

Desarrollo vegetativo de *Plectranthus ornatus* L. E. Codd bajo dos ambientes de crecimiento, tres dosis de fertilización y efecto *in vitro* de su extracto etanólico sobre hongos fitopatógenos

Vegetative development of *Plectranthus ornatus* Codd under two growth environments, three fertilization doses and *in vitro* effect of its ethanolic extract on plant pathogenic fungi

Dorian A. Rodríguez González, María E. Sanabria Chópita y Julitza Jiménez

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Postgrado de Agronomía, Programa Fitopatología. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela, rdorian@ucla.edu.ve; rdorian7@yahoo.com

RESUMEN

Además de estudiar la efectividad de los extractos de plantas para el control de fitopatógenos, es necesario evaluar sus condiciones de propagación para garantizar la suplencia adecuada de materia prima para la producción de extractos. Con el objetivo de estudiar el efecto de la luminosidad sobre el desarrollo vegetativo de *P. ornatus*, se llevó a cabo el presente experimento utilizando plantas propagadas por esquejes en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad y colocadas bajo dos ambientes: cobertizo y plena exposición solar. En cada ambiente se aplicaron tres dosis de fertilizante, utilizando una fórmula completa (15-15-15): 0, 5 y 10 g • planta⁻¹. Se usaron 10 plantas por tratamiento y un diseño completamente al azar. Se realizaron evaluaciones los días 0 y 37 de las variables longitud del tallo principal, número y longitud de ramas laterales, y espesor de la lámina foliar el día 45. Se determinó la cantidad de luz recibida en cada ambiente al inicio del experimento. Se analizaron los grupos de metabolitos secundarios y se evaluó el efecto del extracto etanólico de la planta sobre el desarrollo micelial de los hongos *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid y *Colletotrichum gloeosporioides* [(Penz.) Penz. y Sacc.]. Se encontraron diferencias significativas entre los dos ambientes, pero no entre dosis de fertilizantes para longitud de las ramas laterales y espesor de la lámina foliar. Los alcaloides fueron más altos en las plantas bajo cobertizo, mientras que las antraquinonas, los fenoles y los flavonoides fueron mayores bajo exposición solar. Los tres hongos fueron susceptibles al extracto de *P. ornatus* al 10 % de concentración; solo *C. gloeosporioides* fue susceptible a 5 y 2,5 %. Los resultados muestran que *P. ornatus* debe ser cultivado a plena exposición solar para una mayor producción de masa verde y de MS efectivos en el control de hongos.

Palabras claves: Metabolitos secundarios, boldo, sombreado, exposición solar.

ABSTRACT

Looking for alternative methods to control plant pathogens includes, not only to study the effectiveness of plant extracts, but also to evaluate the propagating conditions, to guarantee the supply of enough plant material for the extracts production. To study the effect of light on vegetative development of *P. ornatus*, an experiment was conducted using shoot-propagated plants, grown in 2 kg polyethylene bags, placed under two environments: transparent-roof canopy and total sun light exposure. In each environment, three doses of a 15-15-15 fertilizer were applied to the plants: 0, 5 y 10 g.plant⁻¹. Ten plants per treatment and a complete randomized design were used. Evaluations were performed at days 0 and 37 of the following variables: length of main stem, number and length of branches; and at day 45 leaf thickness. The amount of light received was measured at the beginning of the experiment. Secondary metabolite groups were determined and the effect of the ethanolic extract was evaluated on the mycelial growth of the fungi *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina* and *Colletotrichum gloeosporioides*. Significant differences were found between environments but not fertilizing doses for branch length and leaf thickness. Alkaloids were higher in plants growing under transparent-roof canopy, while anthraquinones, phenols and flavonoids were higher under total sun light exposure. The three fungi were fully susceptible to 10 % concentration of the plant extract; only *C. gloeosporioides* was susceptible to 5 and 2.5 % concentration. Results show that *P. ornatus* plants should be grown under total sun light exposure for a better green mass and MS production.

Key words: Secondary metabolites, boldo, shading, solar exposure.

