

ALELOPATIA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Efecto alelopático de los extractos acuosos de *Tectona grandis* L. y *Tagetes erecta* L. sobre la germinación de cultivos de interés agrícola

Allelopathic effect of aqueous extract of the *Tectona grandis* L. and *Tagetes erecta* L. on germination of agriculture interest crops

Félix Espejo Quispe¹, Ray Espinosa Ruíz², Mayra Puente Isidró², Mireya Rodríguez García², René Cupull Santana².

1. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). La Paz, Bolivia.

2. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Cuba.

E-mail: felix_espejo@hispavista.com; rayer@uclv.edu.cu

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Alelopatía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), con el objetivo de conocer el efecto alelopático de los extractos acuosos de *Tectona grandis* L. y *Tagetes erecta* L. a las concentraciones de 0,50, 0,65, 0,80 g/mL y un testigo sobre la germinación de pepino (*Cucumis sativus* L.), quimbombó (*Hibiscus sculentus* L.), ají (*Capsicum annum* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en condiciones controladas de laboratorio (placas de Petri). Los extractos de teca y flor de muerto provocaron efectos de inhibición en quimbombó, pepino y rábano y efectos de estimulación con teca y flor de muerto en ají y frijol, respectivamente.

Palabras clave: Alelopatía, extractos acuosos, teca, tagetes.

ABSTRACT. The work was developed in the laboratory of Allelopathy Agricultural Research Center (CIAP) in order to know the allelopathic effect of aqueous extracts of *Tectona grandis* L. and *Tagetes erecta* L. to concentration of 0,50; 0,65; 0,80 g/mL and a witness on the germination of cucumber (*Cucumis sativus* L.), okra (*Hibiscus Sculentus* L.), chili (*Capsicum annum* L.), radish (*Raphanus sativus* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in controlled laboratory conditions (Petri dishes). Extracts of teca and dead flower caused inhibitory effects on Okra, Cucumber and Radish and stimulation effects teca and dead flower and Bean Chili respectively.

Key words: Allelopathy, aqueous extracts, teca, tagetes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas ambientales se han convertido en el centro de atención de especialistas de todas las ramas incluida la agricultura, imponiéndose para América Latina, el Caribe y en especial Cuba, la necesidad de buscar alternativas tecnológicas para un desarrollo agrario sostenible. (Espinosa, 2007)

Según Alves (1999) las plantas con propiedades biocidas pueden ser sustitutos naturales de los insecticidas y fungicidas químicos. Entre estas podemos citar la flor de muerto (*Tagetes erecta* L.) y teca (*Tectona grandis* L.) las cuales tienen un efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de

los hongos fitopatógenos del suelo *Rhizoctonia solani* (Kühn) y *Sclerotium rolfsii* (Sacc.). (Espinosa, 2008)

Para lograr su sustitución por productos naturales, en pos de una agricultura más sostenible, es necesario conocer el efecto fitotóxico de estos sobre los cultivos de importancia económica susceptibles a ellos.

Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto alelopático de los extractos acuosos de *Tectona grandis* L. y *Tagetes erecta* L. en la germinación de cultivos de interés agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio del Grupo de Investigaciones Alelopáticas, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Preparación del material vegetal

El material vegetal fue colectado entre las 9:00 a.m. y 11:00 a.m. en el período de noviembre a diciembre de 2009. Las plantas se encontraban en las fases fenológicas de floración y/o fructificación.

Para la teca se tomaron hojas verdes de árboles sembrados en áreas del *campus* universitario, ubicado en la carretera a Camajuaní km 5½, mientras que las flores de Tagetes se obtuvieron en el Organopónico Las Flores, especializado en la producción de flores, ubicado en carretera Doble vía y 3ª, Reparto Vigía.

Los órganos colectados se secaron al sol durante 72 horas y posteriormente en estufa (60 °C) hasta peso constante (Puente, 2007). Seguidamente se molinó mecánicamente, a un tamaño de partículas de 0,5 mm de diámetro, según recomiendan Arora *et al.* (2003) y Macías *et al.* (2005).

