



Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*

Martín Tequida-Meneses, Mario Cortez-Rocha, Ema Carina Rosas-Burgos, Susana López-Sandoval y Consuelo Corrales-Maldonado

Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA), Universidad de Sonora, Unidad Centro, Hermosillo, Sonora, Mexico

Resumen

Se evaluó la actividad fungicida de las plantas silvestres *Larrea tridentata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ricinus communis*, *Eucalyptus globulus*, *Ambrosia ambrosioides*, *Nicotiana glauca*, *Ambrosia confertiflora*, *Datura discolor*, *Baccharis glutinosa*, *Proboscidea parviflora*, *Solanum rostratum*, *Jatropha cinerea*, *Salpianthus macrodonthus* y *Sarcostemma cynanchoides* sobre las especies de hongos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium poae* y *Fusarium moniliforme*. Se prepararon extractos alcohólicos al 6% con polvo vegetal seco (tallos y hojas), donde los solventes utilizados fueron metanol y etanol al 70%. Se preparó una suspensión de esporas (1×10^6 ufc/ml) de cada hongo, con solución salina al 0,85% y 0,1% de tween 80. Los extractos fueron mezclados con agar Czapeck extracto de levadura (CYA) a 45-50 °C en una relación 1:10 en placas petri y posteriormente se realizó la inoculación de cada hongo, y como tratamiento control placas petri con CYA y el solvente utilizado. Estas fueron incubadas por un período de ocho días a 25 ± 2 °C. Se midió el diámetro (crecimiento radial) de las colonias cada 48 h. *L. tridentata*, *B. glutinosa*, *D. discolor* y *P. parviflora* controlaron al menos el crecimiento de dos especies de hongos. Por ejemplo, *L. tridentata*, inhibió el crecimiento de las seis especies de hongos en un rango de 41,5% hasta el 100% tomando en cuenta tanto a los extractos metanólicos como a los extractos etanólicos.

Palabras clave

Actividad fungicida, Plantas silvestres, *L. tridentata*, Suspensión de esporas, Crecimiento radial

Effect of alcoholic extracts of wild plants on the inhibition of growth of *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium poae* moulds

Summary

Fungicidal activity of wild plants *Larrea tridentata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ricinus communis*, *Eucalyptus globulus*, *Ambrosia ambrosioides*, *Nicotiana glauca*, *Ambrosia confertiflora*, *Datura discolor*, *Baccharis glutinosa*, *Proboscidea parviflora*, *Solanum rostratum*, *Jatropha cinerea*, *Salpianthus macrodonthus* y *Sarcostemma cynanchoides* was evaluated against the moulds species *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium poae* y *Fusarium moniliforme* moulds species. Alcoholic extracts 6% (w/v) were prepared using six grams of dried plant powders (leaves

Dirección para correspondencia:

Dr. Martín Tequida-Meneses
Departamento de Investigación y Posgrado
en Alimentos (DIPA),
Universidad de Sonora, Unidad Centro
Apartado postal 1658
C.P. 83000, Hermosillo,
Sonora, Mexico
Tel./Fax: +52 01 (6) 12 54 88
E-mail: mtequida@guayacan.uson.mx

Aceptado para publicación el 15 de Marzo de 2002

and stems) and alcohol (70% ethanol or 70% methanol). A spore suspension (1×10^6 ufc/ml) of each mould was prepared by adding saline solution (0.85%) and 0.1% tween 80. The Extracts were mixed with Czapeck yeast agar (CYA) at 45-50 °C in 1:10 relation on Petri dishes. Triplicate Petri dishes of each treatment and for each mould were centrally inoculated and three Petri dishes were used without treatment as controls. The inoculated dishes and controls were incubated at 25 ± 2 °C for eight days. The incubated dishes were examined each 48 h and after the colony diameter (radial growth) was measured. Two mould species were controlled by *L. tridentata*, *B. glutinosa* and *P. parviflora*. Extracts of *L. tridentata* in methanol or ethanol at 41.5-100% inhibited all six species of moulds.

Key words Fungicidal activity, Wild plants, *L. tridentata*, Spores suspension, Radial growth

México es un país muy poblado que tiene que producir grandes cantidades de granos que forman parte importante en la dieta de los mexicanos. Todos los productos agrícolas son invadidos por diversos insectos y hongos. El trigo y el maíz son los cereales más susceptibles al ataque de estos organismos, que degradan su calidad en diversas formas [1].