INTRODUCCIÓN

Los fitopatógenos han sido tradicionalmente controlados con plaguicidas sintéticos de origen químico. Sin embargo, en las últimas décadas se ha incrementado el interés en el uso de recursos naturales para lograr

el mismo objetivo (Villa-Martínez *et al.*, 2015). Uno de estos son los extractos vegetales, los cuales han demostrado ser tan efectivos como los químicos, pero sin el consecuente efecto tóxico en las personas, animales

o el ambiente (Ortiz *et al.*, 2016). Para la preparación de estos extractos se utilizan plantas silvestres, ornamentales, condimentarias o medicinales, las cuales se seleccionan en base a dos factores: su aroma o la ausencia de daños visibles. Una vez que las plantas muestran sus cualidades en el manejo de una plaga en particular, el siguiente dilema es disponer en cantidad suficiente de ellas para abastecer de materia prima la producción de los extractos a utilizar en agricultura. Si bien es cierto que existe alguna experiencia en la producción masiva de plantas medicinales y condimentarias, este no es el caso de las plantas silvestre, de las cuales es necesario generar esta información.

Un ejemplo de plantas aromáticas de las cuales existe poca información sobre su manejo son las pertenecientes al género *Plectranthus* L'Héritier. (Lamiaceae); de estas se conocen unas 300 especies, de las cuales existe información sobre usos medicinales (incluyendo como antibacteriales y antimicótico), hortícolas y alimenticios (Lukhoba *et al.*, 2006). En Venezuela se conocen algunas por su uso ornamental y otras (*P. ambonicus*, “Orégano Orejón”; *P. neochilus*, “Boldo Paraguayo”) por sus usos medicinales (Matusalén, 2016). El presente trabajo se basa en la especie *P. ornatus* Codd, de la cual no existe información previa sobre el uso como extracto para el manejo de fitopatógenos; sin embargo, su olor fuerte puede ser un indicativo de la presencia de metabolitos efectivos como biocida.

Como cualquier otra planta que se desee producir en cantidades suficientes, con *P. ornatus* es importante definir las condiciones ambientales en las que esta muestre su potencial de desarrollo. Es posible encontrar plantas de *P. ornatus* creciendo en jardines sombreados o a plena exposición solar, por lo que la primera interrogante es cuál de los ambientes es el ideal para cultivar *P. ornatus* y cómo afectan estos la producción de metabolitos secundarios. Freitas *et al.* (2014) evaluaron varios niveles de salinidad y dos de luminosidad en las especies *Plectranthus amboinicus*, *P. barbatus* y *P. grandis*, encontrando respuestas distintas entre las especies en relación con el segundo factor. Se desconoce la existencia de trabajos que aborden la comparación de distintos ambientes de crecimiento de *P. ornatus*. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo comparar el crecimiento de plantas de esta especie bajo dos ambientes de iluminación y tres niveles de fertilización, y su efecto en la producción de los grupos de metabolitos secundarios, así mismo,

generar información sobre el efecto de los extractos de esta planta sobre tres hongos fitopatógenos.

Para la prueba contra patógenos se seleccionaron tres hongos importantes en agricultura: *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *M. phaseolina* y *C. gloeosporioides*. Los dos primeros son limitantes en la producción de fabáceas en la zona de los llanos venezolanos; *M. phaseolina*, además, afecta significativamente la producción de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). *C. gloeosporioides*, por otra parte, es un patógeno polífago con un amplio rango de adaptación climática, común en cultivos anuales y perennes, especialmente en frutales, donde causa importantes reducciones de la cosecha, como es el caso de parchita (*Passiflora edulis* Sims), guayaba (*Psidium guajava* L.) y fresa (*Fragaria x ananassa* (Weston) Duchense. *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* y *M. phaseolina* sobreviven en el suelo y son difíciles de controlar, por lo que constituyen objetos de investigación permanente. *C. gloeosporioides*, por otra parte, es un patógeno aéreo, diseminado principalmente por el viento. Su común aparición en los cultivos lo convierte también en problema de interés.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo de la planta bajo dos ambientes

