

Efecto de extractos acuosos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var. *Caudatum* sobre el crecimiento de plántulas de *Solanum lycopersicum* L.

Effect of aqueous extracts of *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var. *Caudatum* on the growth of plants of *Solanum lycopersicum* L.

Belitza Ch. Bracho¹ y Olga Arnaude¹

¹Profesoras. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal 5001, estado Táchira. Venezuela. Correos electrónicos: belitzabracho26@hotmail.com, oarana@unet.edu.ve

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de extractos acuosos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var. *caudatum* (helecho macho) sobre el crecimiento de plantas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), se colectaron plantas de helecho macho en potreros infestados, ubicados en la Aldea Mesa de Aura, estado Táchira. Para obtener los extractos acuosos se colocaron las hojas en agua hirviendo y a temperatura ambiente. El ensayo se estableció con un diseño experimental completamente al azar, las plantas fueron obtenidas a partir de semillas sembradas en recipientes de 25 ml de capacidad, con suelos de textura franca y aplicaciones cada 2 días con extractos acuosos a las concentraciones de 5, 10, 20, 30 y 40% m/v, en comparación con un tratamiento con agua destilada (0%). Se cosecharon a los 26 días después de la siembra (DDS), se utilizaron tres plantas de cada tratamiento para la determinación de materia seca y la morfología radical. Los resultados indican que la acumulación de materia seca en hojas y raíces en plantas de *S. lycopersicum* L., disminuyó con respecto al tratamiento con agua destilada, con el aumento de la concentración de los extractos acuosos. Los extractos más fitotóxicos se obtuvieron a la temperatura ambiente (26 °C), las concentraciones de 20, 30 y 40% m/v inhibe totalmente el crecimiento de las plantas a los 26 DDS. La longitud de la raíz se vio fuertemente afectada.

Palabras clave: helecho macho, tomate, fototoxicidad, materia seca, longitud de las raíces.

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of aqueous extracts of *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var. *caudatum* (bracken fern) on growth of seedlings *Solanum lycopersicum* L. (tomatoes) plants of bracken fern were collected in infested fields located in the Aldea Mesa of Aura, of Táchira state. To obtain the aqueous extracts, the fronds were place and water boiling and environment temperature water. The experiment was established in a completely randomized design, the plants were obtained from seeds, sown in recipients of 25 ml of capacity, with sandy soil frank texture and applications every other day with aqueous extracts to the concentrations of 5, 10, 20, 30 and 40% m/v, compared with a treatment with distilled water (0%). Were harvested at the 26 days after of sowing, three plants of each treatment were used for determinations of dry matter and radical morphology. The results indicate that the accumulation of dry matter in leaf and roots in plants of *S. lycopersicum* L., decreased, with respect to treatment with distilled water, with increased the concentration of aqueous extracts. The most phytotoxic extracts were the obtained to temperature environment (26 °C), the concentrations of 20, 30 and 40% m/v totally inhibited the growth of the plants after 26 days of seeded. The root length was strongly affected.

Key words: bracken fern, tomatoes, phytotoxic, dry matter, root length.

INTRODUCCIÓN

En el estado Táchira la alta incidencia de la maleza helecho macho, *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var *caudatum*, ha generado problemas para la producción de los cultivos comerciales y pasturas dedicadas a la alimentación animal, tanto en aprovechamiento de suelos, como en el manejo agronómico aplicado a dichos rubros, ocasionando por consiguiente problemas secundarios como la degradación y contaminación del ambiente.

Adicionalmente, esta especie es un factor de riesgo asociado a la alta incidencia de cáncer gástrico en los estados Táchira y Mérida (Amelot y Avendaño, 2001; Peraza *et al.*, 2002; Peraza *et al.*, 2003; Peraza *et al.*, 2006), por lo que se hace necesario generar investigaciones que contribuyan a conocer y efecto de extractos acuosos de esta maleza sobre el aceleramiento y desarrollo de los cultivos, que permita diseñar estrategias en su control y poder brindar una solución al problema socio-económico, ecológico, cultural y científico que genera a toda la sociedad.

Muchas especies de malezas anuales y perennes con potencial alelopático afectan severamente la sucesión de comunidades de plantas, así como el crecimiento y productividad de los cultivos (Duke, 1978; Rice, 1979; Putman y Brown, 1986; Qasem, 1994; Torres *et al.*, 2003; Blanco, 2006; Kayode y Ayeni, 2009; Pisula y Meiners, 2010a; Pisula y Meiners, 2010b; Parvin *et al.*, 2011; Bauer *et al.*, 2012; Chen y Wang, 2012; Zhang y Fu, 2012).

El helecho macho se describe como la planta invasora más exitosa del mundo, la cual imposibilita labores agrícolas (Ortega, 1990; Pérez y Pacheco, 1994; Taylor y Thomson, 1998; Amelot, 1999) e incrementa los costos de producción por la fuerte inversión inicial que amerita mano de obra para su control y efectos residuales de esta maleza (Trejo *et al.*, 2007).