En particular los granos y las semillas son infectados por diversos hongos en el campo entre ellos *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. y *Helminthosporium* sp. Por otra parte, los granos también pueden ser invadidos por hongos de almacén, siendo *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. los principales géneros de hongos que se presentan [2]. Durante su desarrollo en los granos, los hongos causan diferentes clases de daños, siendo los más importantes la pérdida de capacidad de germinación, decoloración, calentamiento y producción de micotoxinas [3,4]. Existen varios métodos de control de plagas, pero desgraciadamente las sustancias químicas empleadas en el control de insectos han provocado el desarrollo de resistencia, contaminación ambiental y riesgos de salud pública [5,6]. Así mismo, actualmente no existe ningún método de control de hongos, sólo medidas preventivas como monitorizar la temperatura y la humedad del grano. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto fungicida de extractos alcohólicos de plantas silvestres de tres regiones de Sonora, México sobre diversas especies de hongos como *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium poae* y *Fusarium moniliforme*. La selección de plantas se realizó con base a estudios previos realizados con el insecto *Rhyzopertha dominica*, entre las cuales *Nicotiana glauca* fue la planta que mejor efecto presentó [7]. Además, en otro estudio se observó que el extracto de *Larrea tridentata* en diclorometano inhibió el 92% del crecimiento radial de *A. flavus* [8].

MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas estudiadas fueron *L. tridentata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ricinus communis*, *Eucalyptus globulus*, *Ambrosia ambrosioides*, *N. glauca*, *Ambrosia confertiflora*, *Datura discolor*, *Baccharis glutinosa*, *Proboscidea parviflora*, *Solanum rostratum*, *Jatropha cinerea*, *Salpianthus macradonthus* y *Sarcostemma cynanchoides*. Su recolección se llevó a cabo en las poblaciones de Soyopa, Ures, Baviácora y Costa de Hermosillo, todas ellas en el estado de Sonora, México.

Se emplearon únicamente tallos y hojas, que fueron secados al sol por dos días y posteriormente a la sombra hasta secado completo (25 días totales aproximadamente). Una vez secas, fueron molidas en un

molino Willey (Laboratory Mill modelo 4, EE.UU.) hasta obtener un tamaño de partícula de 0,5-1 mm [9].

Se prepararon extractos de cada planta al 6% por triplicado. Se mezclaron 6 g de polvo de planta y 94 ml de alcohol, utilizando como solventes metanol y etanol ambos al 70% [10]. La extracción se hizo mediante remojo por 15 min con agitación mecánica en una placa de calentamiento-agitación (Barnstead-Thermolyne, EE.UU.) y un reposo de 48 h a 25 ± 2 °C. Los extractos obtenidos se filtraron en dos etapas: primero a través de tela de lino para eliminar las partículas vegetales de mayor tamaño, seguida de centrifugación-decantación a 7000 rpm por 10 min y finalmente una segunda filtración bajo vacío en papel Whatman # 4 (Whatman, EE.UU.). Los extractos obtenidos se guardaron en frascos de plástico color ámbar que se guardaron en refrigeración.

Las especies de hongos utilizadas fueron *A. flavus*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *F. poae* y *F. moniliforme*, aisladas de grano de trigo y maíz.

Preparación del inóculo. Cada especie de hongo fue cultivada en forma inclinada en agar papa dextrosa (PDA) a 25 ± 2 °C por 10 días en tubos de ensayo (18x150). Posteriormente, se preparó una suspensión de esporas, agregando a cada tubo 10 ml de solución salina (0,85%) con 0,1% de Tween 80 (Polisorbato 80, Sigma, EE.UU.), este último para prevenir la aglomeración y la rápida precipitación de las esporas [11,12]. Las esporas fueron desprendidas del micelio con una varilla de vidrio estéril. La suspensión obtenida se transfirió a otro tubo de ensayo estéril y se determinó su concentración, la cual se ajustó a 1×10^6 UFC/ml con solución salina [12-14].

