

## Control de fusariosis en cultivos de heliconias por métodos no convencionales

### Fusariosis control in heliconia's crops by unconventional methods

Julio César Ramírez<sup>1</sup>, Celina Torres-González<sup>1</sup>, Jaime Ernesto Díaz-Ortiz<sup>2</sup>, Jezir Valencia Gómez<sup>1</sup>

#### Resumen

**Introducción:** La marchitez foliar o fusariosis ocasiona en los cultivos de las heliconias y plantas afines, pérdidas económicas, incremento de costos de producción y cierre de mercados internacionales.

**Objetivo:** Identificar métodos de control no convencionales que sean eficientes y que minimicen los daños en los cultivos.

**Materiales y métodos:** Como productos de control se utilizaron dos fungicidas comerciales y un extracto vegetal, que se aplicaron a muestras de *Heliconia* con síntomas de enfermedades fúngicas. Los organismos identificados se evaluaron bajo tres concentraciones diferentes de PD-1000, Benomyl, extracto de *Swinglea glutinosa* y un control, a nivel de laboratorio en medio PDA.

**Resultados:** Se identificaron hongos del género *Fusarium* como agentes causales de las enfermedades observadas. **Conclusiones:** Las pruebas de laboratorio indicaron que en orden de efectividad en el control del patógeno, el mejor comportamiento se presentó con el producto Benomyl, a continuación PD-1000 y por último la *Swinglea glutinosa* que no presentó efectos inhibitorios sobre el patógeno.

**Palabras clave:** Enfermedades fúngicas, organismos patógenos, *Swinglea glutinosa*.

#### Abstract

**Introduction:** *Fusarium* wilt causes leaves or in the culture of the *Heliconia* plant and related economic losses, increased production costs and closure of international markets.

**Objective:** It is therefore necessary to identify unconventional control methods that are highly efficient and minimize the damage to crops.

**Materials and methods:** As control products are used commercial fungicides and a plant extract, which were applied to samples of *Heliconia* with symptoms of fungal diseases. The organisms identified were evaluated under three different concentrations of PD-1000, Benomyl, *Swinglea glutinosa* extract and a control laboratory at the PDA medium.

**Results:** We identified *Fusarium* fungi as causal agents of diseases observed.

**Conclusions:** Laboratory tests indicated that, in order of effectiveness in controlling the pathogen, the best performance came with the product Benomyl, then PD-1000 and finally *Swinglea glutinosa* who did not presented inhibitory effects on the pathogen.

**Keywords:** Fungal diseases, Pathogenic organisms, *Swinglea glutinosa*.

#### Introducción

Colombia, con una participación del 10% del mercado mundial de flores, cultiva más de 50 tipos de especies diferentes, concentrando 92% de la producción en la Sabana de Bogotá y 8% en los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca; 95% de la producción se destina a la exportación, con participaciones del 6,2% en Estados Unidos y 2% en la Unión Europea, respectivamente,

sobre el valor exportado (Atehortúa, 1988). Actualmente las exportaciones de flores exóticas, en particular de heliconias, son aproximadamente de 30.000 tallos al año (Proexport, 2007).

La familia Heliconiaceae representada sólo por el género *Heliconia*, posee aproximadamente 400 especies, 98% de ellas distribuidas en Centro y Sudamérica y en el Caribe (Maza & Builes, 2000). El 99% de las 250 especies del género

<sup>1</sup> Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

e-mail: [julio.ramirez@correounivalle.edu.co](mailto:julio.ramirez@correounivalle.edu.co) [celina.torres@correounivalle.edu.co](mailto:celina.torres@correounivalle.edu.co)

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y el Ambiente, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

e-mail: [jaimediaz@correounivalle.edu.co](mailto:jaimediaz@correounivalle.edu.co)

Fecha de recibido: Octubre 1, 2013

Fecha de aprobación: Noviembre 2, 2013

DOI: <http://dx.doi.org/10.18636/riutch.v33i1%20Ene-Jun.413>

*Heliconia* que han sido descritas, se encuentran distribuidas en Colombia, siendo 48% endémicas, lo cual posiciona al país como el mayor centro de diversidad de este género en el mundo (Abalo & Morales, 1982). Regionalmente, 35% se localiza en la parte Andina, 30% en la zona Pacífica, 10% en la zona Caribe y 25% en la Amazonía-Orinoquía (Kress *et al.*, 1999).

