

GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO VEGETATIVO AL APLICAR EXTRACTO DE HOJA DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*)

Andrea Hernández del Moral, Pedro Arturo Martínez Hernández y Manuel Chavarría Sánchez

Resumen. El objetivo del estudio fue determinar germinación en semillas de diferente especie y peso de componentes en avena y frijol al aplicar extracto de hoja de gobernadora. En germinación se evaluaron 18 tratamientos en arreglo factorial 2 X 9, aplicación o no del extracto a las semillas y nueve especies. En los experimentos con avena y frijol se valoraron cuatro tratamientos: aplicación del extracto en todas las hojas, en hojas alterna y en tallos con un testigo de plantas sin aplicación del extracto. En los tres experimentos se usó un diseño completamente al azar. La germinación se disminuyó ($p < 0.05$) con la aplicación del extracto de hoja gobernadora en todas las semillas. La aplicación de extracto de hoja de gobernadora en todas las hojas de avena y frijol redujo ($p < 0.05$) en ambas especies el peso de la inflorescencia (avena) y de las flores (frijol) e incrementó ($p < 0.05$) en el peso de las hojas, indicando que dicho extracto se queda adherido en las hojas una vez aplicado. La conclusión fue que el extracto de hoja de gobernadora influye en la posibilidad de germinación de las semillas y en el peso de componentes reproductivos de avena y frijol.

Abstract. The objective of the study was to determine germination in seeds of different species and weight of components of oats and bean plants when leaf extract of creosote bush was applied. In germination 18 treatments were evaluated in a 2 X 9 factorial, application or not of leaf extract to the seeds and nine species. In the experiments with oats and bean plants four treatments were evaluated: leaf extract of creosote bush applied on all leaves, alternate leaves, stems and a control with no application. Experimental design for the three experiments was a complete random. Seed germination was decreased ($p < 0.05$) when leaf extract was applied, application of leaf extract in all leaves of oats and bean plants decreased ($p < 0.05$) inflorescence (oats) and flower (bean) weights and increased ($p < 0.05$) leaf weight in both species, pointing out that the leaf extract stays on the leaves after application. Conclusion was that creosote bush leaf extract determines seed germination and weight of reproductive components in oats and bean plants.

INTRODUCCIÓN

Los extractos vegetales han sido promovidos como alternativas a fármacos y agroquímicos por considerarse que presentan menores efectos residuales y colaterales (Pérez *et al.*, 2004). Uno de los usos de estos extractos es como biocidas generales, que se definen como sustancias químicas de origen natural

que pueden destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control sobre otros organismos (García *et al.*, 2010; Quiminet, 2011).

La gobernadora (*Larrea tridentata*) es un arbusto de amplia distribución en zonas áridas y semiáridas de México, a partir de las hojas de este arbusto se ha obtenido un extracto del que se indican diferentes funciones biocidas, terapéuticas, antioxidante de alimentos, lubricante, base para la fabricación de pinturas, cremas y jabones y la resina se ha usado como adhesivo (Arteaga *et al.*, 2005; CONABIO S/F; Hernández-Castillo *et al.*, 2008).

Con estos antecedentes se propuso el siguiente estudio para determinar efectos del extracto de hojas de gobernadora sobre la germinación y desarrollo del tejido vegetal para aportar al conocimiento de los posibles usos de esta planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Generalidades de la investigación.

La investigación consistió de tres experimentos independientes, en uno se estudió el impacto en germinación y en los otros dos sobre el crecimiento vegetativo de avena y frijol. En todos ellos se usó extracto de hoja de gobernadora obtenido según se explica en líneas posteriores.

Obtención del extracto de hoja de gobernadora.

Las hojas colectadas de plantas silvestres de gobernadora localizadas en terrenos del campo experimental 'Palma Sola' del INIFAP aproximadamente a

8 km de la ciudad de San Luis Potosí, se secaron a 60°C por 72 horas en una estufa de aire forzado y luego fueron molidas a criba de 1mm.

Para la elaboración del extracto de hoja de gobernadora, primero se preparó una infusión mezclando 100 g base seca de hoja molida de gobernadora en un litro de alcohol metílico al 96% dejando reposar por 72 horas a temperatura ambiente en recipiente cerrado. Posteriormente se destiló al vacío en un rotavapor, para lograr un extracto al 100%. Se consideró como extracto puro cuando en el rotavapor se obtuvo un volumen de 40 ml de un volumen original en destilación de 1000 mL.