En este sentido, se han desarrollado diferentes estudios indicando que algunos aleloquímicos solubles en agua provenientes de lavados foliares por lluvia o rocío de *P. aquilinum* L. Kuhn afectan el crecimiento y desarrollo de cultivos, además originan la formación de un ecosistema característico.

En base a ello, Gliessman y Muller (1972); Dolling *et al.* (1994); Arnaude y Bracho (2001); Morales y Arnaude (2005); Loresco (2006); Matos y Belinato (2010); Wang *et al.* (2011), reportan en sus investigaciones como los extractos provenientes de frondas jóvenes de la maleza causan un efecto inhibitorio sobre las características morfofisiológicas de las plantas de diversas especies cultivables.

De allí la importancia de conocer realmente la capacidad inhibitoria de la maleza, evaluando su efecto sobre plántulas de tomate como cultivo primordial en la región y rubro establecido en la zona, el cual según los productores presenta problemas de producción donde crece el helecho (*P. aquilinum* L. Kuhn), adicionalmente, es muy sensible fisiológicamente a estrés hídrico, nutricional, entre otros (García y Ascencio, 1992 y Arnaude y Ascencio, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de extractos acuosos de helecho macho (*P. aquilinum* L. Kuhn var *caudatum*) sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

La investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) en condiciones de laboratorio, con una temperatura promedio de 26 °C y 75% de humedad relativa.

Material vegetal utilizado para las extracciones

Plantas de *P. aquilinum* L. Kuhn var *caudatum* con ausencia de esporas que se encontraban en proceso normal de crecimiento y desarrollo.

Preparación de extractos acuosos

Para la elaboración de cada uno de los extractos se utilizó la parte aérea de la planta (frondas), que luego de un proceso de limpieza y selección se empleó para la preparación de los extractos; cumpliendo la metodología de Lazo y Montoya (1994) demostrado en la Figura 1.

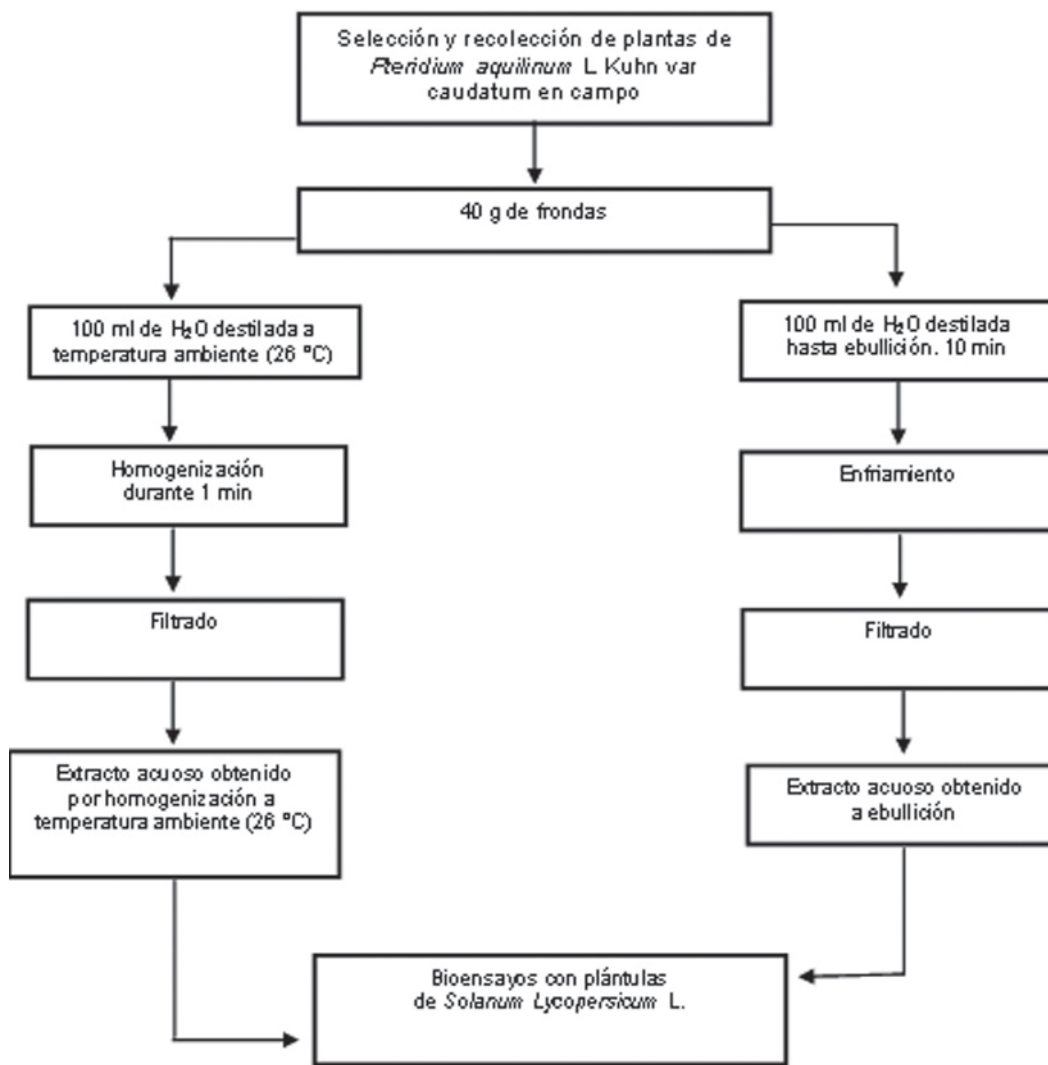


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de los extractos acuosos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn var caudatum.