El grupo de plantas pertenecientes a la familia Heliconiaceae, antes se encontraba ubicado en la familia Musaceae (plátano y banano) (Betancur & Kress, 1993). Barnes (1991) propuso un sistema de clasificación en subgéneros y secciones, basado en características morfológicas, ecológicas y genéticas. La planta se caracteriza por su carácter monofilético, porque sus especies comparten una combinación de caracteres particulares y diferentes (Kress *et al.*, 1999). Las heliconias son plantas herbáceas perennes de altura variable entre 70 cm y 10 m, el pecíolo presenta diferentes colores desde el verde hasta el blanco (Berry & Kress, 1991).

Patógenos como *Colletotrichum gloeosporioides* inciden en la calidad de la planta, afectando las brácteas, sobre todo en *Wagneriana amarilla* y en *Fucsias*, cuando se encuentran malnutridas. Entre las enfermedades vasculares con mayor perjuicio económico se presenta la fusariosis o marchitez, que afecta el tejido foliar y las inflorescencias y es causada por especímenes pertenecientes al género *Fusarium* (Murillo, 1997), que se identifican por su alta variabilidad genética asociada con las zonas agro-ecológicas. El hongo puede vivir de materia orgánica, como patógeno en plantas o permanecer latente en el suelo por mucho tiempo debido a su capacidad de producir clamidosporas (Madriz *et al.*, 1989).

Los síntomas de esta enfermedad se expresan por amarillamiento progresivo y marchitez en las hojas que en estados más avanzados aparece en el raquis de las mismas. Con la muerte de la

planta, el hongo se retira del xilema y forma clamidosporas que pueden sobrevivir hasta 30 años en el suelo, colonizando otras especies afines que permanecen asintomáticas (Castaño & del Río 1994). Independientemente del uso de cultivares resistentes, existen recomendaciones de carácter agronómico que facilitan su cultivo y una muy particular relacionada con el grado de acidez del suelo (Escalona *et al.*, 1992).

Aparte de los esterilizadores de suelos, el control químico, la rotación de cultivos y otras técnicas, no han sido efectivas en el control de la marchitez por *Fusarium* sp. Existen productos llamados “Activadores de resistencia sistémica” que han tenido resultados promisorios al controlar enfermedades similares. Igualmente se encuentran bio-fungicidas, a base de hongos y bacterias antagonistas al género *Fusarium*, entre ellos el *Trichoderma* sp., del cual existen varias marcas comerciales (Ploetz, 1994).

Rivera *et al.* (2004), analizaron el efecto antagonístico de dos extractos vegetales, *Lantana camara* y *Melia azederach* encontrando efectos positivos en el control de *Fusarium* sp. Reportes con distintos extractos vegetales y bacterias son mostrados por Escalona *et al.* (1992) y Castellanos (2005), quienes controlaron con extracto de *Swinglea glutinosa* la antracnosis del frijol, el mildew polvoso en rosas y roya en café causada por *Colletotrichum lindemuthianum*.

El crecimiento de la actividad floricultora en Colombia ha permitido generar beneficios económicos importantes para el país como fuente de generación de divisas. Para la producción masiva de individuos de la familia Heliconiaceae, se debe incrementar la información sobre el manejo de plagas y enfermedades en este tipo de cultivos y evaluar métodos convencionales y no convencionales para el control de hongos pertenecientes al género *Fusarium* sp., con el fin de mejorar la competitividad en los mercados internacionales.

La investigación consistió en analizar el comportamiento de *Fusarium* sp. *in vitro* a diferentes concentraciones de dos fungicidas comerciales y un extracto vegetal con el fin de determinar cuál de los tratamientos empleados presentaba mayor eficacia en la inhibición del crecimiento del hongo.

### Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Centro de Educación Ambiental y Desarrollo Agroecoturístico Parque Nacional de las Heliconias (6.5 ha), en la vereda Los Limones, municipio de Caicedonia, ubicada en la zona nororiental del departamento del Valle del Cauca, Colombia; cuenta con una temperatura promedio de 23°C y una altura que oscila entre los 1050 y los 2200 msnm. Allí se encuentran cerca de 160 variedades de heliconias y flores tropicales. El tamaño de la parcela de cada variedad a estudiar fue de 88 m<sup>2</sup>, cada una con aproximadamente 22 individuos.