Obtención de extractos vegetales

Se tomaron 100 g del material molido y se le adicionaron 1500 mL de agua destilada (NRSP N° 9). Luego fue colocado en un baño ultrasónico (Scientz-11 D) durante 15 min a una frecuencia de 60 Hz, y fueron filtrados a través de un papel de filtro 389 de filtración rápida para eliminar los restos de tejidos vasculares de las plantas. (An *et al.*, 1997; Sandoval, 2005; Palma *et al.*, 2006)

Posteriormente se concentraron en rotoevaporador hasta llegar al volumen de 100 mL, cantidad suficiente para el desarrollo del experimento. De esta forma se obtuvo una solución madre de concentración 1g/mL a partir de la cual se prepararon las diferentes concentraciones de trabajo.

En el estudio fueron usadas las concentraciones según los reportes de Espinosa (2007) quien obtuvo resultados significativos en la inhibición del crecimiento de hongos del suelo.

Tabla 1. Proporción de agua destilada y extracto para obtener concentraciones de trabajo

Concentración (g/mL)	H ₂ O (mL)	Extracto (mL)
0,00 (Testigo)	40,0	0,0
0,50	20,0	20,0
0,65	14,0	26,0
0,80	8,0	32,0

Pruebas de germinación de cultivos

El ensayo se realizó para determinar el efecto que pueden producir los extractos de las plantas en estudio sobre la germinación de las semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.), quimbombó (*Hibiscus sculentus* L.), ají (*Capsicum annum* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Estos cultivos son considerados de importancia agrícola pues poseen alta demanda en el mercado por sus beneficios alimenticios en cuanto a minerales y vitaminas. Por otro lado son susceptibles a enfermedades provocadas por hongos fitopatógenos del suelo en los primeros estadios de vida de la planta, disminuyendo así sus poblaciones.

Para el experimento se colocó un papel de filtro estéril en el interior de una cápsula de Petri. Sobre esta se pusieron 10 semillas previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio (1 %). Posteriormente se le añadieron a cada placa 10 mL de extracto.

Se desarrollaron 4 réplicas para cada concentración del extracto y un testigo solamente con agua destilada. Las condiciones de iluminación fueron homogéneas para todas las placas en estudio.

El conteo del número de semillas germinadas se realizó a los 7 días de iniciado el experimento.

Determinación del Índice de Respuesta Alelopática (IRA)

Para mejor análisis de los resultados obtenidos se calculó el Índice de Respuesta Alelopática (IRA) (Zhang *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006; Espinosa, 2007). Se ajustó la fórmula matemática al proceso de germinación de la forma siguiente.

Si: $G_M \geq G_T$ entonces $IRA = 1 - \left(\frac{G_T}{G_M} \right)$

Donde: G_T – Germinación del Testigo

$G_M < G_T$ entonces $IRA = \left(\frac{G_M}{G_T} \right) - 1$

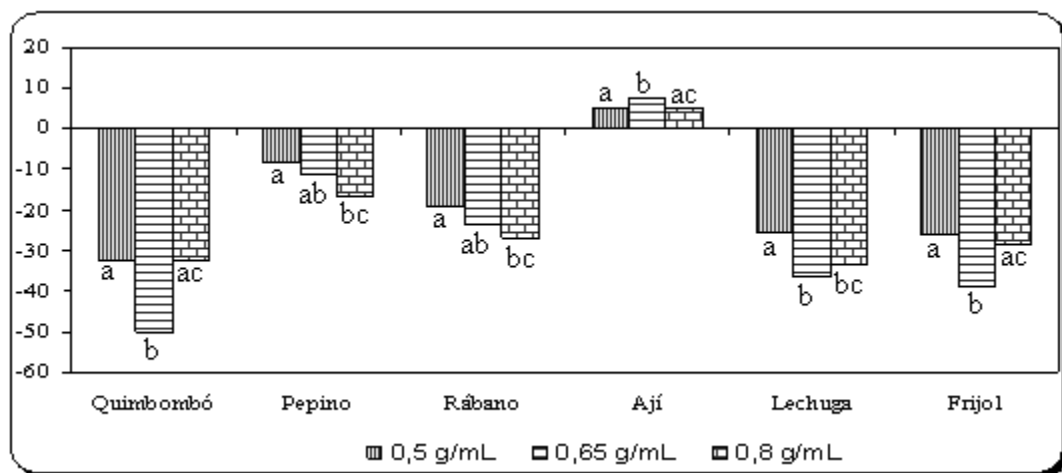
G_M – Germinación de la Muestra

Este índice muestra cómo se comporta la germinación al aplicar el extracto. Cuando G_M es mayor o igual a la del testigo, se aplica la primera fórmula; en el caso contrario, se aplicará la segunda.