Se obtuvieron dos extractos acuosos de *P. aquilinum* L. Kuhn var caudatum:

1. Extracto obtenido por homogenización utilizando agua destilada a temperatura ambiente (26 °C), en este extracto los compuestos no se afectarían por la temperatura.
2. Extracto obtenido por ebullición durante 10 min utilizando agua destilada con la finalidad de extraer compuestos.

Se realizaron ensayos preliminares utilizando las dosis de 5,0%, 10,0%, 20,0%, 30,0%,

40,0%, 50,0%, 60,0%; 70,0%, 80,0%, 90,0%, observándose que las dosis mayores a 50,0% m/v causaban la muerte de las plantas.

En el ensayo definitivo se evaluaron seis tratamientos por extracto (Cuadro 1), se tomaron tres repeticiones por tratamiento.

Es importante mencionar que el tratamiento (D0) corresponde al testigo, regado con agua destilada, los tratamientos se aplicaron cada 2 d luego de la germinación con un volumen de 10 ml por tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el ensayo.

Tipo de extracto	Tratamientos (dosis [% m/v])					
	D0	D1	D2	D3	D4	D5
Extracto acuoso obtenido por homogenización a temperatura ambiente (26 °C)	0	5	10	20	30	40
Extracto acuoso obtenido a ebullición	0	5	10	20	30	40

Siembra

Para la siembra de *S. lycopersicum* L., se empleó semilla certificada variedad Río Grande en vasos plásticos de 6 cm de altura y 5 cm de diámetro, con suelo de textura franca, con un pH = 5,47 y 3,12% de materia orgánica. La siembra se realizó de forma manual.

Diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño completamente al azar con seis niveles y tres repeticiones por tratamiento, a los datos obtenidos se les exploraron la homogeneidad y normalidad para ser analizados mediante ANAVAR. Para las pruebas de significancia de medias se utilizó el método de DUNCAN entre los diferentes tratamientos, mediante la ayuda de programas estadísticos computarizados.

Acumulación de biomasa seca

Las muestras destinadas a la determinación de biomasa seca (g) se lavaron cuidadosamente y se dividieron en partes aéreas y raíces, colocadas en bolsas de papel y secadas a 60 °C durante 72 h (García y Ascencio, 1992; Arnaude y Ascencio, 1996), para luego conocer su biomasa seca empleando la balanza analítica.

Longitud de las raíces

Una vez cosechadas las tres plantas por cada tratamiento se separó la raíz de la parte aérea y cada sistema radical fue preservado en alcohol 60%, antes de comenzar las mediciones, las raíces de cada muestra fueron rehidratadas utilizando

una serie decrecientes de alcoholes desde 50% hasta 10% en cada una de estas soluciones.

Las muestras permanecieron alrededor de 10 min en alcohol, por último, fueron colocadas en una solución de safranina al 5% para de esa manera teñirlas y facilitar la visibilidad de las muestras, el cálculo de la longitud de las raíces se realizó siguiendo el método de Tennant (1975).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales del crecimiento

En el Cuadro 2 se muestra la producción de materia seca (MS) y aéreas, raíces y longitud de raíces para los los diferentes tratamientos:

Biomasa seca de la parte aérea: la Figura 2 presenta la acumulación de biomasa seca en plantas de *S. lycopersicum* L., a los 26 días después de la siembra (DDS) y sometidas a diferentes concentraciones de extracto acuoso de *P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum obtenido por ebullición. Al comparar todos los tratamientos se pueden observar diferencias altamente significativas en D1, D2, D3, D4, y D5, con respecto al testigo (D0); este disminuyó en la medida que la concentración era mayor.

Para los tratamientos 5, 10 y 20% m/v (D1, D2 y D3) se observó una disminución con respecto al testigo (D0) de la biomasa seca de la parte aérea en 40,6, 42,41 y 46,6%, y este efecto inhibitorio se incrementó un 54,54 y 59,4% para las concentraciones de 30 y 40% m/v (D4 y D5).

Cuadro 2. Rangos múltiples para biomasa de la parte aérea, de raíces y longitud de las raíces de plantas de *Solanum lycopersicum* L., sometidas a extracto acuoso a ebullición en sus dosis correspondientes. A los 26 días después de la siembra.