En la fase de campo se realizaron evaluaciones en los diferentes clones definiendo severidad e incidencia de la enfermedad y signos observados y se tomaron muestras de órganos que presentaban síntomas o daños por la enfermedad, que fueron almacenadas en bolsas herméticamente selladas y transportadas al laboratorio de fitopatología de la Universidad del Valle, Cali, Colombia, para su análisis microscópico. Para evaluar la severidad se utilizó la escala propuesta por Rupe (1995). La cuantificación del porcentaje de incidencia de los síntomas observados se realizó con un método extractivo, seleccionando 3 plantas al azar de cada parcela y de cada una de ellas tomando tres hojas y el mismo número de inflorescencias con síntomas de la enfermedad. Las plantas seleccionadas se evaluaron en dos ocasiones con un tiempo entre ellas de 60 días.

La evaluación en el laboratorio de los tejidos vegetales con síntomas de la enfermedad, per-

mitió detallar los daños más frecuentes que correspondieron a manchas, necrosis terminal, taponamiento vascular, pudrición y crecimiento anormal. Luego se realizaron cortes de tejido afectado que se lavaron con agua destilada para eliminar residuos. Se cortaron muestras de aproximadamente 5 mm que correspondieran a tejido enfermo y sano, que fueron inmersas durante 30 segundos en alcohol al 96%; después en hipoclorito de sodio (NaCl) al 0.5% por dos minutos y por último se transfirieron a caja de Petri con ADE por 30 segundos para eliminar los residuos (el procedimiento se repitió tres veces). Las muestras secadas en papel toalla estéril se sembraron en cajas de Petri con PDA acidificado. Las cajas se llevaron a incubadora a 28°C, realizando descripciones morfológicas con intervalos de un día al aparecer las primeras colonias (3 a 5 días).

Cuando el hongo alcanzó 2 cm se sembró en papa dextrosa agar (PDA) con el fin de obtener cultivos puros del patógeno. Para realizar pruebas de patogenicidad se inocularon 30 plantas de *Heliconia* totalmente sanas con cada uno de los microorganismo encontrados pertenecientes al género *Fusarium* sp., a las cuales se les realizó un seguimiento estricto cada 24 horas para verificar la presencia de síntomas similares a las observadas en campo.

Las respectivas inoculaciones de los microorganismos se efectuaron utilizando dos métodos: punción del inóculo directamente a los conductos vasculares (tallo y nervadura de las hojas) y cortes transversales en tallo y hojas.

Se realizaron montajes directos tomando un trozo de hongo purificado (micelio y/o esporas) con la técnica de cinta adhesiva adicionándole azul de lactofenol, ubicándola sobre un portaobjetos y luego observando bajo el microscopio. Se realizó una identificación y descripción morfológica de las estructuras reproductivas y el tipo de micelio

observadas en la placa. La reconfirmación del hongo fue fundamentada en claves morfológicas que tuvieron en cuenta, características macroscópicas (color del anverso y reverso, textura, crecimiento) y microscópicas (tipo de hifas, conidióforos y tipo de esporas).

La especie vegetal utilizada para la obtención del extracto fue *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr, conocida comúnmente como “limón africano”. Se seleccionó por su composición rica en alcaloides, triptenos, limonenos, crómanos, cumarinas y flavonoides. Su follaje se secó durante 20 días a condiciones ambientales (sombra y T <40°C) y posteriormente se trituró. Se extrajo el extracto con un equipo Soxhlet, empleando como solvente alcohol al 96%.

Para evaluar *in vitro* la capacidad de control del *Fusarium* sp., se utilizaron tres tratamientos: un producto de origen químico (T1-Benomyl), un producto de origen biológico (T2-PD 1000) y un producto de origen vegetal (T3-extracto de *Swinglea glutinosa*).

PD 1000 es un producto natural de base proteica y origen vegetal, biodegradable, compuesto por microorganismos del suelo, combinado con vitamina C. Es una sustancia regulada por EPA. El Benomyl cuyo ingrediente activo es metil-1-(butilcarbamil)-2-bencimidazolcarbamato, es comercializado en forma de polvo mojable al 50%.