Se utilizaron plantas provenientes del jardín de plantas medicinales del Postgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. En el experimento, se utilizaron esquejes terminales propagados en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad, con un sustrato preparado con suelo y cáscara de arroz en proporción 2:1. Se utilizó un cobertizo hecho con techo de láminas de fibra de vidrio transparentes. El día 25-8-2016, luego de un mes de crecimiento bajo el cobertizo (C), la mitad de las plantas (30) fueron trasladadas a espacio abierto y plena exposición solar (S). Los días 26, 27 y 28-8-2016 se midieron las condiciones de luminosidad en ambos ambientes, por triplicado a las 9:30 a.m., 12:30 y 3:30 p.m., utilizando un Medidor Dual de Radiación. Bajo cada ambiente las plantas fueron sometidas a tres condiciones de fertilización, utilizando la fórmula completa 15-15-15: 0, 5 y 10 g • planta⁻¹, siendo 0 g • planta⁻¹ el tratamiento testigo. Se usaron 10 plantas por tratamiento en cada ambiente. Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorizado con arreglo factorial 3 x 2. Los días 0 y 37 se evaluó la longitud del tallo principal, el número y la longitud de las ramas, y el día 45 se midió el espeso

de la lámina foliar, utilizando un vernier digital. Los datos fueron sometidos al análisis de varianzas y comparación de medias utilizando el programa Statistix, versión 8.0 (Analytical Software, 2003).

Determinación cualitativa y cuantitativa de metabolitos secundarios

A los 48 días luego de la propagación, se colectaron tres muestras de hojas por planta, de las cuales ocho correspondían al tratamiento testigo, en cada ambiente; el peso de las muestras varió de 50,1 a 247 g. Se cortó en trozos pequeños y se colocó en maceración en etanol (96 %) en proporción 2:1 p/v. Luego de 24 h de maceración, se separó el alcohol mediante destilación en un rotaevaporador. El extracto crudo resultante se sometió a la determinación cualitativa de los grupos de metabolitos secundarios (MS), siguiendo la metodología de Marcano y Hasegawa (2002); y para la cuantitativa se siguió el método de Vásquez *et al.* (2008).

Efecto in vitro sobre hongos fitopatógenos

Con extractos crudos (EE) obtenidos de las plantas expuestas a plena exposición solar, se llevó a cabo la prueba biológica con los hongos *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *M. phaseolina* y *C. gloeosporioides*, obtenidos de la colección del laboratorio de Micología del Programa de Fitopatología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. El EE fue diluido en medio agar papa dextrosa en las concentraciones de 0; 1; 2,5; 5 y 10 % (v/v) colocado en placas Petri de 55 mm de diámetro. Discos de micelio de los hongos fueron colocados en el centro de cada placa y estas fueron incubadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y 12 h de luz, por 3 a 10 días, según el hongo, hasta que el micelio en el tratamiento testigo alcanzó la orilla de la placa. Al final del ensayo se midió el diámetro del crecimiento micelial y se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento de cada tratamiento con respecto al testigo (0 %), utilizando la fórmula $Pi = [(dt - dT) \cdot dt^{-1}] \times 100$; donde Pi es el porcentaje de inhibición, dt es el diámetro de la colonia en el tratamiento testigo, y dT es el diámetro de la colonia el tratamiento prueba. Con estos datos se realizó el análisis de varianzas y la prueba de comparación de media, utilizando el programa Statistix, versión 8.0 (Analytical Software, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la planta bajo dos ambientes

Las lecturas de luminosidad mostraron reducciones importantes en el cobertizo con relación al ambiente

exterior (*Tabla 1*); las mismas estuvieron en el orden del 80 % en la mañana y en la tarde, y del 90 % al mediodía. Aunque estas lecturas se tomaron solo al inicio del experimento, reflejan una idea clara de las condiciones diferenciales de los dos ambientes en cuanto a la cantidad de luz recibida.

Se midió la longitud del tallo principal en los tres días de evaluación y se calculó la diferencia del crecimiento entre el primer y último día. El análisis de varianza de las diferencias de longitudes mostró que no se presentaron diferencias significativas entre los dos ambientes, ni entre las tres dosis de fertilización, tampoco para las interacciones (*Tabla 2*). En relación con la longitud de las ramas laterales, se observaron diferencias entre ambientes, tratamientos de fertilización y las interacciones, en las cuales los valores más altos se correspondieron con las plantas expuestas al sol; así mismo, puede observarse que las longitudes mayores de ramas las mostraron las plantas sin fertilización, y no hubo una respuesta proporcional al nivel de esta (*Tabla 2*).