Tratamiento	Biomasa parte aérea (g)	Biomasa de raíces (g)	Longitud de las raíces (cm)
D0	0,0055 a	0,0039 a	40,59 a
D1	0,0033 b	0,0024 b	23,83 b
D2	0,0031 c	0,0022 c	15,97 c
D3	0,0029 c	0,0019 d	10,99 d
D4	0,0025 d	0,0017 e	4,18 e
D5	0,0022 e	0,0016 e	2,70 f

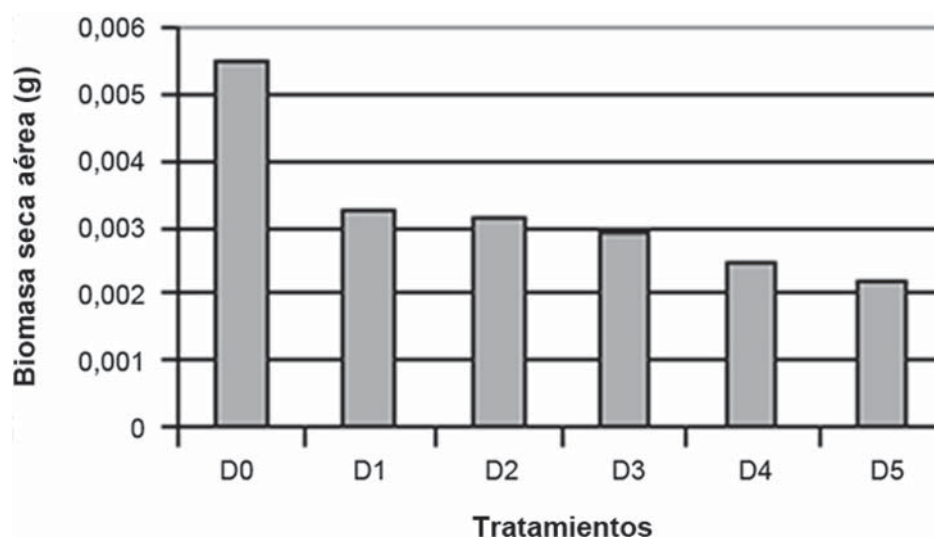


Figura 2. Biomasa seca en la parte aérea en plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso obtenido por ebullición para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

La Figura 3 muestra el efecto producido por el extracto acuoso obtenido a temperatura ambiente sobre la acumulación de biomasa seca de la parte aérea de plántulas de *S. lycopersicum* L.

En el Cuadro 3 se muestra la producción de MS aérea y raíces, longitud de raíces para los diferentes tratamientos con extracto obtenido con agua a temperatura ambiente. Se detectaron

diferencias significativas entre la biomasa seca obtenida de las plantas testigos y las tratadas, los resultados indican que en la medida en que se incrementó la concentración del extracto, disminuyó la biomasa seca de la variable analizada en un 41,81 y 47,27% para las concentraciones de 5 y 10% m/v (D1 y D2) y las concentraciones de 20, 30 y 40% m/v (D3, D4 y D5, respectivamente) redujeron el crecimiento en un 100%, respecto al testigo (D0).

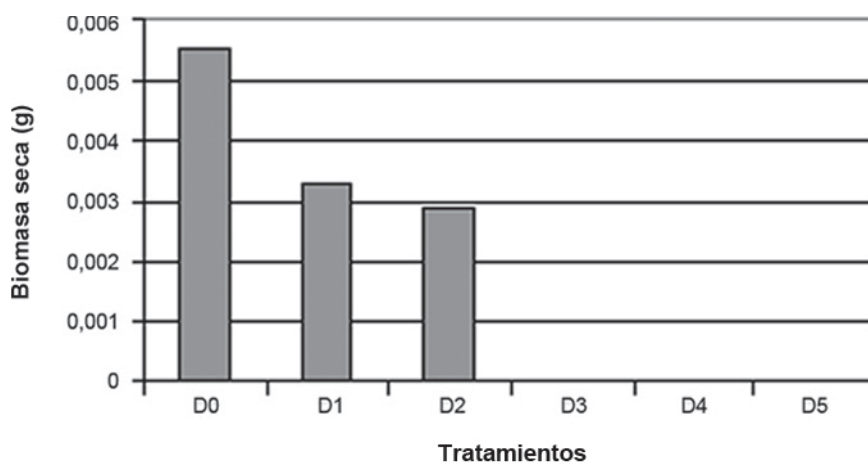


Figura 3. Acumulación de biomasa seca de la parte aérea en plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso a temperatura ambiente para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

Cuadro 3. Rangos múltiples para biomasa de la parte aérea, de raíces y longitud de las raíces de plantas de *Solanum lycopersicum* L., sometidas a extracto acuoso a temperatura ambiente en sus dosis correspondientes, a los 26 días después de la siembra.

Tratamiento	Biomasa parte aérea (g)	Biomasa de raíces (g)	Longitud de las raíces (cm)
D0	0,0055 a	0,0039 a	40,59a
D1	0,0033 b	0,0014 b	21,99b
D2	0,0029 c	0,0012 c	6,81c
D3	0,0000 d	0,0000 d	0,00d
D4	0,0000 d	0,0000 d	0,00d
D5	0,0000 d	0,0000 d	0,00d

Biomasa seca de las raíces: el extracto acuoso de *P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum obtenido por ebullición a las concentraciones de 5, 10 y 20% m/v redujeron con respecto al testigo (D0) la biomasa seca de las raíces en plántulas de *S. lycopersicum* L. (Figura 4) hasta un 38,13; 44,06 y 49,99%, respectivamente, y las concentraciones de 30 y 40% m/v inhibieron el crecimiento de plántulas de tomate y disminuyó la MS de las raíces en un 56 a 59,32%, comparados con el testigo (D0).