Crecimiento radial e inhibición de crecimiento de hongos. Cada uno de los extractos preparados fue mezclado con agar Czapeck extracto de levadura (CYA) a 45-50 °C en una relación 1:10. La mezcla fue vertida sobre placas Petri. Una vez solidificado el agar, las placas se incubaron por 24 h para la evaporación del alcohol utilizado como solvente. Después se inocularon con la suspensión de esporas correspondiente por punción central de 1 mm de diámetro. Se contó con un tratamiento control de placas Petri que consistió de CYA y el solvente utilizado [14]. Las placas fueron incubadas por ocho días a 25 ± 2 °C.

Las placas se examinaron cada 48 h con un estereomicroscopio biocular (Carl Zeiss, Alemania). Se midió el diámetro de las colonias de los hongos desarrollados, que se representó gráficamente en función del crecimiento radial expresado en centímetros y el tiempo de incubación en horas [14]. El porcentaje de inhibición de crecimiento fue calculado tomando en cuenta que la inhibición es el inverso del crecimiento.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres

repeticiones y se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$). Además, se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey utilizando el paquete estadístico SAS [15].

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento radial de hongos

Aspergillus niger. Los valores obtenidos con los extractos alcohólicos aplicados a *A. niger* fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$) entre solvente y entre las plantas. En la figura 1 se presentan los resultados de crecimiento radial de *A. niger* con los tratamientos metanólicos. Se observó que los tratamientos de *K. humboldtiana* y *A. ambrosioides* tuvieron mayor efecto en el crecimiento de éste hongo, con 0,7 y 0,8 cm, respectivamente, comparados con el testigo que tuvo un crecimiento de 1,4 cm. Esto representó una inhibición en el crecimiento del 52 y 50 % respectivamente (Tabla 1) Los extractos de *R. communis* y *J. cinerea* no presentaron inhibición, ya que su crecimiento fue similar al testigo.

El crecimiento radial de *A. niger* con los extractos etanólicos fue variado. Estadísticamente hubo diferencia entre las plantas ($p < 0,05$). *L. tridentata* presentó el mejor efecto, ya que con ella el hongo creció 1,6 cm, de igual forma con *B. glutinosa* creció sólo 3,1 cm, comparados con el crecimiento de dicho hongo en el testigo que fue de 7,2 cm. Estos valores representaron una inhibición de 77,3 y 56,9%, respectivamente (Tabla 2). El análisis estadístico indicó que entre estos tratamientos si hubo diferencia significativa ($p < 0,05$).

Aspergillus flavus. Se encontró diferencia significativa entre solvente y plantas ($p < 0,05$). Al comparar el crecimiento del testigo (2,7 cm) con los extractos metanólicos, se observó que las plantas de *L. tridentata* y *A. confertiflora* causaron el menor crecimiento radial con 0,8 y 1,3 cm, respectivamente. Esto representó una inhibición de 71,2 y 52% respectivamente para dichos tratamientos.

Por otro lado, los extractos etanólicos de *L. tridentata* y *D. discolor* causaron reducción en el crecimiento radial de *A. flavus* con 1,6 y 2,3 cm, respectivamente. El crecimiento en el testigo fue de 6,8 cm (Figura 2). Estos valores indican una inhibición de 76 y 66,2% para *L. tridentata* y *D. discolor*, respectivamente (Tabla 2).

Un estudio del extracto acuoso de *Andrographis peniculata* sobre el crecimiento de *A. flavus*, indicó una inhibición de 75,1% a concentraciones de 3, 5, 8 y 10 mg/ml [16]. Estos resultados son comparables con los obtenidos en este estudio, ya que el crecimiento de *A. flavus* fue inhibido con los extractos etanólicos y metanólicos de *L. tridentata* en un 76 y 71,2%, respectivamente.

Penicillium chrysogenum. El análisis estadístico indicó diferencia significativa entre los solventes y las plantas ($p < 0,05$). El crecimiento radial de *P. chrysogenum* con los extractos metanólicos de *S. macrodonthus*, *J. cinerea*, *E. globulus* y *P. parviflora* fue reducido hasta 1 cm. Estos extractos causaron una inhibición del crecimiento del hongo hasta 59,3% (Tabla 1).

Con los extractos etanólicos de *L. tridentata*, seguida por *D. discolor* el hongo creció 0,8 y 1,3 cm, respectivamente, mientras que el testigo creció 2 cm. Este crecimiento con *L. tridentata* equivale a una inhibición

Tabla 1. Inhibición de crecimiento (%) de hongos† por extractos‡ metanólicos de plantas.