Experimento en germinación

Para determinar el efecto del extracto en la germinación se realizó un experimento donde se compararon 18 tratamientos en arreglo factorial 2 X 9, un factor fue aplicación o no del extracto y el otro, semilla de nueve especies distintas, el diseño fue completamente al azar con cinco repeticiones, cada repetición consistió de una caja de Petri con 10 semillas de la especie en evaluación.

Las semillas fueron de las especies: alfalfa (*Medicago sativa*), betabel (*Beta vulgaris var. conditiva*), calabaza (*Cucurbita maxima*), chícharo (*Pisum sativum*), frijol (*Phaseolus vulgaris var. vulgaris*), lechuga (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*), rábano (*Raphanus sativus*) y verdolaga (*Portulaca oleracea L.*).

El extracto se diluyó al 50% con agua y se bañó con 2 mL de la solución respectiva a las 10 semillas ubicadas sobre papel filtro en cada caja de Petri

procurando una cobertura total de cada semilla. Una vez aplicado el extracto a las semillas, todas las cajas de Petri fueron humedecidas con agua destilada, tapadas y colocadas al azar dentro de la cámara de germinación. La cámara de germinación se mantuvo a una temperatura constante de 37 °C y 80% de humedad relativa.

A intervalos de 24 horas y por 10 días consecutivos se revisó cada una de las cajas de Petri, para adicionar agua destilada que mantuviera húmedo el papel filtro y registrar el número de semillas germinadas en cada ocasión. Semilla germinada fue aquella que a simple vista mostrara la exposición de la radícula.

Experimentos en crecimiento vegetativo.

Para el análisis del impacto del extracto sobre componentes del crecimiento vegetal se realizaron dos experimentos independientes, uno con avena variedad Cuauhtémoc (*Avena sativa* L.) y otro con frijol variedad Jamapa (*Phaseolus vulgaris* L.).

En cada uno de los experimentos se evaluaron cuatro tratamientos: aplicación del extracto únicamente en tallo, en todas las hojas y en hojas alternas (una sí la siguiente no) iniciando de la hoja más inferior a la más superior, además de un testigo sin aplicación del extracto.

El diseño experimental en los dos experimentos fue completamente al azar con 10 repeticiones, la unidad experimental fue una planta en una maceta. Las plantas usadas en cada experimento fueron crecidas a partir de semilla sembrada en recipientes plásticos con volumen de 1 litro y 470 gramos de *peatmoss*. Diariamente desde la siembra cada maceta fue revisada para

agregar si fuera necesario agua y asegurar siempre un sustrato con humedad suficiente y remover cualquier planta que no fuera la sembrada.

Con el objetivo de cubrir por completo sólo la zona deseada, el extracto se aplicó con pincel, para ambas especies (avena y frijol) se aplicó cuando la mayoría de las plantas se encontraban al inicio de la floración.

Las variables medidas en avena y frijol fueron destructivas y se realizaron 42 y 25 días después de la aplicación del extracto, consistieron en registrar los pesos en base seca de hojas, tallos, inflorescencia (avena), flor (frijol) y raíz.

Los pesos en base seca se determinaron extrayendo por completo cada planta de la maceta mediante un lavado cuidadoso del *peatmoss* contenido en la maceta, las plantas ya libres de *peatmoss* fueron separadas manualmente en raíz, tallo, láminas foliares e inflorescencia (avena) y flor (frijol), cada uno de estos componentes fue secado a 60°C por tres días y pesados.

Manejo y análisis estadístico de los datos.

El análisis estadístico para los tres experimentos fue mediante análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar (Steel y Torrie, 1980) en el experimento sobre germinación la variable analizada fue porcentaje de germinación acumulado a los 10 días y el modelo incorporó las fuentes de variación de un factorial 2 x 9.

En los experimentos con avena y frijol las variables analizadas fueron los pesos en base seca de hojas, tallos, inflorescencia (avena), flores (frijol) y raíz, expresados en mg por planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de germinación.

La germinación mostró efecto ($p < 0.05$) de la especie, del extracto y de la interacción de estos factores (Cuadro 1), en todas las especies las semillas con extracto mostraron menor ($p < 0.05$) germinación que las semillas sin extracto, en seis de las nueve especies no se registró germinación en las semillas con extracto.

El comportamiento de la germinación en las semillas de betabel, frijol y verdolaga podría explicar el efecto significativo ($p < 0.05$) de la interacción especie X extracto. Las semillas de frijol con aplicación del extracto mostraron igual germinación que las semillas de betabel y verdolaga y sin aplicación de extracto. Estas dos especies mostraron la germinación más pobre ($p < 0.05$) entre las semillas sin aplicación del extracto, lo que permite suponer que de origen estas semillas tenían un bajo potencial de germinación. La capacidad de germinación de las semillas de frijol con aplicación del extracto podría estar asociada al mayor tamaño de las mismas, limitando que el extracto pudiese mantener una película uniforme sobre toda la superficie externa de dichas semillas.