La Figura 5 muestra el efecto del extracto acuoso obtenido a temperatura ambiente sobre la

acumulación de biomasa seca en raíces de plantas de *S. lycopersicum* L., lo que permite detectar diferencias significativas entre las plantas testigos y las tratadas en la medida que se incrementó la concentración del extracto, siendo notorio para las concentraciones de 30 y 40% m/v, las cuales indicaron una alta inhibición de la biomasa seca de las raíces, logrando alcanzar una disminución de hasta 100% a los 26 DDS.

Asimismo, las concentraciones de 5, 10 y 20% m/v (D1, D2 y D3) redujeron un 63,56, 68,48 y 100% la acumulación de biomasa de las raíces.

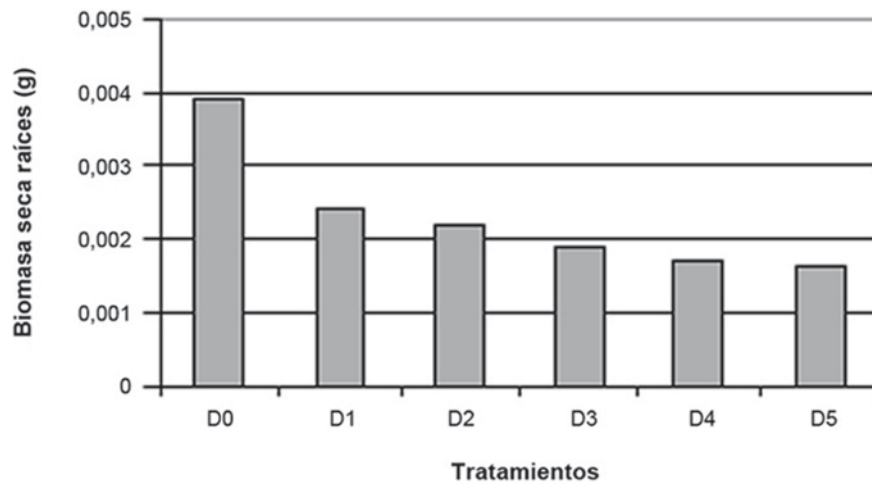


Figura 4. Biomasa seca de raíces en plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso obtenido a ebullición para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

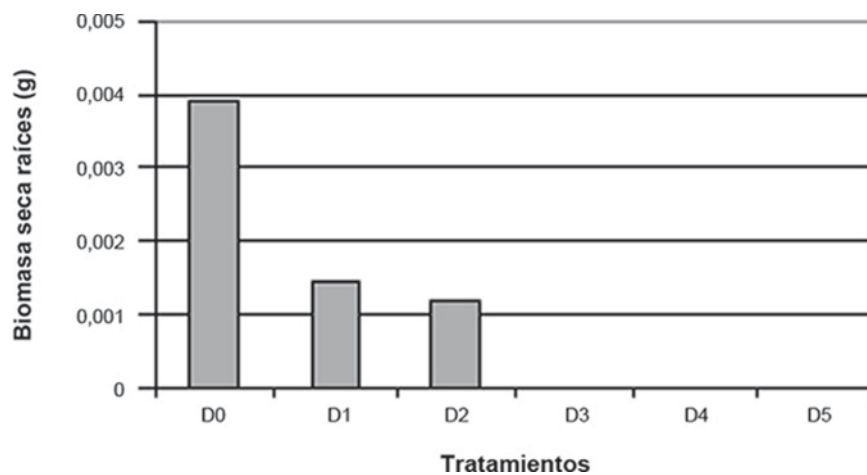


Figura 5. Biomasa seca de las raíces en plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso a temperatura ambiente para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la acumulación de biomasa seca en plantas de *S. lycopersicum* L., disminuyó con respecto al testigo (D0) en la medida que se incrementó la concentración de cada uno de los extractos obtenidos de frondas de *P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum, lo cual confirma lo señalado por Morales y Arnaude (2005); Loresco (2006); Matos y Belinato (2010); Wang *et al.* (2011),

quienes plantean que las sustancias aleloquímicas contenidas en frondas de plantas de *P. aquilinum* actúan sobre procesos fisiológicos, afectando el crecimiento de las especies receptoras.

Al comparar en conjunto todos los tratamientos, el efecto inhibitorio varió respecto al testigo dependiendo del tipo de extracto. El extracto acuoso obtenido a temperatura ambiente fue

más fitotóxico para las concentraciones de 20, 30 y 40% m/v, ya que a los 26 DDS causaron una inhibición del 100% en el crecimiento de plantas de tomate.