Para cada tratamiento (T) se realizaron tres concentraciones diferentes: (LD<sub>1</sub>) y un control por tratamiento. Cada concentración se replicó tres

veces. Se prepararon medios en PDA, distribuyendo los distintos tratamientos, concentraciones y repeticiones en cajas de Petri cuya distribución se presenta en la Tabla 1.

Los medios con Benomyl y PD 1000 se prepararon con base en la dosis normal recomendada a nivel comercial (LD50), el tratamiento LD 25, la mitad de la dosis normal recomendada, y el tratamiento LD 100, el doble de la dosis normal recomendada. En el caso de la preparación de los medios con el extracto vegetal acuoso de *S. glutinosa*, se siguió el protocolo descrito por Castellanos (2005).

### Resultados y discusión

Al analizar la severidad de síntomas observados en campo de los diferentes cultivares se encontró que 85% de las plantas seleccionadas estaban afectadas en un 100% por la enfermedad. El aislamiento de los diferentes microorganismos provenientes del material afectado (hoja, tallo y flor) y posterior identificación morfológica, reportó 4 especies pertenecientes al género *Fusarium* sp. (Figura 1), como principales causantes de la enfermedad.

Después de 21 días de inocular estos microorganismos en plantas de heliconias totalmente sanas que estaban en invernadero, se presentaron síntomas de la enfermedad, similares a los observados en campo (Figura 2) confirmándose de esta forma que los hongos aislados son los causantes de la marchitez en cultivares de la familia Heliconiaceae. Al realizar el sembrado de los hongos



Figura 1. Hongos del género *Fusarium* sp., aislados del material infectado.

**Tabla 1. Distribución de las cajas Petri con medio PDA a diferentes concentraciones de cada producto para la evaluación de los hongos patógenos**

Producto concentración	Benomyl (T1)	PD-1000 (T2)	Swinglea glutinosa (T3)
LD-25	3	3	3
LD-50	3	3	3
LD-100	3	3	3
Control	3	3	3

**Tabla 2. Crecimiento de las especies de hongos (4) en medios PDA con Benomyl (T1)**

Concentración	Crecimiento de <i>Fusarium</i> sp. (mm)											
	Sp. 1			Sp. 2			Sp. 3			Sp. 4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
LD-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LD-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LD-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85



**Figura 2.** Síntomas observados en la prueba de patogenicidad realizadas en el invernadero.

*Fusarium* sp., en cada uno de los tratamientos (T1, T2, T3), después de 21 días de la siembra se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el tratamiento 1 (Benomil), se observó un control total de patógenos, lo cual lo convierte en el método más efectivo para el control de la enfermedad, aún en el tratamiento de menor concentración (LD 25), pero este producto es poco recomendable porque es altamente tóxico (Tabla 2). Además por sus propiedades hidrofóbicas o anfipáticas, puede ocasionar rompimiento o lisis por unión y por destrucción de la membrana externa de los hongos patógenos (Georgopapa-

dakou & Walsh 1996).

Con respecto al tratamiento 2 (PD-1000), para *Fusarium* sp. 1 y *Fusarium* sp. 2, el análisis de varianza indicó que existen diferencias altamente significativas entre las concentraciones utilizadas ( $p < 0.00001$ ), mostrando que las concentraciones más efectivas correspondieron a las dosis normal (LD 50) y al doble de la misma (LD 100). El análisis post anova (Tukey) determinó que la concentración normal es muy efectiva en el control del crecimiento del hongo ( $p = 0.00023$ ). Las diferencias en el crecimiento se observan en las Figuras 3 y 4.

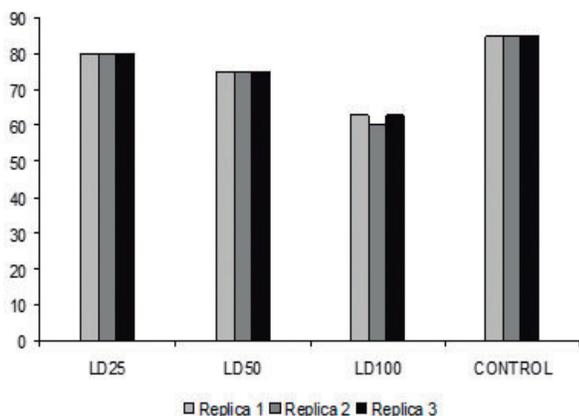


Figura 3. Crecimiento (mm) de *Fusarium sp. 1* en PD-1000.

