

## Nota de Investigación

### EVALUACIÓN ALELOPÁTICA EN CULTIVOS AGRONÓMICOS UTILIZANDO COBERTURA TRITURADA DE CROTALARIA [CROTALARIA JUNCEA 'TROPIC SUN'], CANAVALIA [CANAVALIA ENSIFORMIS (L)] Y GANDUL [CAJANUS CAJAN 'LÁZARO'] EN INVERNADERO<sup>1,2</sup>

Eliana Martínez-Mera<sup>3</sup>, Elide Valencia<sup>4\*</sup> y Hugo Cuevas<sup>5</sup>

J. Agric. Univ. P.R. 100(1):83-92 (2016)

La alelopatía es la interacción bioquímica entre las plantas, incluyendo los microorganismos, que genera perjuicios o beneficios debido a la producción de compuestos químicos (aleloquímicos) que son liberados al ambiente (Rice, 1984). El efecto depende del componente químico y el medio ambiente, ya que los aleloquímicos cambian la concentración de nutrientes en el suelo e inversamente los nutrientes del suelo pueden influenciar la concentración de los aleloquímicos en la planta (Yeasmin et al., 2014).

Las sustancias alelopáticas son producidas naturalmente por las plantas. Kamara y colaboradores (2000) observaron que los aleloquímicos se encuentran en todas las partes de la planta. Estos compuestos se sintetizan habitualmente en las hojas que caen al suelo durante los periodos de estrés. Muchos compuestos aleloquímicos producidos están relacionados con el ambiente por medio de la volatilización, extractos, descomposición de residuos y exudación de la raíz (Oyun, 2006). La lluvia ayuda a la lixiviación de sustancias alelopáticas en el suelo donde pueden afectar la germinación y el crecimiento de otras plantas (Jefferson y Pennacchio, 2003).

Los estudios de alelopatía se han incrementado durante las dos últimas décadas por su importancia en la interacción entre las malezas y los cultivos, así como las rotaciones de cultivos e interacciones entre los cultivos (Patterson, 1981). Medina y colaboradores (2011) reportaron que los efectos de algunos abonos verdes están relacionados con la liberación de sustancias alelopáticas durante la descomposición del residuo y pueden ocurrir durante el ciclo del cultivo y el cultivo siguiente. De igual manera, Ramamoorthy y Paliwal (1993) evaluaron el efecto alelopático de extractos del follaje de *Gliricidia sepium* sobre la germinación del *Sorghum* sp. y demostraron que hubo inhibición en la germinación. Por otra parte, Blanco (2006) y Skinner y colaboradores (2012) afirman que los residuos de los cultivos de cobertura pueden suprimir o interferir en el establecimiento de los cultivos comerciales. La cobertura muerta en suelo durante muchos años seguidos afecta el desarrollo de determinados cultivos agrícolas, así mismo, suprime plantas indeseables.

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 2 de marzo de 2015.

<sup>2</sup>Esta investigación se realizó con fondos del Proyecto SARE "Developing sustainable tropical leguminous cover and green manure mulch systems for low-external-input crop production in the U.S Virgin Islands, Puerto Rico and Florida."

<sup>3</sup>Profesora, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia (Exestudiante graduada, Departamento de Agronomía, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez).

<sup>4</sup>Catedrático, Departamento de Ciencias Agroambientales, Box 9000, Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez, PR 00681. \*Autor para correspondencia, Tel.: 787-951-6444, E-mail address: elide.valencia@upr.edu

<sup>5</sup>Investigador en Genética de Plantas, Tropical Agriculture Research Station, USDA-TARS, Mayagüez.

Resultados previos han demostrado el efecto alelopático de la leguminosa crotalaria [*Crotalaria juncea* (L)] en germinación de vegetales y malezas (Skinner et al., 2012). Así mismo, en Puerto Rico, Semidey y Bosques-Vega (1999) realizaron evaluaciones en la Estación Experimental de Juana Díaz donde compararon cultivares de gandul, comprobando el efecto alelopático para suprimir las malezas *Amaranthus dubius*, *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colona* y *Trianthema portulacastrum* en cultivos de tomate (*Lycopersicon lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annum*).