A diferencia del obtenido a ebullición, las concentraciones de 20, 30 y 40% m/v redujeron la MS de la parte aérea en un 46, 54 y 60% en comparación con el testigo, esto se debe a que durante el proceso de ebullición posiblemente ocurrió una pérdida por volatilización de algunos compuestos tóxicos presentes en frondas del helecho macho (*P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum); el resultado concuerda con Putman y Duke (1978) señalando que las plantas son capaces de producir aleloquímicos solubles en agua.

Por otro lado, Dolling (1994) se refiere a la inhibición sobre el crecimiento de plantas *Populus tremula* L. (álamo) y *Pinus silvestris* L. al utilizar extractos de frondas de *P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum, estos resultados concuerdan con Dolling (1996) al indicar que los extractos acuosos provenientes de frondas (*P. aquilinum* L. Kuhn) causan un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de pino silvestre (*P. sylvestris* L.) y abeto rojo u árbol de navidad (*Picea abies* L.), que coinciden con lo publicado por Dolling (1994) y Wang *et al.* (2011) quienes señalan que en bioensayos realizados con extractos acuosos de frondas de *Pteridium* sobre diversas especies, entre ellas el rábano (*Raphanus sativus* L.), mostró efecto

alelopático persistente sobre la germinación de la semilla, la elongación del hipocótilo y elongación radicular, corroborado por Morales y Arnaude (2005); Loresco (2006); Matos y Belinato (2010), reportaron el efecto inhibitorio de extractos acuosos de *Pteridium* sobre diversas especies, tales como: *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo), *Trifolium repens* L. (trébol blanco) y *Brachiaria decumbens* Stapf, respectivamente.

Longitud de las raíces: en cuanto al efecto de los extractos acuosos y orgánico de *P. aquilinum* L. Kuhn var. caudatum sobre la longitud de las raíces en plántulas de *S. lycopersicum* L. se observó diferencias altamente significativas respecto al testigo (D0), el extracto acuoso obtenido a ebullición en sus concentraciones de 5, 10 y 20% m/v (Figura 6), disminuyó la longitud de las raíces en plantas de tomate en un 41,3, 60,65 y 72,92% respecto al testigo, y en un 89,70 y 93.34% para las concentraciones de 30 y 40%, respectivamente.

La Figura 7 muestra el efecto del extracto acuoso obtenido a temperatura ambiente sobre la longitud de las raíces de plantas de *S. lycopersicum* L. que permitió detectar diferencias significativas entre las plantas testigos y las tratadas en la medida que se incrementó la concentración del extracto, siendo notorio para las concentraciones de 30 y 40% m/v, logrando alcanzar una disminución de hasta 100% a los 26 DDS.

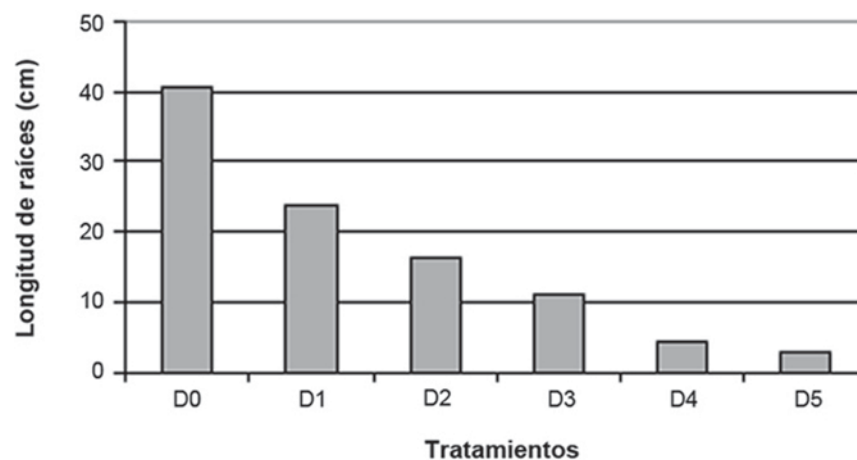


Figura 6. Longitud de las raíces de plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso obtenido a ebullición para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

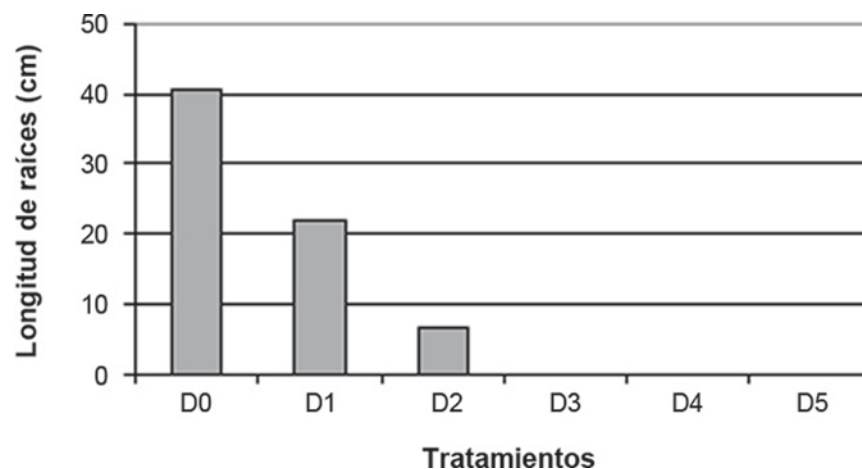


Figura 7. Longitud de las raíces de plantas de *Solanum lycopersicum* L., regadas con extracto acuoso a temperatura ambiente para cada tratamiento a los 26 días después de la siembra.