Planta	An	Af	Pch	Pexp	Fp	Fm
Testigo	0,0d	0,0e	0,0d	0,0d	0,0f	0,0e
<i>E. globulus</i>	2,1d	44,0bc	56,9ab	15,4cd	58,2c	45,8bc
<i>B. glutinosa</i>	39,5ab	37,4c	37,7bc	38,5b	66,6bc	53,7b
<i>S. cynanchoides</i>	33,0b	42,5bc	25,5c	58,3 ^a	25,9e	23,6d
<i>D. discolor</i>	28,9bc	49,0b	44,5b	58,3 ^a	70,1b	46,3bc
<i>P. parviflora</i>	16,6c	34,0c	53,8ab	10,3cd	67,8bc	42,6bc
<i>N. glauca</i>	22,9bc	16,2d	21,5c	20,5c	32,6de	18,7d
<i>A. confertiflora</i>	25,1bc	52,0b	6,7d	41,1b	58,1c	47,8bc
<i>R. communis</i>	0,0d	48,1bc	5,4d	28,2bc	39,9d	36,7c
<i>S. rostratum</i>	—	—	—	—	—	—
<i>L. tridentata</i>	41,5ab	71,2a	50,0ab	58,3 ^a	100a	87,7a
<i>S. macrodonthus</i>	12,5cd	46,8bc	59,3a	50,0ab	37,8de	28,9c
<i>A. ambrosioides</i>	50,0a	34,0c	21,7c	35,9b	56,6c	44,3bc
<i>K. humboldtiana</i>	52,0a	34,0c	48,4ab	38,5b	—	18,7d
<i>J. cinerea</i>	0,0d	42,5bc	54,2ab	25,7bc	25,1e	28,7c

a, b, c: Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$).

† An = *A. niger*; Af = *A. flavus*; Pch = *P. chrysogenum*; Pexp = *P. expansum*; Fp = *F. poae* y Fm = *F. moniliforme*.

‡ Elaborados al 6% (p/v).

Tabla 2. Inhibición de crecimiento (%) de de hongos† por extractos‡ etanólicos de plantas.

Planta	An	Af	Pch	Pexp	Fp	Fm
Testigo	0,0e	0,0d	0,0d	0,0f	0,0f	0,0d
<i>E. globulus</i>	14,8de	0,0d	19,7c	23,4d	36,9de	42,6bc
<i>B. glutinosa</i>	56,9b	27,6b	36,0b	85,8a	79,6b	30,9c
<i>S. cynanchoides</i>	0,0e	0,0d	13,1cd	46,8cd	25,5e	29,6c
<i>D. discolor</i>	37,5c	66,0a	37,7b	58,0bc	100a	39,6bc
<i>P. parviflora</i>	20,8d	36,0b	14,7cd	8,1def	86,6ab	22,6c
<i>N. glauca</i>	0,0e	0,0d	8,1cd	0,0f	24,3e	2,6d
<i>A. confertiflora</i>	39,3c	12,3c	26,1bc	6,5ef	49,7cd	41,7bc
<i>R. communis</i>	3,7e	5,9cd	11,5cd	6,5ef	38,8cd	9,1c
<i>S. rostratum</i>	17,1d	0,5d	—	4,8ef	26,1e	20,9cd
<i>L. tridentata</i>	77,3a	76,0a	63,0a	71,4b	100a	100a
<i>S. macrodonthus</i>	9,7de	0,0d	14,7cd	0,0f	33,7de	0,0d
<i>A. ambrosioides</i>	40,7c	26,1b	29,5bc	16,2def	51,6c	50,4b
<i>K. humboldtiana</i>	0,0e	0,0d	4,9cd	0,0f	29,9de	8,7d
<i>J. cinerea</i>	1,8e	0,0d	8,2cd	0,0f	42,0cd	5,2d

a, b, c: Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$).

† An = *A. niger*; Af = *A. flavus*; Pch = *P. chrysogenum*; Pexp = *P. expansum*; Fp = *F. poae* y Fm = *F. moniliforme*.

‡ Elaborados al 6% (p/v).