Igualmente no se encontraron diferencias significativas entre los ambientes y los niveles de fertilización para el número de ramas (*Tabla 3*).

Los resultados del espesor de la lámina foliar indicaron que solo se presentaron diferencias entre los ambientes de crecimiento de las plantas, con mayor valor en las hojas de las plantas expuestas al sol (*Tabla 4*). Los diferentes niveles de fertilización no causaron efecto en esta variable; tampoco se observó en las interacciones.

La luminosidad tuvo efecto sobre la longitud de las ramas laterales y el espesor de la lámina foliar. Ya Freitas *et al.* (2014) habían observado un incremento del área foliar por efecto de la radiación solar en tres especies de *Plectranthus*, *P. amboinicus*, *P. barbatus* y *P. grandis*. Por su parte, Lima *et al.* (2017) también observaron que el número de hojas de *P. neochilus* se duplicó cuando las plantas fueron expuestas al sol; sin embargo, a diferencia de los resultados de Freitas *et al.* (2014), estos autores encontraron que el área foliar de las plantas bajo sombra fue mayor. Es obvio que las especies de *Plectranthus* pueden responder de manera diferente a la luminosidad.

El aumento de longitud de las ramas laterales de *P. ornatus* en el presente trabajo demostró el efecto inductor de la luz sobre las hormonas de la planta responsables de este proceso. Con respecto al grosor de la lámina foliar, su incremento por efecto de la luz fue

igualmente mencionado por Carrasco-Rios (2009) como un efecto directo de la radiación UV-B, atribuyéndoselo a un aumento de la pared celular como consecuencia de la inducción de síntesis de lignina y otros polifenoles.

Tabla 1. Cantidad de luz ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) promedio recibida en dos ambientes de crecimiento de plantas de *Plectranthus ornatus* durante el desarrollo de ensayo. Promedio de tres lecturas

Table 1. Average amount of light ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) received in two plant growth environments of *Plectranthus ornatus* during the test development. Average of three readings

Fecha	Ambiente	Hora del día		
		9:30 a.m.	12:30 p.m.	3:30 a.m.
26-8-2016	Cobertizo	69,7	143,7	76,3
	Exposición solar	313,3	1949,3	333,3
27-8-2016	Cobertizo	42,3	178,7	30,7
	Exposición solar	333,3	1980,0	320,3
28-8-2016	Cobertizo	69,3	158,4	58,3
	Exposición solar	644,0	1869,7	366,3

Tabla 2. Longitud del tallo principal y ramas laterales de plantas de *Plectranthus ornatus* crecidas bajo dos ambientes y sometidas a tres condiciones de fertilización

Table 2. Length of the main stem and lateral branches of *Plectranthus ornatus* plants grown under two environments and subjected to three fertilization conditions

Ambiente	Fertilización ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$)	Diferencias de longitud del tallo principal (mm) entre el primer y el último día	Longitud de ramas laterales (mm) *
Exposición solar	0	12,58	18,83 a
	5	10,89	10,98 c
	10	13,16	14,71 b
Cobertizo	0	10,98	5,41 d
	5	8,51	5,34 d
	10	12,19	5,44 d
C.V.		NS	46,53

* Promedios con las mismas letras no son diferentes. Means with the same letters are not significantly different.

CV: Coeficiente de variabilidad. Coefficient of variability

NS: Diferencias no significativas. Differences are not significant

Tabla 3. Número de ramas de plantas de *Plectranthus ornatus* crecidas bajo dos ambientes y sometidas a tres condiciones de fertilización

Table 3. Number of branches of *Plectranthus ornatus* plants grown under two environments and subjected to three fertilization conditions

Ambiente	Fertilización (g/planta)	Número de ramas (día 0)	Número de ramas (día 37)	Diferencia del número de ramas
Exposición solar	0	6,4	7,4	1,0
	5	5,8	9,9	4,1
	10	6,1	8,1	2,0
Cobertizo	0	6,4	10,1	3,7
	5	6,2	8,4	2,2
	10	6,8	10,4	3,6
Significancia		NS	NS	

NS: Diferencias no significativas. Differences are not significant.