Cuadro 1. Germinación (%) en semillas con y sin aplicación de extracto de hojas de gobernadora

Especie	Aplicación de extracto de hojas de gobernadora		Total
	Sin	Con	
Alfalfa	94 a*	0 c	47
Betabel	42 b	0 c	21
Calabaza	90 a	0 c	45
Chícharo	96 a	10 c	53
Frijol	100 a	70 b	85
Lechuga	100 a	0 c	50
Pepino	100 a	8 c	45
Rábano	92 a	0 c	46
Verdolaga	60 b	0 c	30
Promedio	86	9.8	

Efecto ($p < 0.05$) de la especie, aplicación del extracto y de la interacción de estos factores.

*Medias con al menos una letra en común no son diferentes entre si ($p > 0.05$).

Peso de componentes en avena.

Únicamente en peso de raíz no se encontró efecto ($p > 0.05$) del extracto (Cuadro 2). La aplicación del extracto en todas las hojas ocasionó los menores ($p < 0.05$) pesos de tallo e inflorescencia, 29 y 45% menores a los registrados en la avena sin aplicación de extracto. La aplicación del extracto en tallos u hojas alternas originó pesos de tallo e inflorescencia intermedios y no diferentes ($p > 0.05$) a los valores extremos ya mencionados.

El menor y mayor ($p < 0.05$) peso de hoja se presentaron en avena sin y con aplicación del extracto en todas las hojas, respectivamente, aplicar en todas las hojas casi duplicó el peso de las mismas en comparación con avena sin extracto. El peso de hoja de avena sin aplicación de extracto fue similar y casi

37% menor en comparación a la avena con aplicación en tallo y hojas alternas, respectivamente.

Cuadro 2. Peso de componentes de avena con aplicación de extracto de hoja de gobernadora

Parte de planta con aplicación del extracto	Componente (mg/planta)			
	Hoja	Tallo	Inflo**	Raíz
Sin aplicación	288 c*	1137 a	1275 a	414 a
Tallo	372 bc	951 ab	853 ab	474 a
Todas las hojas	562 a	807 b	706 b	311 a
Hojas alternas	457 ab	977 ab	883 ab	369 a

*Medias dentro de columnas con al menos una letra en común no son diferentes entre si ($p > 0.05$)

**Inflo= Inflorescencia

Los mayores pesos de hoja pero menores de tallo e inflorescencia en avena con aplicación de extracto en todas las hojas y en hojas alternas, en comparación a la avena sin aplicación de extracto permite señalar que el extracto sumó su peso al de las hojas pero a la vez pudo provocar menor actividad fisiológica de las hojas que se reflejó en una menor transferencia de fotosintatos a tallo e inflorescencia y de ahí el menor peso de los mismos.

Las hojas, por realizar fotosíntesis a un mayor nivel son la principal fuente de origen de fotosintatos, pero también demandantes de estos; compiten por su obtención con otros órganos de la planta como tallos, hojas en desarrollo y expansión y órganos reproductivos como flores y semillas (Delgado-Camacho *et al.*, 1999).

La nula influencia en el peso de raíz por la aplicación del extracto en hojas podría explicarse por el momento en que se realizó esta aplicación, encontrándose la avena en floración, por tanto el crecimiento de raíz ya estaba a su máximo y la parte aérea de la planta en este momento de crecimiento es

quien demanda la mayor cantidad de fotosintatos, ya que, las gramíneas al momento de emergencia de la inflorescencia presentan poco cambio o incremento en el peso de la raíz debido a que este órgano no tiene la fuerza como punto de uso o consumo de fotosintatos como lo es el resto de la parte aérea (CIAT, 1980).

Los pesos de los componentes de avena no mostraron mayor cambio con la aplicación del extracto en tallo en comparación con la avena sin aplicación de extracto, esto podría explicarse con base a que el tallo no es un componente donde se realice fotosíntesis de forma activa y que determine la cantidad de fotosintatos destinados a la inflorescencia, ya que la mayor parte de la fotosíntesis se realiza en las hojas, y aunque los tallos jóvenes son casi siempre verdes y capaces de fotosíntesis, no suelen ser los sitios principales de la misma (Sadava *et al.*, 2009). También que la aplicación del extracto no altera las funciones de transporte que tiene el tallo. Esto permite suponer que el extracto no tiene capacidad de penetrar al tejido vegetal y que posiblemente su efecto se limite a cuestiones externas, o sea, la interacción de la planta con la provisión de insumos externos como CO₂ y O₂.

