria.

Masa seca

El efecto de los extractos sobre la acumulación de masa seca fue claro al

observar una reducción en esa variable en las especies respecto al testigo (Figura 2). Al comparar los tratamientos de Tween con los extractos de coquito y crotalaria, se observaron diferencias significativas. Por su parte, el efecto del coquito comparado con el de la crotalaria no mostró diferencias, lo que sugiere que la biomasa de las ocho especies es igualmente afectada por cualquiera de los extractos. Un efecto similar observó Tirado (1999), al aplicar extractos de coquito, matarratón y crotalaria en algodón.

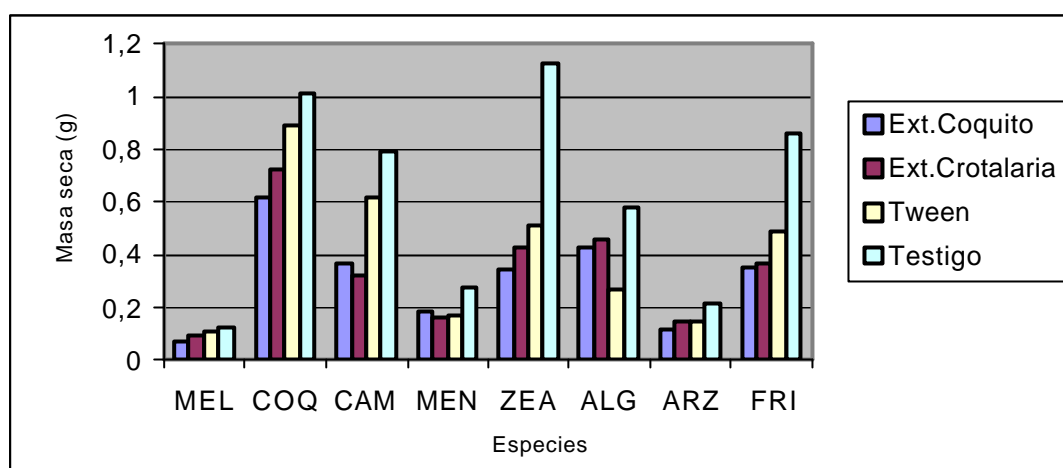


Figura 2. Masa seca de ocho especies con la aplicación de extractos vegetales, evaluadas en post-emergencia a los 18 D.D.A. (MEL: meloncillo; COQ: coquito; CAM: caminadora; MEN: mentolada; ZEA: maíz; ALG: algodón; ARZ: arroz; FRI: frijol).

Area foliar

Los extractos evaluados afectaron notoriamente el área foliar de las ocho especies al compararse con el testigo. Al descomponer la interacción extracto por especie por medio de la diferencia de totales,

no se encontraron diferencias significativas en el área foliar, (Tabla 6). Este comportamiento es consistente con el de la fitomasa, lo que indicaría un verdadero efecto alelopático de los extractos en las ocho especies.

Tabla 6. Comparación de totales para el área foliar de 8 especie ante la aplicación de extractos vegetales en post-emergencia (18 d.d.a)

Especie	Extracto de coquito	Extracto de crotalaria	Extracto de coquito - extracto de crotalaria
Meloncillo	37.91	41.91	-4 NS
Coquito	162.14	162.35	-0.21 NS
Caminadora	167.97	216.42	-48.45 NS
Mentolada	33.68	51.94	-18.26 NS
Maíz	108.23	180.33	-72.1 NS
Algodón	144.05	171.35	-27.3 NS
Arroz	91.97	86.93	5.04 NS
Frijol	197.56	245.22	-47.66 NS

*significativa al 5%, y **altamente significativa al 1%

CONCLUSIONES

- Los resultados del trabajo sugieren que existe un posible efecto bioherbicida de extractos obtenidos a partir de coquito y crotalaria que podría ser utilizado en un futuro para el control de algunas arvenses.
- Crotalaria registró efectos alelopáticos evidentes sobre el porcentaje de emergencia de coquito, mentolada y algodón.
- El porcentaje de emergencia de caminadora se vio afectado sólo por el extracto de coquito.
- Arroz y maíz registraron disminución del porcentaje de emergencia ante la aplicación de los extractos de coquito y crotalaria.
- En post-emergencia, la altura de planta fue la más afectada con la aplicación con la aplicación de extractos de coquito en mentolada, maíz, algodón, arroz y frijol; las que presentaron mayor susceptibilidad al extracto de crotalaria fueron meloncillo, coquito y caminadora.

BIBLIOGRAFIA

- CONALGODON. 1998. Principales indicadores del cultivo del algodón en Colombia, 1996-1997 y estimación para 1998, p.
- Cousens, R. y M. Mortimer. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p.??
- Francis, I. y Ortega, A. 1986. Estudio alelopático de tres especies de maleza sobre tres cultivos en el valle del sinú medio. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba, Montería.
- Hoyos, F. y García, E. 1999. Estimación de la variabilidad genética en una población criolla de berenjena en el departamento de Córdoba. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba. Montería.
- Muller, C. 1966. The role of chemical inhibition (Allelopathy) in vegetational composition. Bull. Torrey Bot Club 93: 332-351.
- Tirado, G. 1999. Estudio del efecto bioherbícida de extractos vegetales para el manejo sostenible de malezas en el cultivo del algodón en el caribe seco. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad del Magdalena, Santa Marta.