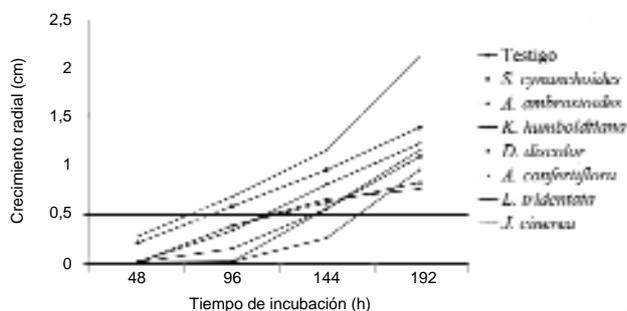


Figura 1. Efecto de extractos metanólicos de plantas sobre el crecimiento radial de *A. niger*.

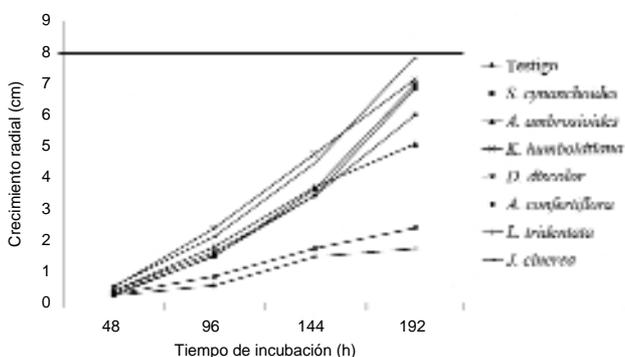


Figura 2. Efecto de extractos etanólicos de plantas sobre el crecimiento radial de *A. flavus*.

superior al 60%, todos los demás extractos presentaron bajos porcentajes de inhibición (Tabla 2).

Penicillium expansum. El crecimiento de *P. expansum* se vio afectado con los extractos metanólicos de *L. tridentata*, *D. discolor*, *S. cynanchoides* y *S. macrodonthus*, ya que el hongo presentó un desarrollo de 0,5, 0,5, 0,5 y 0,6 cm, respectivamente, mientras que en el testigo tuvo un crecimiento de 1,2 cm. Originando esto una inhibición del hongo con dichos extractos entre el 58,3% y 50% con respecto al testigo, respectivamente (Tabla 1). En el análisis estadístico se encontró diferencia significativa entre solventes y plantas ($p < 0,05$).

Para los extractos etanólicos se observó que *B. glutinosa* fue el más efectivo para inhibirlo, seguido por *L. tridentata* con 0,3 y 0,6 cm de crecimiento radial respectivamente. Este crecimiento comparado con el del testigo, el cual tuvo un crecimiento radial de 2,1 cm, representó una inhibición de 85,7 y 71,4, respectivamente (Tabla 2).

Fusarium poae. El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre solventes y plantas ($p < 0,05$). Se encontró que este hongo presentó un crecimiento muy variado con los extractos metanólicos; donde *L. tridentata* evitó el crecimiento de este hongo en un 100%. Los extractos de *D. discolor*, *P. parviflora* y *B. glutinosa* tampoco permitieron el libre crecimiento del hongo, ya que este presentó un crecimiento de 2,5, 2,7 y 2,8 cm, respectivamente. El testigo que alcanzó un crecimiento de 8,4 cm. Esto representó una inhibición de 70,1, 67,8 y 66,6% (Tabla 1).

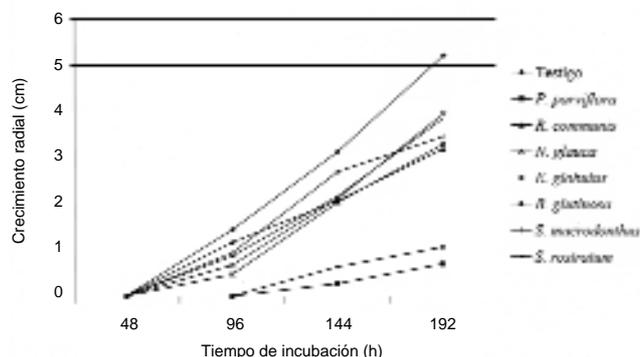


Figura 3. Efecto de extractos etanólicos de plantas sobre el crecimiento radial de *F. poae*.