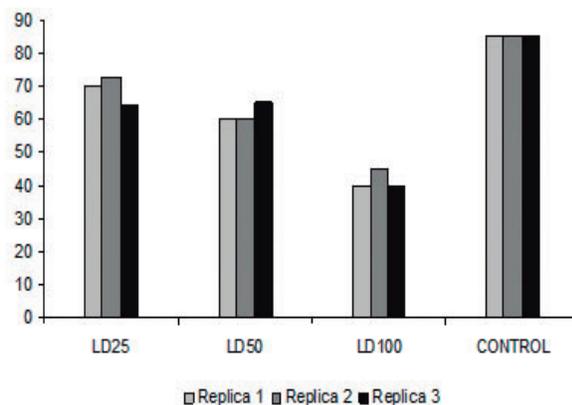


Figura 4. Crecimiento (mm) *Fusarium sp. 2* en PD-1000.

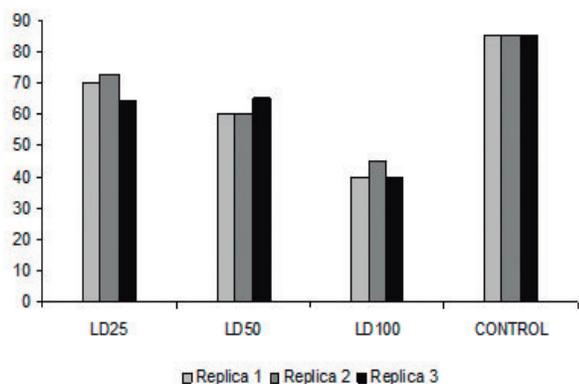


Figura 5. Crecimiento (mm) *Fusarium sp. 3* en PD-1000.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indicó que para *Fusarium sp. 3*, los resultados no presentaron una distribución normal. El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis arrojó diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0.0390$ ). El test de Nemenyi, reveló que solo la concentración correspondiente al doble de la dosis normal (LD 100) presentaba diferencias significativas frente a las demás ( $p<0.05$ ) (Figura 5).

Para *Fusarium sp. 4*, se determinó que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0.000176$ ). Según Tukey, la concentración LD 100 presentó mayor efectividad en el control del patógeno, sin embargo no se detectaron diferencias significativas entre los niveles de crecimiento bajo las concentraciones LD 50 y LD 100, lo que demuestra que el tratamiento LD 50 es suficiente y efectivo para el control del patógeno (Figura 6).

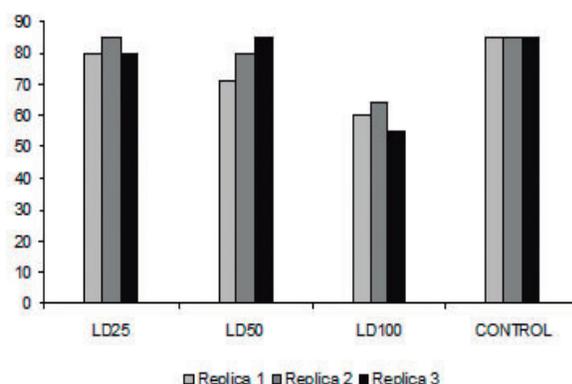
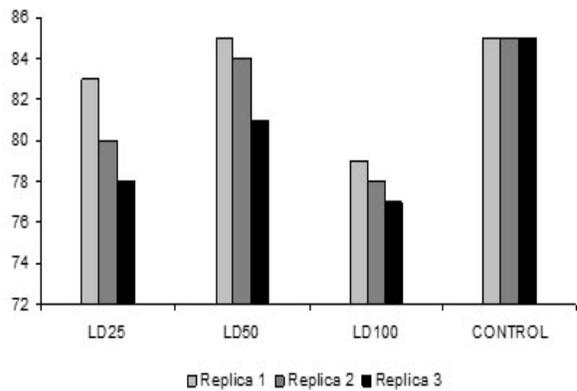


Figura 6. Crecimiento (mm) *Fusarium sp. 4* en PD-1000.