Peso de componentes en frijol.

Los pesos de tallo y raíz no fueron modificados ($p > 0.05$) en ninguna de las modalidades de aplicación del extracto; mientras que el frijol sin aplicación del extracto mostró el menor y mayor ($p < 0.05$) peso de hoja y flor, respectivamente, aplicar extracto en todas las hojas ocasionó el máximo peso de hoja y el mínimo de flor, en relación al frijol sin aplicación, estos cambios

representaron un incremento y decremento, respectivo de 99 y 79% (Cuadro 3).

Cuando la aplicación fue en hojas alternas, la tendencia fue a mayor peso de hoja y menor de flor con respecto al frijol sin aplicación, sin embargo, estas diferencias no mostraron la magnitud de cambio registrada en el frijol con aplicación en todas las hojas. Frijol con aplicación del extracto en tallo mostró pesos similares ($p>0.05$) en todos sus componentes a los registrados en el frijol sin aplicación.

Cuadro 3. Peso de componentes de frijol con aplicación de extracto de hoja de gobernadora

Parte de planta con aplicación del extracto	Componente (mg/planta)			
	Hoja	Tallo	Flor	Raíz
Sin aplicación	875 b*	388 a	768 a	505 a
Tallo	802 b	365 a	512 ab	508 a
Todas las hojas	1739 a	267 a	163 b	337 a
Hojas alternas	1396 ab	373 a	454 ab	419 a

*Medias dentro de columnas con al menos una letra en común no son diferentes entre sí ($p>0.05$).

La aplicación de extracto de gobernadora a todas las hojas disminuyó el peso de la inflorescencia (avena) y flor (frijol) en comparación a la planta sin aplicación del extracto. El extracto al ser aplicado en todas las hojas incrementó el peso de las mismas en comparación a las plantas sin aplicación, lo que permite suponer que dicho extracto una vez aplicado se queda adherido en hojas y por eso es el aumento en peso. En ninguna especie se influyó en el peso de raíz, posiblemente por el momento de aplicación.

El extracto de hoja de gobernadora influyó en la posibilidad de germinación de semillas y al aplicarse en hojas puede disminuir el peso de algunos otros componentes de la planta como la inflorescencia y las flores.

CONCLUSIONES

El extracto diluido de hoja de gobernadora puede inhibir la germinación de semillas de diferentes especies. Plantas de avena o frijol con aplicación de extracto de hoja de gobernadora disminuyen el peso de la inflorescencia y flores, respectivamente.

LITERATURA CITADA

Arteaga S., Andrade-Ceto A.; Cardenas R. 2005. *Larreatridentata* (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid. *Journal of Ethnopharmacology*. 98: 231–239.

CIAT. 1980. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Serie 04SR-05.04. Guía de estudio. 28 p.

CONABIO. S/F. *Zigophyllaceae*. *Larrea tridentata* (Moc. & Seseé ex DC.) Coville (1893). http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/70-zygop2m.pdf. Consultado el 25 de marzo de 2011.

Delgado-Camacho G, Castillo-González A.M, Avitia-García E, Rubí.Arriaga M. 1999. Contenido de azúcares solubles en hojas e inflorescencias de tres

cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Revista Chapingo Serie Horticultura 5(2): 77-81.

García L.C., Martínez R.A., Ortega S.J.L., Castro B.F. 2010. Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Revista Química Viva (2). Pg 86-96.

Hernández-Castillo F.D., Lira-Saldivar R.H., Cruz-Chávez L., Gallegos-Morales G., Galindo-Cepeda M.E., Padron-Corral E. y Hernández-Suárez M. 2008. Potencial antifúngico de cepas de *Bacillus* spp. y extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Revista Internacional de Botánica Experimental. 77: 241-252.

Pérez P.R., Rodríguez H.C., Lara R.J., Montes B.R., Ramírez V.G. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culexquinque fasciatus* Say (Diptera: culicidae). Acta Zoológica Mexicana 20:141-152.

Quiminet. 2011. ¿Qué es un biocida?. <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-biocida-2654322.htm>. Consultada el 27 de mayo de 2012.

Sadava D, Heller, Orians, Purves y Hillis. 2009. Vida, la Ciencia de la Biología. 8ª edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1251 p.

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1980. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da Edición. Bogotá, Colombia. Ed. McGRAW-HILL. 622 p.