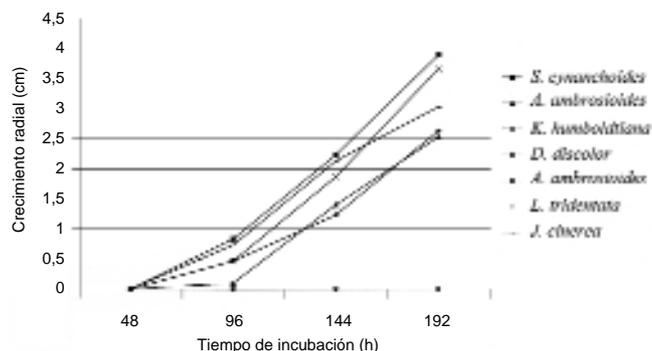


Figura 4. Efecto de extractos metanólicos de plantas sobre el crecimiento radial de *F. moniliforme*.

En la figura 3 se presentan los resultados de crecimiento radial de *F. poae* con los extractos etanólicos. En dicha figura se observa que los extractos de *L. tridentata* y *D. discolor* evitaron el 100% del crecimiento radial del hongo. En cambio, el tratamiento testigo presentó un crecimiento de 5,2 cm. Así mismo, los extractos de *P. parviflora* y *B. glutinosa* también presentaron buen efecto sobre éste hongo, ya que solo permitieron un crecimiento de 0,7 y 1,1 cm, respectivamente. Se observó claramente que hubo una mayor inhibición en su crecimiento por al menos cinco plantas (Tabla 2), siendo los extractos de *L. tridentata* y *D. discolor* los que mayor inhibición provocaron con 100%, *P. parviflora*, *B. glutinosa* y *A. ambrosioides* con 86,6, 79,6 y 51,6%, respectivamente.

Fusarium moniliforme. El crecimiento de *F. moniliforme* se vio afectado por el extracto metanólico de

L. tridentata, ya que solo alcanzó un crecimiento de 0,8 cm, comparado con el testigo que fue de 6,7 cm (Figura 4). Además, los extractos de *B. glutinosa* y *A. confertiflora* solo permitieron un crecimiento de 3,1 y 3,5 cm, respectivamente. Se encontró diferencia significativa entre solventes y plantas ($p < 0,05$) según el análisis estadístico realizado. La inhibición del crecimiento con el extracto de *L. tridentata* fue de 87,7 %, seguido por *B. glutinosa* con 53,7% (Tabla 1).

Por otra parte, los extractos etanólicos que afectaron más el crecimiento de este hongo fueron *L. tridentata* y *A. ambrosioides* con 0 y 1,9 cm de crecimiento radial, respectivamente. En el tratamiento testigo el hongo presentó un crecimiento de 3,8 cm. Esto implica que *F. moniliforme* fue inhibido completamente en su crecimiento con el extracto de *L. tridentata*, seguido por el de *A. ambrosioides* con 50,4%.

CONCLUSIONES

Se encontró mucha variación en el grado de inhibición de crecimiento en los hongos en estudio. Destacaron los extractos de las plantas *L. tridentata*, *B. glutinosa*, *D. discolor* y *P. parviflora*, las cuales controlaron al menos el crecimiento de dos especies de hongos.

Larrea tridentata, inhibió el crecimiento de las seis especies de hongos en un rango de 41,5% hasta el 100% tomando en cuenta tanto a los extractos metanólicos como a los etanólicos.

En el caso de *B. glutinosa* las especies de hongos que presentaron una mayor sensibilidad al extracto etanólico fueron *Penicillium expansum* con 85,7% de inhibición y *Fusarium poae* con 79,6%. Así mismo, su extracto metanólico también afectó a *F. poae* y *F. moniliforme* con 66,6 y 53,7% de inhibición, respectivamente.

Fusarium poae y *Aspergillus flavus* fueron las especies de hongos que se inhibieron en mayor proporción

con el extracto etanólico de *D. discolor* con 100 y 66%, respectivamente. En cambio, su extracto metanólico, solo causó una reducción del crecimiento de 70,1 y 58,3%, respectivamente, en *F. poae* y *Penicillium expansum*.

Los extractos etanólico y metanólico de *P. parviflora*, solamente inhibieron a *F. poae* con 86,6% y 67,8%, respectivamente.