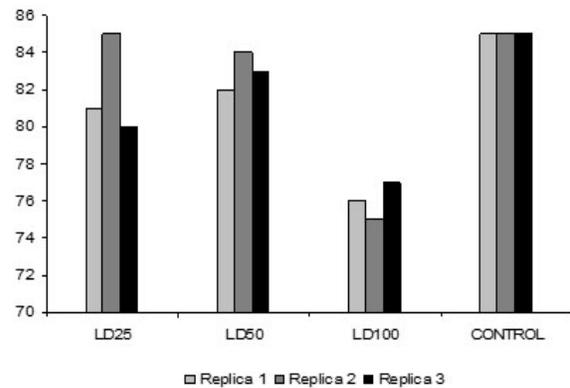
El efecto inhibitorio presentado en el crecimiento de los hongos con algunas concentraciones de PD-1000, puede obedecer a una disminución del pH en el medio de cultivo ocasionado por el ácido ascórbico presente en la composición del producto, afectando las condiciones de crecimiento óptimo del hongo.

Por tal motivo, es razonable suponer que la variación de pH puede tener un efecto sobre la velocidad del crecimiento de los hongos de tal forma que la utilización periódica de este producto podría garantizar el control de la enfermedad en las plantas.

Para el tratamiento 3 (extracto de *Swinglea glutinosa*) en *Fusarium sp. 1*, la prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que el crecimiento del hongo presentó una distribución normal.



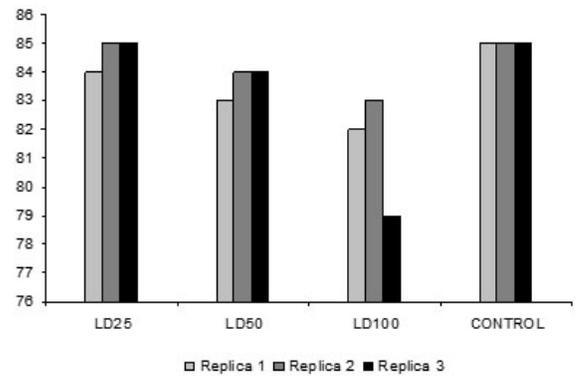
**Figura 7.** Crecimiento (mm) *Fusarium* sp. 2 en *Swinglea glutinosa*.



**Figura 9.** Crecimiento (mm) *Fusarium* sp. 4 en *Swinglea glutinosa*.

Un análisis de varianza, reveló que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos es decir, que este producto a base de extracto acuoso de *Swinglea glutinosa* carece de actividad anti-fúngica, en este caso en particular.

Con los datos obtenidos de crecimiento en *Fusarium* sp. 2, sp. 3, y sp. 4 (distribución normal según Kolmogorov-Smirnov), el análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, observándose en los cuatro hongos, que el tratamiento que causó mayor efecto en el crecimiento de estos, fue el tratamiento LD 100 según análisis *post-hoc* Tukey ( $p=0.001344$ ,  $p=0.000548$ ,  $p=0.016412$ , respectivamente, en comparación con el control). Sin embargo, la diferencia mínima en los tratamientos evaluados en el crecimiento del hongo muestra que este producto no tiene un



**Figura 8.** Crecimiento (mm) *Fusarium* sp. 3 en *Swinglea glutinosa*.

carácter definitivo en la actividad inhibitoria de crecimiento (Figuras 7, 8 y 9). Aunque las plantas tienen la capacidad de producir y almacenar diferentes cantidades de metabolitos secundarios antimicrobianos, las propiedades de estos compuestos pueden variar de acuerdo con el entorno del organismo productor (Fern & Jones 2003).

Los estudios realizados para evaluar la actividad biológica positiva de metabolitos secundarios señalan que la probabilidad de éxito es muy baja. La compañía Dupont estima que solo 0.005% de compuestos antifúngicos evaluados terminan en un producto comercial (Jones & Fern 1991).

En este estudio, el extracto etanólico de la especie vegetal no presentó una actividad biológica definitiva sobre el crecimiento de representantes del género *Fusarium* sp.; sin embargo, la pequeña diferencia en el crecimiento observada entre los tratamientos de *S. glutinosa* y el control, posiblemente se pudo producir debido a la disminución en la concentración de nutrientes por la presencia del extracto.