Tabla 4. Espesor de la lámina foliar (mm) de plantas de *Plectranthus ornatus* crecidas bajo dos ambientes y sometidas a tres condiciones de fertilización
Table 4. Thickness of the leaf lamina (mm) of *Plectranthus ornatus* plants grown under two environments and subjected to three fertilization conditions

<i>Ambiente</i>	<i>Espesor lámina foliar (mm) *</i>	
Exposición solar	1,75 a	
Cobertizo	1,55 b	
<i>Fertilización (g/planta)</i>	<i>Espesor lámina foliar (mm)</i>	
10	1,67 a	
0	1,65 a	
5	1,63 a	
<i>Ambiente</i>	<i>Fertilización (g/planta)</i>	<i>Espesor lámina foliar (mm)</i>
Exposición solar	10	1,79 a
	0	1,74 a
	5	1,72 a
Cobertizo	0	1,57 a
	5	1,55 a
	10	1,54 a
C.V.		14,02

* Promedios con las mismas letras no son diferentes. Means with the same letters are not significantly different.

C.V.: Coeficiente de variabilidad. Coefficient of variability.

Determinación cualitativa y cuantitativa de metabolitos secundarios

La planta de *P. ornatus* no respondió a la fertilización, posiblemente debido a que los nutrientes del suelo utilizado para propagarla fueron suficientes para sostenerla durante el período del experimento. Por este motivo, los análisis de MS se realizaron sobre muestras de hojas de plantas del tratamiento testigo. Los alcaloides fueron más altos en las plantas bajo cobertizo que a exposición solar (Tabla 5), mientras que las antraquinonas, los fenoles y los flavonoides fueron ligeramente superiores en las segundas. Los aceites esenciales fueron determinados

de manera cualitativa mediante el olor característico y resultaron positivas en ambos ambientes.

Los diversidad y cantidad de metabolitos secundarios de las plantas son el resultado de la interacción de factores genéticos, ambientales y de manejo, como ha sido demostrado en cacao (Vázquez-Ovando *et al.*, 2016). Específicamente, la protección química, la adaptación a condiciones ambientales adversas, el ataque por herbívoros y microorganismos, la competencia por espacio de suelo, luz y nutrientes, entre especies de plantas, la exposición a la luz solar u otros tipos de estrés abiótico induce su síntesis activa (Sepúlveda-Jiménez *et al.*, 2003).

Tabla 5. Determinación cualitativa y cuantitativa de metabolitos secundarios en hijas de *Plectranthus ornatus* bajo dos ambientes de crecimiento de plantas en macetas*

Table 5. Qualitative and quantitative determination of secondary metabolites in daughters of *Plectranthus ornatus* under two plant growth environments in pots*

<i>Ambientes</i>	<i>Alcaloides (mg • g⁻¹)</i>	<i>Antraquinonas (mg • g⁻¹)</i>	<i>Fenoles totales (mg • g⁻¹)</i>	<i>Flavonoides (mg • g⁻¹)</i>	<i>Aceites esenciales</i>
Exposición solar	85,87 b	15,94 a	266,38 a	169,94 b	+
Cobertizo	126,94 a	13,56 b	226,50 b	202,38 a	+
C.V.	7,86	19,31	12,52	15,79	

* Promedios con las mismas letras no son diferentes. Means with the same letters are not significantly different.

C.V.: Coeficiente de variabilidad. Coefficient of variability.

Llama la atención, en el presente trabajo, que los alcaloides fueron superiores bajo cobertizo que a plena luz solar, fenómeno que merece ser estudiado. Sin embargo, Carrillo (2006) reportó que la luz puede causar aumento o disminución de la concentración de alcaloides, dependiendo del tipo de este y la especie de planta, lo cual ha sido estudiado en cultivos *in vitro* de algunas especies de plantas; así, por ejemplo, en callos de *Chelidonium majus* mantenidos en oscuridad se produjo mayor cantidad de alcaloides tipo bencilisquinolínico, mientras que en los de *Catharanthus roseus*, mantenidos bajo luz, produjeron mayor cantidad del tipo terpeno-indólicos, los cuales son considerados protectores de radiaciones UV. Es posible que con *P. ornatus* bajo cobertizo se esté induciendo algún tipo de alcaloides que no se produzcan bajo plena exposición.