Las concentraciones de 5, 10 y 20% m/v (D1, D2 y D3) redujeron un 38,10; 82,22 y 100% la longitud de las raíces respecto al testigo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la longitud de las raíces en plantas de *S. lycopersicum* L. disminuyó con respecto al testigo (D0), señalado por Arnaude y Bracho (2001); Morales y Arnaude (2005); Loresco (2006); Matos y Belinato (2010), quienes señalan que las sustancias aleloquímicas contenidas en extractos foliares de plantas de *Pteridium* actúan sobre procesos fisiológicos, afectando el crecimiento de las especies receptoras.

Al respecto, Wang *et al.* (2011) publican que el mecanismo de acción de extractos acuosos de helecho macho ocasiona interrupción en el ciclo celular de plantas, afectan significativamente la mitosis en las células del ápice de la radícula. A bajas dosis (6% m/v) se observa alta proporción de células en división en profase y a dosis de 25% m/v la división celular se mantuvo totalmente en profase.

CONCLUSIONES

La acumulación de biomasa foliar y de raíces (g) disminuye significativamente en las plántulas de *S. lycopersicum* L., que fueron tratadas con extractos acuosos de *P. aquilinum* L.

var caudatum. Esta respuesta fue variable para cada uno de los extractos evaluados, así como también para cada una de las dosis evaluadas, en la medida que se incrementó la concentración del extracto acuoso obtenido a ebullición y a temperatura ambiente, se logró una diferencia altamente significativa respecto al testigo a los 26 DDS.

La variable de plantas de *S. lycopersicum* L. más afectada por aplicación de los extractos acuosos de *P. aquilinum* L. *var caudatum*, fue la longitud de raíces. El extracto acuoso obtenido a ebullición en sus concentraciones de 5, 10 y 20% m/v disminuyó la longitud radical en plántulas de tomate en un 41,3, 60,65 y 72,92% respecto al testigo, y en un 89,70 y 93,34% para las concentraciones de 30 y 40%, y las tratadas con extracto acuoso obtenido a temperatura ambiente a las concentraciones de 5, 10 y 20% m/v, redujeron en un 38,10; 82,22 y 100% la longitud de raíces respecto al testigo.

LITERATURA CITADA

- Amelot, A. 1999. Helecho Macho, salud animal y salud humana. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 16:528-541.
- Amelot, A. and M. Avendaño. 2001. Possible association between gastric cancer and bracken

- fern in Venezuela: an epidemiological study. *Int. J. Cancer*. 91:252-259.
- Arnaude, O., B. Bracho y S. Peraza. 2001. Potencial Alelopático de extractos acuosos y orgánicos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn sobre semillas de *Lactuca sativa* L. XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas y X Jornadas Venezolanas Científico-Técnicas en Biología y Combate de Malezas. (Resumen). Maracaibo. Venezuela.
- Arnaude, O. y J. Ascencio. 1996. Comparación de crecimiento entre tres especies cultivadas –*Phaseolus vulgaris* L. var. Manaure, *Vigna unguiculata* (L) Walp var. Tuy y *Lycopersicon esculentum* L. Mill var caribe y dos especies silvestres *Euphorbia heterophylla* L. y *Amaranthus dudius* Mart, bajo condiciones de deficiencia de fósforo. *Anales de Botánica Agrícola*. 3:50-60.
- Bauer, J., S. Shannon, R. Sloops and H. Reynolds. 2012. Context dependency of the allelopathic effects of *Lonicera maachii* L. on seed germination. *Plant Ecology*. 213(12):1.907-1.916.
- Blanco, Y. 2006. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos tropicales*. 27(3):5-16.
- Bracho, B. y O. Arnaude. 2001. Efecto de extractos acuosos de *Pteridium aquilinum* L Kuhn sobre el crecimiento de plántulas de *Lycopersicon esculentum* Mill, XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas y X Jornadas Venezolanas Científico-Técnicas en Biología y Combate de Malezas. (Resumen). Maracaibo. Venezuela.
- Brown, R. 1986. Bracken in the North York Moors: It's ecological and amenity implications in national parks. In: *Ecology, land use control Technology*. Ed. By R.T. Smith, J.A Taylor. Car forth, Parthenon. pp. 77-86.
- Chen, L. and L. Wang. 2012. Allelopathic behaviour of Chinese fir from plantations of different ages. *Forestry Journal of forest Research*. 86(2):225-230.
- Dolling, A. 1996. Interference of bracken (*Pteridium aquilinum* L Kuhn) with Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L Kerst) seedling establishment. *Forest ecology and management*. 88:227-235.
- Dolling, A., O. Zackrisson and M. Charlotte. 1994. Seasonal variation in phytotoxicity of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn). *Journal of chemical ecology*. 20:3.163-3.172.
- García, M. and J. Ascencio. 1992. Root morphology and acid phosphatase activity in tomato plants during development of and recovery from phosphorus stress. *J. Plant Nutr.* 15(11):2.491-2.503.
- González, A. y O. Arnaude. 2004. Efecto de residuos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn. incorporados al suelo sobre la acumulación de materia seca de *Lactuca sativa* L. In: V Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. (Resumen). La Habana. Cuba.
- Gliessman, S. and C. Muller. 1972. The phytotoxicity potential of bracken *Pteridium aquilinum* L. Kuhn. *Madromo*. 21:229-304.
- Kayode, J. and J. Ayeni. 2009. Allelopathic effects of some crop residues on the germination and growth of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Ethnoleaflets Leaflets*. 13:343-350.
- Lazo, J. y C. Montoya. 1994. Evaluación de la capacidad alelopática de las malezas *Euphorbia heterophylla* L. y *Rottboellia exaltata* L. 1:1-13
- Loresco, M. 2006. Allelopathic effects of herbicide-treated bracken (*Pteridium esculentum* Forst. f. Cockayne) fronds on white clover and perennial rye grass. *Philippine Agricultural Scientist*. 89(1):91-96
- Morales, W. y O. Arnaude. 2005. Potencial alelopático de extractos acuosos de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn sobre el crecimiento de *Brachiaria decumbens* Stapf. XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) I Congreso Iberoamericano de Ciencia de las Malezas. IV Congreso Nacional de Ciencia de Malezas. (Resumen). Maracaibo. Venezuela.