Las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y el test de Nemenyi, para comparar la existencia de diferencias significativas en el control de patógenos entre el testigo y los productos (PD-1000, *Swinglea glutinosa* y Benomyl), revelaron que existían diferencias significativas principalmente entre el Benomyl y el extracto vegetal (con un

nivel de significancia de 0.01). El análisis anterior se confirmó al observar que el extracto vegetal no presentó efectos inhibitorios, confirmando que el producto químico fue el más efectivo para el control del patógeno seguido del PD-1000 con un nivel de significancia de 0.05 en comparación con el extracto vegetal.

### Conclusiones

- Para todos los tratamientos el producto químico Benomyl mostró efectividad para el control del crecimiento de *Fusarium* sp.
- El producto PD-1000 presentó un control moderado del crecimiento del *Fusarium* spp., debido a que provoca una acidificación del medio donde se desarrolla el patógeno, afectando el crecimiento normal del hongo.
- Una utilización periódica del producto PD-1000 garantizaría la efectividad inhibitoria y una disminución en la severidad e incidencia del patógeno dentro del cultivo, evitando así el uso de productos químicos.
- De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda la utilización de concentraciones más elevadas del producto PD-1000 para alcanzar un nivel inhibitorio del crecimiento mucho más eficaz.
- Aunque el Benomyl fue el tratamiento que mejor se comportó frente al control del patógeno, se recomienda buscar alternativas biológicas más amigables con el ambiente.
- El extracto vegetal de *Swinglea glutinosa* evaluado no mostró inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

### Literatura citada

Abalo J, Morales L. 1982. Veinticinco heliconias nuevas de Colombia. *Phytology*. 51 (1): 1-61.  
Atehortúa L. 1988. *Aves del paraíso, Gingers, Heliconias*. Bogotá: Ed. Hortitecnia Ltda; 66 pp.  
Barnes S. 1991. *Heliconia* (Heliconiaceae): a bibliography.

*HSI Bull.* 5 (3-4): 1-61.  
Berry F, Kress W. 1991. *Heliconia*: an identification guide. Washington, DC: Smithsonian Institution; 337 pp.  
Betancur J, Krebs W. 1993. *Distribución natural de heliconias en Colombia*. En: Memorias del primer seminario nacional de heliconias y plantas afines. Manizales; 35-50 pp.  
Castellanos G. 2005. *Biofungicida a base de extracto vegetal de Swinglea glutinosa en el control del Mildeo polvoso en frijol*. Palmira: CIAT.  
Castaño J, Del Río ML. 1994. *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Tegucigalpa: Zamorano Academic Press; 290 pp.  
Escalona F, Maciel N, Renaud J. 1992. *Un manchado de las inflorescencias de heliconias* (Trabajo de grado). Barquisimeto: Escuela de Agronomía, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado; 182 pp.  
Georgopapadakou N, Walsh T. 1996. Antifungal agents: chemotherapeutic targets and immunologic strategies. *Antimicrob Agents Chemother.* 40: 279-91.  
Jones CG, Fern RD. 1991. On the evolution of plant secondary chemical diversity. *Philosophic Transact Royal Soc London. Series B* 333: 273-80.  
Kress WJ, Betancur J, Echeverri B. 1999. *Heliconias llamaradas de la selva colombiana*. Bogotá: Cristina Uribe Editores; 191 pp.  
Madriz R, Noguera R, Smith G. 1989. Patógenos foliares en *Heliconia psittacorum* L. *Fitopatol Venezol.* 2: 61.  
Fern RD, Jones CG. 2003. Natural products. A simple model to explain chemical diversity. *Nat Prod Reports.* 20 (3): 382-91.  
Maza V, Builes J. 2000. *Heliconias de Antioquia guía de identificación y cultivo*. Medellín: Universidad de Antioquia.  
Murillo G. 1997. *Memorias del primer simposio internacional de cultivo y comercialización de heliconias EXPOFLORA*. Armenia, Colombia.  
Ploetz RC. 1994. *Fusarium* wilt (Panamá disease). En: *Compendium of tropical diseases*. APS: 10-11.  
PROEXPORT. 2007. *Exportaciones de Colombia*. 58 pp.  
Rivera MM, Hechevarría I, Carballo C, Reyes M. Posibilidades de control de enfermedades a partir de productos naturales y controles biológicos en las plantas medicinales. *Rev Cubana Plant Med.* 9 (3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962004000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000300007)  
Rupe JC. 1995. Effect of plant age, maturity group, and the environment on disease progress of sudden death syndrome of soybean. *Plant Dis.* 79: 139-43.