Por otra parte, Carrasco-Rios (2009) atribuyó el aumento de los fenoles en plantas expuestas al sol como una respuesta adaptativa de estas a la radiación UV-B, acumulándose en las células epidermales, específicamente en los tricomas foliares.

Los esfuerzos de investigación en las determinaciones de metabolitos secundarios de las especies de *Plectranthus* han estado concentrados en los aceites esenciales. Estudios en Brasil han reportado como componentes mayoritarios de *P. ornatus* los compuestos fenólicos eugenol (22,9-38 %) y timol (14,1 %), los que, además han sido asociados con efectos antioxidantes y biocidas contra bacterias humanas (Galvão et al., 2013). En Portugal, aceites volátiles de la misma especie *P. ornatus* ha mostrado la presencia de Oct - 1 - en - 3 - ol (13-31 %), β -pinene (11-24 %), α -pinene (11-19 %), and β -caryophyllene (trazas-11 %). Además de estos compuestos monoterpénicos, se han estudiado los compuestos diterpénicos, responsables de los beneficios de usos etnobotánicos para el manejo de problemas gastrointestinales; entre estos compuestos el más común es la forkolina, al cual se le atribuye un amplio rango de propiedades farmacológicas (Rijo et al., 2013).

Efecto in vitro sobre hongos fitopatógenos

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las concentraciones del extracto, los hongos y las interacciones. Los tres hongos mostraron una inhibición total de su crecimiento con el extracto de *P. ornatus* a la concentración del 10 % (Tabla 6). Al disminuir la concentración al 5 %, el hongo más susceptible fue *C. gloeosporioides*, con una inhibición de casi el 88 % en su crecimiento micelial, seguido de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* con el 49 % de reducción. In-

cluso al 2,5 % de extracto, *C. gloeosporioides* continuaba siendo afectado en un 42 %; todas las otras concentraciones del extracto ocasionaron daños menores a los hongos (Tabla 6). El nivel de eficacia del extracto de *P. ornatus* es comparable con el encontrado con otros extractos, como por ejemplo, los de *Lantana camara* L. y *Heliotropium indicum* L. (Infante et al., 2015) puede ser una alternativa en ausencia de este último, o como un recurso de rotación. La alta efectividad contra *C. gloeosporioides* demuestra que puede ser un recurso aprovechable en el manejo de la antracnosis de varios cultivos; siendo un producto natural sería muy conveniente su utilización en frutales aplicado antes, durante y posterior a la cosecha, sin el riesgo de la contaminación que representan el uso de los productos sintéticos actualmente utilizados.

Así mismo, el impacto de la marchitez y la pudrición seca de las fabáceas, ocasionadas por *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* y *M. phaseolina*, respectivamente, podría ser reducido con el uso de los extractos de *P. ornatus*, enfermedades de limitado control con los productos actualmente utilizados.

Hasta donde tenemos conocimiento, no se ha evaluado el uso de los extractos de esta planta contra fitopatógenos, solo se ha estudiado en el control de bacterias humanas, donde ha demostrado efectividad contra bacterias Gram+ como *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*, utilizando extracto acetónico (Rijo et al., 2013).

CONCLUSIONES

- Las condiciones de luminosidad afectaron el crecimiento de las plantas de *Plectranthus ornatus*, induciendo una mejor respuesta a plena exposición solar, que permite un mayor desarrollo de follaje, lo cual es requerido para su explotación económica. Por otra parte, la luz influyó también en el contenido de metabolitos secundarios, estimuló la producción de fenoles, compuestos estos asociados con la efectividad. No todos los fitopatógenos poseen el mismo nivel de susceptibilidad a los extractos etanólicos de *P. ornatus*; *C. gloeosporioides* es particularmente el más afectado por el mismo.

RECONOCIMIENTO

Proyecto registrado en el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, bajo el código RAG-2015-023.