En función de los resultados obtenidos de los cálculos se puede definir cuál es el efecto provocado por el extracto. Si el índice es mayor que cero, se evidencia la existencia de una estimulación en la germinación; si el mismo es menor que cero, el extracto produjo inhibición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto alelopático del extracto de teca sobre la germinación de cultivos



En la figura 1 se puede apreciar el efecto provocado por el extracto de teca sobre la germinación de los diferentes cultivos en estudio. En la gráfica letras iguales para cada extracto no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

El extracto acuoso de teca de forma general provocó inhibiciones en la germinación de los cultivos en estudio, exceptuando el ají donde se apreció una estimulación. Diferentes estudios afirman que toda especie botánica viva o en descomposición segrega sustancias que se incorporan al medio y pueden ser tóxicas, estimulantes o inocuas para otras. (Labrada, 1987; citado por Torres *et al.*, 2008)

En todos los casos de inhibición la concentración de 0,5 g/mL produjo los menores efectos. Tal resultado concuerda con estudios realizados por Fajardo (2002) y Fierro (2002), las concentraciones bajas inducen procesos inhibitorios de menor cuantía sobre la germinación y desarrollo de cultivos y malezas al comparar estas con extractos más concentrados.

Para el quimbombó, frijol y lechuga la concentración de 0,65 g/mL inhibió mayoritariamente la germinación, aunque en este último no existen diferencias significativas con la de 0,8 g/mL. En diferentes estudios de sistemas alelopáticos se ha verificado que el aumento de la concentración puede conllevar al aumento del efecto inhibitorio (Narwal, 2001; Sampietro, 2003; Stompor-Chrazan, 2004; Zhang *et al.*, 2005), siempre y cuando el compuesto alelopático se encuentre en el rango de actividad, tal y como se refirió anteriormente.

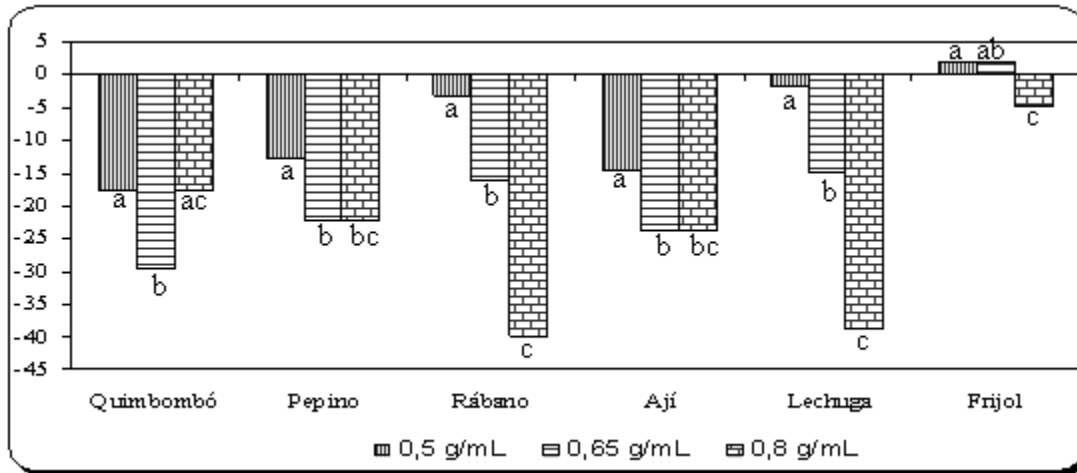
Sobre el pepino y rábano los efectos de forma general fueron más bajos pero se destaca la concentración de 0,80 g/mL como la más inhibitoria, en contradicción a esto en el cultivo de quimbombó y frijol el concentrados más bajo y alto indujeron efectos similares sin diferencias significativas entre ellos.

El extracto de teca provocó una estimulación en la germinación de las semillas de ají, destacándose la concentración de 0,65 g/mL como la de mayor efecto.

La diferencia del efecto alelopático provocado por un mismo extracto sobre diferentes cultivos puede deberse a los mecanismos de defensa propios de cada planta. (Sampietro, 2003; Narwal, 2001)

La concentración juega un papel importante dentro del efecto alelopático, existen diferentes principios activos dentro del extracto crudo que solamente ejercen un efecto a determinado rango de concentración, fuera de este se comportan como sustancias inocuas para la planta. (Chaves *et al.*, 2008)

Efecto alelopático del extracto de flor de muerto sobre la germinación de cultivos



En la figura 2 se evidencia el efecto provocado por el extracto de teca sobre la germinación de los diferentes cultivos en estudio. En la gráfica letras iguales para cada extracto no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Similar al caso anterior el extracto de tagetes provocó inhibiciones en la mayoría de los cultivos. Se destacan las concentraciones de 0,50 g/mL y 0,65 g/mL como estimulantes de la germinación para el cultivo de frijol.