- Ortega, J. 1990. El género *Pteridium* en Venezuela: Taxonomía y distribución geográfica. *Brollania* 7:45-54.
- Parvin, R., T. Shapla and M. Amin. 2011. Allelopathic effects of *Albizia lebbek* Durazz. on agricultural crops. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 6(1):50-57.
- Peraza, S., O. Arnaude, R. Márquez, M. Santos, D. Cardozo, C. Morreno, D. Barroeta and A. Ocariz. 2003. Enzootic Bovine Hematuria, Bracken Fern (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) and human gastric cancer in a high incidence area of human gastric cancer in Venezuela. V Congreso Mundial de Cáncer Gástrico. (Resumen). Roma. Italia.
- Peraza, S., O. Arnaude, R. Márquez, J. Becker, J. Vivas, D. Castro y M. Santos. 2002. Enfoque integral sobre la carcinogénesis gástrica y el *Pteridium aquilinum* L. Kuhn (helecho macho). *GEN.* 56(3):50-60.
- Peraza, S., O. Arnaude, M. Santos, M. Márquez y D. Cardozo. 2006. Estudio anatomopatológico, epidemiológico y agronómico sobre la hematuria enzoótica del bovino, el *Pteridium aquilinum* L. Kuhn (helecho macho) y su asociación con cáncer gástrico en humanos. *Revista de la universidad de Pamplona.* 4(1):1-92.
- Pérez, L. y J. Pacheco. 1994. Comportamiento agroecológico de *Pteridium aquilinum* L. Kuhn en el estado Táchira- Venezuela. *Revista Científica UNET (Táchira-Ven.).* 8(1):5-18.
- Pisula, N. and S. Meiners. 2010a. Allelopathic effects of goldenrod species on turnover in successional communities. *Am. Midl. Nat.* 163(1):161-172.
- Pisula, N. and S. Meiners. 2010b. Relative allelopathic potential of invasive plant species in a Young disturbed Woodland. *The Journal of the Torrey Botanical Society.* 137(1):81-87.
- Qasem, J. 1994. Allelopathy effect of white top (*Lapidium draba* L.) on wheat and barley. *Allelopathy Journal.* 27(1):29-40.
- Ramírez-Trejo, M., B. Pérez-García y A. Orozco-Segovia. 2007. Helechos invasores y sucesión secundaria post fuego. *Ciencias.* 85:18-25.
- Rice, E. 1979. Allelopathy: An update. *Bot. Rev.* 45:17-109.
- Silva, M. and T. Belinato. 2010. Interference of *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon. (Dennstaedtiaceae) on the establishment of rainforest trees Braz. *J. Biol.* 70(2):311-316.
- Taylor, J. E. and J. A. Thomson. 1998. Bracken litter as mulch: glasshouse evaluation of phytotoxicity. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 38(2):161-169.
- Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology.* 63(3):995-1.001.
- Torres, S., M. Puente, F. de Cupere, M. Puerto y M. Rodríguez. 2003. Efecto alelopático del Boniato (*Ipomea batata* L. (Lam), sobre la germinación y crecimiento de cultivos y malezas. *Centro Agrícola.* 30(1):59-63.
- Wang, H., B. Chen, L. Hsu, Y. Cheng, Y. Liou and C. Wang. 2011. Allelopathic effects of bracken fern (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) in Taiwan. *Allelopathy Journal.* 27(1):97-110.
- Zhang, C. and S. Fu. 2010. Allelopathic effects of leaf litter and live roots exudates of *Eucalyptus species* on crops. *Allelopathy Journal.* 26:91-100.