Los hongos del género *Fusarium* fueron los más sensibles a los extractos de *L. tridentata*, *B. glutinosa* y *D. discolor*, ya que con ellos se logró la total inhibición del crecimiento (100%).

En general, se puede decir que los extractos de la planta *L. tridentata* causaron el mejor efecto fungicida, ya que a la mayoría de los hongos en este estudio, con excepción de *A. niger*, les afectó su crecimiento en más del 50%. No todos los hongos fueron inhibidos por los mismos extractos, ni en el mismo grado, ya que *A. niger*, *A. flavus* y *F. moniliforme* solamente fueron afectados por dos extractos vegetales, por lo que se podría decir que son los hongos más resistentes. En cambio, *F. poae* fue el más sensible a los extractos, ya que fue inhibido hasta en un 100%, y además, la mayoría de los extractos presentaron un buen efecto sobre dicho hongo.

Se recomienda seguir esta línea de investigación, ya que es de suma importancia encontrar nuevas fuentes de control de hongos que atacan a los granos, las cuales sean inofensivas tanto para el hombre como para el ambiente. Además, se recomienda que en próximas investigaciones se realicen mezclas en iguales proporciones de los extractos etanólicos de *L. tridentata*, *D. discolor* y *B. glutinosa*, ya que éstas fueron las plantas con mejor efecto en la mayoría de los hongos usados en la presente investigación.

Los autores manifiestan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo del proyecto 28293-B.

Bibliografía

- Ramírez MM. Caracteres adaptativos de *Prostephanus truncatus* (Horn) en su morfología, ciclo de vida, distribución y atributos taxonómicos. En: Memorias de la I Reunión Nacional sobre la investigación en México del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn), México, Instituto de Biología de Aguascalientes, 1991.
- Moreno ME. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. México DF, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.
- Moreno ME, Gil GM. La biología de *Aspergillus flavus* y la producción de aflatoxinas. México DF, Universidad Nacional Autónoma de México, 1991.
- Moreno ME. La problemática y la investigación sobre la conservación de granos. En: Memorias del Encuentro latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos. Cd. de México, 1987.
- Arenas LC. DL50 de siete insecticidas de diferentes grupos toxicológicos aplicados tópicamente a *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). En: Memorias de la primera reunión nacional sobre la investigación en México del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn). Peabellón de Arteaga, Pual, 1995.
- Sauer DB. Storage of cereal grains and their products. 4^a. Ed. St. Paul, Editorial American Association of Cereal Chemists, Inc., 1992.
- López BMG. Extractos vegetales como alternativa para el control de *Rhizopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrichidae) en Trigo (*Triticum durum*) Almacenado. Tesis Profesional. Universidad de Sonora, México, 1989.
- Araujo BSR. Evaluación de la actividad fungicida y aflatoxigénica de extractos de plantas del estado de sonora para el control de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Tesis Profesional. Universidad Sonora, México, 1997.
- Munro DB. *Ricinus communis*. Canadian poisonous plants information system, 1996. <http://www.ansci.cornell.edu/plants/cas-torbean.html>
- Mamoru K, Mujo, Takehiko Y. Antifungal activity against food-borne fungi of *Aspidistra elatior* Blume. J Agric Food Chem 1996; 44:301-303.
- Merkulow N, Ludwing L. High pressure inactivation kinetics of moulds. Universität Heidelberg, Institut für Pharmazeutische Technologie and Biopharmazie, 1999. <http://www.rzuser.uni-heidelberg.de/~u53/poster.../merkulow1.htm>
- Wyatt MK, Parish ME. Spore germination of citrus juice-related fungi at low temperatures. Food Microbiol 1995; 12: 237-243.
- Giffel MC, Beumer RR, Hoekstra J and Rombouts FM. Germination of bacterial spores during sample preparation. Food Microbiol 1995; 12:327-332.
- López-Malo A, Alzamora SM, Argaiz A. Effect of natural vanillin on germination time and radial growth of moulds in fruits based agar system. Food Microbiol 1995; 12:213-219.
- SAS/STAT User's Guide. Release 6.08 Version. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA, 1992.
- Kumar SG, Pasard I. Efficacy of medical plant (*Andrographis peniculata*) extract on aflatoxin production on growth *Aspergillus flavus*. Lett Appl Microbiol 1992; 15:131-132.