El extracto menos concentrado indujo los menores efectos inhibitorios, en el caso del rábano y lechuga fueron los más bajos. Se corroboran estos resultados con los obtenidos por Butgko (2002) y Berroa (2007) al indicar los efectos alelopáticos relativamente bajos en la inhibición del crecimiento de plantas a bajas concentraciones. En tanto para estos cultivos las inhibiciones fueron muy fuertes frente a la concentración de 0,80 g/mL.

Para el quimbombó el extracto de 0,65 g/mL fue el más inhibitorio, mientras que para el pepino y ají los concentrados medios y altos tuvieron efectos de similar cuantía sin diferencias significativas entre ellos.

Los metabolitos secundarios, considerados en muchos casos, como compuestos alelopáticos, se encuentran en la planta donadora en diferentes concentraciones (Levy, 1999), pero su efecto real depende de la cantidad

que la planta sea capaz de liberar al medio ambiente, en función de esto se puede considerar como perjudicial o no en diferentes sistemas. (Narwal, 1999)

Según estudios realizados por Kil (2002) el género *Tagetes* posee un amplio espectro de sustancias alelopáticas, muchas de estas tienen efectos inhibitorios sobre el desarrollo de diferentes malezas y cultivos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las dos plantas se puede observar que no poseen efectos beneficiosos para estos cultivos referidos en el proceso de germinación. Se debe excluir el caso de la influencia de la teca sobre el ají y el de flor de muerto sobre el frijol pues presentaron efectos estimulantes.

Estos resultados son de vital importancia, a pesar de evidenciarse el efecto inhibitorio de estas plantas, se pueden utilizar para el tratamiento al suelo contra hongos fitopatógenos antes de la siembra de estos cultivos. Por otro lado es preciso utilizar la dualidad de efecto sobre aquellos cultivos donde se evidenció la estimulación.