Tabla 6. Efecto del extracto etanólico de *Plectranthus ornatus* bajo tres concentraciones, sobre la inhibición del crecimiento *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* y *Macrophomina phaseolina* calculada con respecto al crecimiento de la colonia en el tratamiento testigo (0%)

Table 6. Effect of the ethanol extract of *Plectranthus ornatus*, under three concentrations, on the inhibition of *in vitro* growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* and *Macrophomina phaseolina* calculated with respect to colony growth in the control treatment (0%)

Concentración del extracto (%)	Inhibición del crecimiento micelial (%) *		
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	<i>M. phaseolina</i>
1	0,00 h	17,83 g	0,00 h
2,5	42,73 d	26,29 f	0,00 h
5	87,88 b	49,08 c	35,47 e
10	100 a	100 a	100 a

* Promedios con las mismas letras no son diferentes. Means with the same letters are not significantly different.

C.V.: Coeficiente de variabilidad. Coefficient of variability.

REFERENCIAS

- Carrasco Ríos, L. 2009. "Efecto de la radiación Ultravioleta-B en plantas", *Idesia* (Chile) 27(3): 59-76.
- Carrillo, M. 2006. "Regulación de la síntesis de alcaloides en cultivos *in vitro* de *Argemone mexicana*. Yucatán, México". Centro de Investigación Científica de Yucatán Tesis de Maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas.
- Freitas, M. A.; Amorim A.; Becerra A. M.; Pereira M. S.; Bessa M. C.; Nogueira Filho F. P.; Lacerda C. F. 2014. "Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação". *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, 16(4):839-849.
- Galvão, F.; Costa, J.; Fernandes, F.; Campos, A. 2013. "Study of the Interference between *Plectranthus* Species Essential Oils from Brazil and Aminoglycosides". *Evidence based complementary and alternative medicine: eCAM*. 24161. 10.1155/2013/724161. <https://www.researchgate.net/publication/236676229>. Consultada 23/6/2019.
- Infante, R.; Rodríguez, D.; Sanabria, M.; Ulacio, D. 2015. "Efecto del tiempo y la temperatura de almacenamiento en la actividad de extractos etanólicos de *Lantana camara* L. y *Heliotropium indicum* L. sobre *Colletotrichum gloeosporioides*". *Acta Agronomica*. 64(4):363-367.
- Lima, N. R.; Sodré G. A.; Lima H. R.; Paiva S. R.; Lobão A. Q.; Coutinho A. J. 2017. "Plasticidade fenotípica", *Rev. Ciência Elem.* 5(02):017. <http://doi.org/10.24927/rce2017.017>. Consultada 20/6/2018.
- Lukhoba, C. W.; Simmondsb, M. S.; Patonb A. J. 2006. "*Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses". *Journal of Ethnopharmacology* 103:1-24.
- Matusalén, J. 2016. "Perfil fitoquímico y estudio de la toxicidad aguda y actividad analgésica del extracto acuoso liofilizado de las hojas secas de la especie *Plectranthus neochilus* Schltr (Lamiaceae)". Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Trabajo especial de grado para Licenciatura en Química, 174 p.
- Marcano, D.; Hasegawa, M. 2002. *Fitoquímica Orgánica*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela. Ed. Torino, 588 p.
- Ortiz, F.; Rodríguez, D.; Sanabria, M.; Pineda, J. 2016. "Manejo del tizón tardío del celery (*Apium graveolens* L. var. Dulce) usando extractos vegetales bajo condiciones controladas". *Bioagro* 28(2):87-94.
- Rijo, P.; Faustino, C.; Simões, M. F. 2013. "Antimicrobial natural products from *Plectranthus* plants. Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education" (A. Méndez-Vilas, Ed.) FORMATEX doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>. Consultada 15/05/2018.
- Sepúlveda-Jiménez, G.; Porta-Ducoin, H.; Rocha-Sosa, M. 2003. "La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas". *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3):355-363.
- Vásquez, C.; Aponte, O.; Morales J.; Sanabria M. E.; García, G. 2008. "Biological studies of *Oligonichus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars". *Exp. Appl. Acarol.* 45:59-69.
- Vázquez-Ovando A.; Ovando-Medina, I.; Adriano-Anaya, L.; Betancur-Ancona, D.; Salvador-Figueroa, M. 2016. "Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma". *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. 66(3):239-254.
- Villa-Martínez, A.; Pérez-Leal R.; Morales-Morales H. A.; Basurto-Sotelo M.; Soto-Parra J. M.; Martínez-Escudero, E. 2015. "Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales". *Acta Agronómica*. 64 (2):194-205. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>. Consultada 15/5/2018.