Teniendo en cuenta estas investigaciones, en invernadero se evaluó el potencial alelopático de cobertura triturada de crotalaria, canavalia y gandul en los índices de fitotoxicidad y peso seco de los cultivos de maíz, sorgo, habichuela, soya, caupí, lechuga y gandul. Para el establecimiento del experimento, se utilizó una combinación de las metodologías de Batlang y Shushu (2007), Skinner et al. (2012) y Schomberg et al. (2006), donde se consideró: tiempo de crecimiento de la leguminosa, cantidad de la cobertura triturada y duración del ensayo. En la Finca Alzamora del Recinto Universitario de Mayagüez, se sembraron las leguminosas crotalaria, canavalia y gandul en cajas sementeras que contenían suelo Ultisol. Después de tres meses, se recolectaron los tallos y hojas y estos se expusieron al sol durante una semana, asegurándose que el material estaba completamente seco; luego se trituró el material con una podadora mecánica en trozos de aproximadamente 5 cm. El residuo seco se utilizó como cobertura de leguminosa triturada.

En un invernadero del Recinto Universitario de Mayagüez se estableció el experimento con un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro tratamientos: uno sin cobertura de leguminosa (control) y tres con residuo de leguminosa triturada, cada uno con crotalaria, canavalia y gandul; con seis repeticiones por tratamiento. En un tiesto con volumen de 1.56 L se añadió una mezcla de 550 g de suelo (55 g de perlita y 495 g suelo). Para los tratamientos que contenían cobertura, en la parte superior se adicionaron 10 g de la leguminosa triturada, esta se mezcló manualmente con los primeros 5 cm en la superficie del suelo y luego se agregó una capa de suelo orgánico cubriendo completamente la mezcla; simulando la incorporación de la leguminosa en el suelo. Transcurrida una semana se sembraron diez semillas (por tiesto) de maíz, sorgo, habichuela, soya, gandul, caupí y lechuga en cada uno de los tratamientos. Las plantas se regaron manualmente con agua cada tres días.

Para estudiar la actividad fitotóxica de la cobertura de leguminosa triturada en la germinación de los cultivos agronómicos, se evaluaron diferentes índices durante los días cuatro, siete y catorce. En esta última fecha se colectaron las plantas germinadas y se evaluó el peso seco.

El porcentaje de germinación (ecuación 1) se calculó como lo describe el método global.

$$PG = \left[ \frac{\text{Número de semillas germinadas en el día catorce}}{\text{Número total de semillas}} \right] \times 100 \quad [1]$$

El índice de germinación (ecuación 2) se calculó como lo describe la AOSA (1983).

$$IG = \sum (\text{Semillas germinadas}/4) + (\text{Semillas germinadas}/7) + (\text{Semillas germinadas}/14) \quad [2]$$

El índice de vigor de la semilla (ecuación 3) se calculó con la fórmula de Islam y colaboradores (2009). Esta variable solamente se midió en el séptimo día ya que en esta segunda fecha de evaluación se observó mayor homogeneidad en los porcentajes de germinación de todos los tratamientos. Adicionalmente, como las plantas estaban creciendo en tiestos, el espacio para el desarrollo longitudinal (altura) de la planta era limitado y para el día catorce era probable observar etiolación.

$$IVS = \frac{\text{Altura de plántula (mm)} \times PG}{100} \quad [3]$$

La energía de germinación (ecuación 4) se calculó con base en la fórmula modificada por Ruan y colaboradores (2002).

$$EG = \left[ \frac{\% \text{ semillas germinadas en primer día de germinación}}{\text{Total semillas germinadas}} \right] \times 100 \quad [4]$$

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en un modelo Factorial; 7 (cultivos) x 4 (tratamientos de cobertura de leguminosa triturada). Los efectos principales (cultivo y cobertura de leguminosa triturada) y la interacción de los efectos principales (cultivo x cobertura de leguminosa triturada) se evaluaron en la respuesta de los índices de fitotoxicidad para estudiar efectos alelopáticos en los cultivos agronómicos. Para determinar si hubo diferencias en los tratamientos, se utilizó un ANOVA con un nivel de significancia de 5%. En las variables que presentaron diferencias significativas se realizó una prueba de separación de medias con Fisher LSD. Adicionalmente, se realizaron contrastes para comparar los índices de germinación del control versus leguminosa triturada. Se utilizó el programa Info Stat-Statistical Software versión 2012 (Di Rienzo et al., 2012).