CONCLUSIONES

1. El extracto de teca provocó inhibiciones en los cultivos de quimbombó, pepino, rábano y frijol.
2. Se presentó efecto estimulante del extracto de teca sobre la germinación del ají.
3. El extracto de flor de muerto inhibió la germinación de quimbombó, pepino, rábano, ají y lechuga.
4. El proceso de germinación del frijol se estimuló a las concentraciones de 0,50 g/mL y 0,65 g/mL del extracto de flor de muerto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alves, P.; R. Toledo y A. Guzmán: Alleopathy Potencial of *Eucaliptus spp.*, en Narwal SS, editor. Alleopathy Update. Basic Applied Aspects II. Oxford & IBH Publishing. C.O. pp.,131-148, 1999.
2. An, M.; J. Prately and T. Haig: "Phytotoxicity of vulpia Residues: Investigation of aqueous extracts", *Journal of Chemical Ecology* 23 (28): 1980-1993 pp.,1997.
3. Arora, C.; R. Kaushik ; A. Kumar and G. Garg: "Fungicidal potencial of Kumaon and Tarai region plants against mushroom fungal pathogens". *Alleopathy Journal* 11 (1): 63-70 pp., 2003.
4. Berroa, Georgina; Cotilla Díaz; Vilmaris Matos e Urgelles Irliadis: Efecto alelopático de safrán (*Bursera graveolens* Triana & Planch) sobre algunos cultivos de interés agrícola. Centro de Desarrollo de la Montaña, Limonar, El Salvador, provincia de Guantánamo. *Centro Agrícola*, 34 (2): 81-85 , 2007.
5. Butgko, V. and R. Jensen: "Evidence of tissue-specific allelopathic activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago Canadensis* (Asteraceae)". *Amer. Midland Naturalist* 148 (2): 253-262 , 2002.
6. Chávez, D. y Y. Pérez: Efectos alelopáticos de extractos de *Piperaceae* sobre germinación y emergencia de arvenses y plantas cultivadas bajo condiciones controladas, Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, 96 pp., 2008.
7. Espinosa, R.: Efecto alelopático negativo de los metabolitos secundarios presentes en *Terminalia catappa* L., *Tagetes erecta* L. y *Tectona grandis* L. sobre los hongos *Rhizoctonia solani* (Kühn) y *Sclerotium rolfsii* (Sacc.), 75 pp., Departamento de Agronomía, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Tesis de Maestría, Santa Clara, Cuba, 2007.
8. Espinosa, R.; L. Bravo ; L. Herrera ; M. Hernández,.; S. Torres y Mayra Puentes: "Efecto alelopático de *Terminalia catappa* L. sobre *Rhizoctonia solani* Kühn", *Centro Agrícola*, 35 (1): 83-87 , 2008.
9. Fajardo, G. Clara Elena: "Efecto alelopático de extractos acuosos de girasol (*Helianthus annuus* L.), sobre la germinación y el desarrollo de malezas bajo diferentes condiciones climáticas", 53 pp., Departamento de Agronomía, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Tesis de Diploma, Santa Clara, Cuba, 2002.
10. Fierro, Amarilis (2002). "Respuesta de diferentes cultivos y malezas ante el efecto fitotóxico del extracto acuoso del banano (*Musa spp.*)." Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Tesis de Diploma. Santa Clara, Cuba.
11. Kil, J.; K. Shim and K. Lee: "Allelopathy of *Tagetes minuta* L. aqueous extracts on seed germination and root hair growth". *Korean J. Ecol. Sci.* 1(3): 171-174, 2002.
12. Levy, S. y C. Peña: Metabolitos Secundarios y Alelopatía. (Consultado Enero 2010). Disponible en: http://www.sip.uaslp.mx/sip/acta_ene-jul99.html, 1999.
13. Macías, F.; A. Torres ; C. Maya y B. Fernández: "Natural biocides from citrus waste as new wood preservatives (Consultado Enero 2010). Disponible, 2005.
14. Narwal, S.: Allelopathy in weed management, en Narwal SS, editor. Allelopathy Update. International Status. Allelopathy Update. Basic and Applied Aspects II, pp. 203-354 , 1999.
15. Narwal, S.: Hans Molish. The Influence of One Plant on Other. Scientific Publisher, Joudpur, India, 132 pp., 2001.
16. Palma, M.; Z. Piñeiro; M. Rostagno and C. Barroso: "Ultrasound-Assisted Extraction of Compounds From Foods." *Ultrasonics Sonochemistry* 4: 135-138 , 2006.
17. Puentes, I. Mayra: "Efecto de diversos extractos

de plantas sobre los hongos fitopatógenos del suelo *Rhizoctonia solani* (Kuhn) y *Sclerotium rolfsii* (Sacc.)". Tesis para la obtención de grado del Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 97pp., Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2007.

18. Sampietro, D.: Definición de Alelopatía: Futuro verde. (Consultado Noviembre 2009). Disponible en: <http://www.pwp.007mundo.com/futuroverde/documentos.html>, 2003.

19. Sandoval, F.: Caracterisation de la Production et Optimisation du Processus d'Extraction des Colorants de la Plantae de Añil (*Indigofera suffruticosa* MILL), 2005.

20. Stompor-Chrazan, E.: Antifungal activity of leaf and bark extracts on the growth and development of damping off of fungi and their practical utilization in protection of seedling. Abstracts II European Allelopathic Symposium-2004, Pulawy, Poland, 152 pp. [University of Rzeszow, Departament of Agroecology ul. Cwiklinskiej, 235-601], 2004.

21. Torres, S.; M.Hernández ; Gelda Fernández; Mayra Puente ; R. Sosa y R. Quiñones: "Influencia de residuos de cosecha de *Ipomeae batata* (L.) Lam. en la germinación y crecimiento de cultivos y malezas". *Centro Agrícola* 35 (1): 77-82, enero.-marzo, ISSN: 0253-5785, 2008.

22. Wang, Z.;P. Christie ; Q. Chen ; X. Liu, et.al.: "Allelopathic Potential and Chemical Constituents of Volatil Oil From *Praxelis clematidea*." *Allelopathy Journal* 18 (2): 225 -236 , 2006.

23. Zhang, M.; B. Ling ; C. Kong ; G.Liang and Y. Rong: "Allelopathic Effects of Lantana (*Lantana camara* L.) on water Hyacinth (*Eichhorina crassipes* (Mart) Solms)." *Allelopathy Journal* 15(1): 125-130, 2005.

Recibido: 19/05/2009

Aceptado: 05/10/2009