El análisis de varianza no presentó una interacción, pero sí indicó diferencias significativas en la evaluación de los porcentajes de germinación durante las tres fechas para los efectos principales de los siete cultivos agronómicos y la cobertura de leguminosa triturada. Los porcentajes de germinación de los cultivos agronómicos (Cuadro 1) fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Los cultivos de lechuga y habichuela mostraron mayor germinación en los días cuatro y catorce, respectivamente. Por otro lado, en las tres fechas evaluadas, los cultivos de gandul y soya presentaron bajos porcentajes de germinación. Islam y Kato (2014) reportan que el porcentaje de germinación no es la única variable que puede explicar las interferencias de efectos alelopáticos, por lo tanto, se deben evaluar otros índices de actividad fitotóxica y considerar factores genéticos de las semillas que pueden influenciar los porcentajes de germinación.

Los promedios de germinación de los cultivos agronómicos con cobertura triturada de crotalaria, canavalia y gandul, y el control (Cuadro 2) solo exhibieron diferencias ( $P < 0.05$ ) en el día catorce cuando el control se caracterizó por presentar el mayor porcentaje de germinación. Se contrastaron los tratamientos: control versus los cultivos con cobertura de leguminosa triturada para determinar si existió diferencia en los índices de actividad fitotóxica. El contraste del índice de germinación (Cuadro 3) expone diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los cultivos de maíz, soya y lechuga. Al comparar el índice de germinación obtenido con las leguminosas trituradas con aquel del control, se encontró

CUADRO 1.—Promedio de porcentajes de germinación de los siete cultivos evaluados en invernadero.

	Tiempo (días)		
	4	7	14
Cultivos agronómicos	Germinación (%)		
Habichuela	61.0 b <sup>1</sup>	93.0 a	98.0 a
Lechuga	84.0 a	85.0 ab	86.0 b
Maíz	33.0 c	76.0 bc	83.0 b
Sorgo	20.0 d	76.0 bc	85.0 b
Caupí	33.0 c	73.0 c	84.0 b
Soya	34.0 c	40.0 e	42.0 d
Gandul	2.0 e	57.0 d	71.0 c
DMS	11.2	11.6	10.7

<sup>1</sup>Medias con una letra común en columnas no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad de 0.05 (Diferencia Mínima Significativa de Fisher-DMS)

CUADRO 2.—Promedios de los porcentajes de germinación de los cultivos sin cobertura (control) y cultivos con cobertura triturada de leguminosa.

Tratamiento	Tiempo (días)		
	4	7	14
	Germinación (%)		
Sin cobertura	45.0 a <sup>1</sup>	80.0 a	87.0 a
Cobertura de gandul	39.0 a	72.0 ab	78.0 b
Cobertura de canavalia	34.0 b	70.0 bc	78.0 b
Cobertura de crotalaria	33.0 b	62.0 c	70.0 b
DMS	8.5	8.8	8.1

Medias con una letra común en columnas no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad de 0.05 (Diferencia Mínima Significativa de Fisher-DMS).

que en los tres casos hubo disminución del valor del índice. El cultivo de soya fue el más afectado, mostrando la diferencia más alta (1.30 en promedio) ya que las tres leguminosas influyeron en la germinación. Aunque el cultivo de maíz expuso un valor más bajo (0.91 en promedio), la germinación fue afectada por la canavalia y el gandul. Por otra parte, el índice de germinación del cultivo de lechuga fue el menos afectado (0.88), siendo afectado únicamente por la crotalaria. Teniendo en cuenta que el índice de germinación evalúa la cantidad de semillas germinadas entre el primer y el último conteo (Islam y Kato, 2014), los valores obtenidos del índice de germinación más bajos que el control indican que hubo influencia en la germinación.

La energía de germinación también presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 4). La energía de germinación disminuyó significativamente en los cultivos de maíz y soya con las leguminosas trituradas. La energía de germinación disminuyó en 56% en el cultivo de maíz con la cobertura triturada de canavalia. El cultivo de soya fue afectado por las leguminosas crotalaria y gandul, pero el efecto en la energía de germinación fue menor. La energía de germinación evalúa la cantidad de semillas germinadas en óptimas condiciones dentro de un periodo o tiempo hasta alcanzar el momento de máxima germinación; solo las semillas que germinan con rapidez y vigor en condiciones favorables serán capaces de producir plántulas vigorosas (Willan, 1991). Para los cultivos evaluados en esta investigación, se observó un efecto negativo de las leguminosas trituradas.

El índice de vigor de la semilla (Cuadro 5) también presentó valores menores en comparación con el tratamiento control. Del mismo modo, los cultivos de soya y caupí con la cobertura triturada de crotalaria y el cultivo de maíz con la cobertura triturada de canavalia y gandul, mostraron disminución en el valor del índice. El cultivo de maíz presentó el mayor valor de cambio en el índice (26.20 en promedio), seguido por los cultivos de caupí (23.65) y soya (17.86). El índice de vigor de la semilla es un importante parámetro de calidad que ofrece información complementaria sobre la germinación y viabilidad para determinar el rendimiento de un grupo de semillas (Gupta y Shahi, 1998), en este experimento, las coberturas trituradas disminuyeron el rendimiento de estas semillas.

De todas las variables evaluadas, el peso seco (Cuadro 6) mostró mayor respuesta de los cultivos, reflejando los efectos negativos de los diferentes índices estudiados; se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al comparar con el control. Las coberturas trituradas de crotalaria, canavalia y gandul disminuyeron en promedio el peso seco de los cultivos de maíz y soya en 1.16 g y 0.78 g, respectivamente, en comparación con el tratamiento control. Igualmente, el cultivo de habichuela fue afectado por la leguminosa canavalia, alcanzando un peso seco 0.76 g menor que con el control; el cultivo de caupí presentó 0.74 g menos de peso seco con la cobertura de crotalaria.

CUADRO 3.—*Contrastes de cultivos sin cobertura (control) y cultivos con cobertura triturada de leguminosa para la variable índice de germinación.*

Cultivo agronómico	Cobertura triturada de leguminosa						
	Control	Crotalaria		Canavalia		Gandul	
	Índice de germinación	Índice de germinación	P-valor	Índice de germinación	P-valor	Índice de germinación	P-valor
Maíz	3.03	2.75	0.5308	2.10	0.0376*	2.12	0.0427*
Sorgo	2.30	2.17	0.7691	1.76	0.2208	2.48	0.6890
Soya	2.66	1.04	0.0004*	1.73	0.0388*	1.40	0.0053*
Habichuela	3.77	3.36	0.3510	3.28	0.2690	3.69	0.8518
Gandul	1.47	0.87	0.1791	1.54	0.883	1.51	0.9256
Caupí	2.77	2.13	0.1510	2.23	0.2258	2.73	0.9362
Lechuga	4.17	3.29	0.0483*	4.21	0.9256	4.02	0.7387

\*Significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

CUADRO 4.—*Contrastes de cultivos sin cobertura (control) y cultivos con cobertura triturada de leguminosa para la variable energía de germinación.*

Cultivo agronómico	Cobertura triturada de leguminosa						
	Control	Crotalaria		Canavalia		Gandul	
	Energía de germinación	Energía de germinación	P- valor	Energía de germinación	P- valor	Energía de germinación	P- valor
Maíz	450.00	400.00	0.6608	200.00	0.0295*	266.67	0.1091
Sorgo	250.00	183.33	0.5586	116.67	0.2429	250.00	0.9999
Soya	516.67	200.00	0.0061*	350.00	0.1449	283.33	0.0420*
Habichuela	666.67	566.67	0.3806	550.00	0.3066	633.33	0.7698
Gandul	16.67	0.00	0.8837	0.00	0.8837	33.33	0.8837
Caupí	350.00	283.33	0.5586	266.67	0.4648	416.67	0.5586
Lechuga	883.33	700.00	0.1091	900.00	0.8837	866.67	0.8837

\*Significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

CUADRO 5.—*Contrastes de cultivos sin cobertura (control) y cultivos con cobertura triturada de leguminosa para la variable índice de vigor de la semilla en el séptimo día de crecimiento.*

Cultivo agronómico	Cobertura triturada de leguminosa						
	Control	Crotalaria		Canavalia		Gandul	
	Índice de vigor de la semilla	Índice de vigor de la semilla	P-valor	Índice de vigor de la semilla	P-valor	Índice de vigor de la semilla	P-valor
Maíz	79.79	63.66	0.1547	56.61	0.0416*	50.76	0.0111*
Sorgo	29.22	27.15	0.8546	21.48	0.4934	20.68	0.3108
Soya	32.84	9.78	0.0427*	14.98	0.1155	11.78	0.0638
Habichuela	103.40	82.95	0.0717	82.51	0.0660	94.78	0.4459
Gandul	31.38	17.00	0.2043	30.33	0.9259	30.18	0.9150
Caupí	51.12	27.50	0.0379*	44.54	0.5601	46.25	0.6662
Lechuga	14.01	9.30	0.6767	13.37	0.9550	13.26	0.9475

\*Significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

CUADRO 6.—*Contrastes de cultivos sin cobertura (control) y cultivos con cobertura triturada de leguminosa para la variable peso seco.*

Cultivo agronómico	Cobertura triturada de leguminosa						
	Control	Crotalaria		Canavalia		Gandul	
	Peso seco	Peso seco	P-valor	Peso seco	P-valor	Peso seco	P-valor
Maíz	4.08	3.33	0.0259*	2.47	0.0001*	2.95	0.0009*
Sorgo	0.42	0.52	0.7760	0.53	0.7380	0.55	0.7760
Soya	1.18	0.30	0.0097*	0.45	0.0309*	0.43	0.0263*
Habichuela	3.48	3.00	0.1491	2.72	0.0229*	3.18	0.3694
Gandul	0.97	0.49	0.1516	1.02	0.8809	0.81	0.6425
Caupí	1.57	0.83	0.0294*	1.39	0.5865	1.32	0.4543
Lechuga	0.06	0.03	0.9284	0.03	0.9379	0.13	0.8323

\*Significativamente diferentes  $P < 0.05$

Los porcentajes de germinación de los cultivos evaluados mostraron que la soya es el cultivo con la germinación más baja posiblemente asociado con los efectos negativos en todos los índices evaluados con las tres leguminosas trituradas. Estos resultados demuestran que el porcentaje de germinación no es el único parámetro para monitorear la respuesta alelopática de los cultivos (Anjum y Bajwa, 2005).

En general, se pudo observar que los índices de germinación evaluados con las asociaciones de cultivos con las leguminosas crotalaria, canavalia y gandul ejercieron efectos negativos. Principalmente, las leguminosas trituradas de canavalia y gandul afectaron casi todos los índices evaluados en el cultivo de maíz y soya. La leguminosa triturada de crotalaria, aunque afectó algunos índices de los cultivos de caupí y lechuga, no reflejó efecto en el peso seco del cultivo de lechuga. Contrario a esto, en el cultivo de maíz con la cobertura triturada de crotalaria solo se manifestó efecto en el peso seco sin haber tenido efecto en ninguno de los otros índices evaluados.

Aunque se presentó variabilidad con cada uno de los índices evaluados, para los casos con disminución significativa del valor del índice comparado con el tratamiento control, es posible afirmar que cuando el cultivo agronómico se asocia con una leguminosa no siempre resulta en un efecto positivo para el desarrollo del cultivo ya que se pueden afectar algunas variables de germinación. Aunque en los sistemas de producción agroecológicos la incorporación de materia orgánica, el mantenimiento de cobertura en el suelo, las rotaciones de cultivos y las asociaciones con leguminosas desempeñan un papel muy importante en el rendimiento de los cultivos (Vidal et al., 2014), no siempre estas asociaciones resultan positivas.

Los resultados de esta investigación muestran que los índices evaluados ofrecen información sobre la interferencia ocasionada por los efectos alelopáticos, teniendo en cuenta los valores bajos en comparación con el tratamiento control (Islam y Kato, 2014). Sin embargo, también se debe tener en cuenta que la germinación de semillas depende de factores como la constitución genética, la calidad de la semilla, factores ambientales para el desarrollo y vulnerabilidad a agentes patógenos. Adicionalmente, algunas plantas tienen potencial alelopático o alguna susceptibilidad a los aleloquímicos cuando están presentes en la concentración, la cantidad y la forma (ya sea como cobertura o lixiviado) apropiada (Zimdahl, 1999).

En este estudio los cultivos de sorgo y gandul no manifestaron variaciones en los índices de fitotoxicidad evaluados. Algunos cultivos como la alfalfa (*Medicago sativa* L) han demostrado autotoxicidad, es decir, una forma de alelopatía intraespecífica ya que las sustancias químicas liberadas pueden inhibir o retrasar el desarrollo de la misma especie (Miller, 1996). Sin embargo, el gandul tratado con la leguminosa triturada de la misma especie no presentó variaciones en este estudio.

La leguminosa triturada de crotalaria con los cultivos de maíz, soya, caupí y lechuga; y las leguminosa trituradas de canavalia con los cultivos de maíz, soya y habichuela; y la leguminosa triturada de gandul con los cultivos de maíz y soya, produjeron interferencia afectando el desarrollo de los cultivos. Por consiguiente, la combinación adecuada de las leguminosas y cultivos agronómicos se puede utilizar para mejorar el índice de germinación, el índice de vigor de la semilla, la energía de germinación y el peso seco. Teniendo en cuenta las interferencias alelopáticas encontradas con algunos cultivos agronómicos y leguminosas trituradas, es necesario realizar experimentos en campo, ya que las prácticas agrícolas, las características del suelo y las condiciones ambientales son factores determinantes en la interferencia alelopática.

#### LITERATURA CITADA

- Anjum, T. y R. Bajwa, 2005. Importance of germination indices in interpretation of allelochemical effects. *Int. J. Agr. Biol.* 7(3): 417-419.

- AOSA (Association of Official Seed Analysis), 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing.
- Batlang, U. y D. Shushu, 2007. Allelopathic activity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on growth and nodulation of Bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) Verdc). *Agron. J.* 6(4): 541-547.
- Blanco, Y., 2006. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales* 27: 5-16.
- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. Robledo. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Gupta, S. y A. Shahi, 1998. Seed germination behavior of *Ocimum* species under different environmental conditions. *J. Med. Arom. Plant Sci.* 20: 1045-1047.
- Islam, A. y H. Kato, 2014. Phytotoxic activity of *Ocimum tenuiflorum* extracts on germination and seedling growth of different plant species. Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/676242>. Accessed 2 July 2014.
- Islam, A., N. Anuar y Z. Yaakob. 2009. Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of Jatropha. *Asian J. Plant Sci.* 8(6): 433-439.
- Jefferson, L. y M. Pennacchio, 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. *J. Arid Environ.* 55: 275-283.
- Kamara, A., I. Akobundu, N. Sanginga y S. Jutzi, 2000. Effect of mulch from selected multipurpose trees (MPTs) on growth, nitrogen nutrition and yield of maize (*Zea mays* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 184: 73-80.
- Medina, D., L. Pereira, G. Piccolo, M. Mauli y R. Machado, 2011. Action of dwarf mucuna, pigeon pea and stylosanthes on weed under field and laboratory conditions. *Inter-ciencia* 36(11): 841-847.
- Miller, D., 1996. Allelopathy in forage crop systems. *Agron. J.* 88(6): 854-859.
- Oyun, M., 2006. Allelopathic potentialities of *Gliricidia sepium* and *Acacia auriculiformis* on the germination and seedling vigor of Maize (*Zea mays* L.). *Am. J. Agric. Biol. Sci.* 1(3): 44-47.
- Patterson, D., 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soy bean (*Glycine max*). *Weed Sci.* 29(1): 53-59.
- Ramamoorthy, M. y K. Paliwal, 1993. Allelopathic compounds in leaves of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex walp. and its effect on *Sorghum vulgare* L. *J. Chem. Ecol.* 19(8): 1691-1701.
- Rice, E., 1984. Allelopathic growth stimulation. In: A. R. Putnam and C. S. Tang (Ed.), *Allelopathy*. 2<sup>nd</sup> Edition. Minnesota, United States: Academic Press.
- Ruan, S., Q. Xue y K. Tylkowska, 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Sci. Technol.* 30(1): 61-67.
- Semidey, N. y A. Bosques-Vega, 1999. Yield and weed suppression by pigeon pea cultivars in rotation with tomato and pepper. *J. Agric. Univ. P.R.* 83(1-2): 55-64.
- Schomberg, H., D. Endale, A. Calegari, R. Peixoto, M. Miyazawa y M. Cabrera, 2006. Influence of cover crops on potential nitrogen available to succeeding crops in a Southern Piedmont soil. *Biol. Fertil. Soils.* 42: 299-307.
- Skinner, E., J. Díaz, S. Phatak, H. Schomberg y W. Vencil, 2012. Allelopathic effects of sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) on germination of vegetables and weeds. *Hort-Science* 47(1): 138-142.
- Vidal, M., L. Pererira, L. De Almeida, R. Williams, J. Freach, H. Nesbitt y W. Erskine, 2014. Maize - mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC) relay intercropping in the lowland Tropics of Timor - Leste. *Field Crop Res.* 156: 272-280.
- Yeasmin, R., K. Nakamatsu, H. Matsumoto, S. Motoki, E. Nishihara y S. Yamamoto, 2014. Interference of allelopathy and autotoxicity to varietal resistance of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) *AJCS.* 8(2): 251-256.
- Willan, R., 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://www.fao.org/>. Acceso 15 julio 2014.
- Zimdahl, R., 1999. Allelopathy. In: *Fundamentals of Weed Science* (pp. 169-179). San Diego. Academic Press.