

PÉREZ ARBELAEZIA

Nº 19 - Diciembre de 2008

ISSN 0120-7717



Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1896 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELAEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



Alcalde Mayor de Bogotá, D.C.
Samuel Moreno Rojas

Jardín Botánico de Bogotá «José Celestino Mutis».

Junta Directiva

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente

Carlos Ossa Escobar
Rector - Universidad Distrital
Francisco José de Caldas

Tomás León Sicard
Director - Instituto de Estudios Ambientales, IDEA. Universidad Nacional de Colombia

Germán Galindo Hernández
Fundación Humedal La Conejera

Ángel Guarnizo Vásquez
Coordinador Unidad de Turismo de Naturaleza – Instituto de Turismo de Bogotá

Eugenia Ponce de León Chaux
Directora General - Instituto Alexander von Humboldt

Comité Directivo

Herman Martínez Gómez
Director Jardín Botánico

Julio César Pulido Puerto
Secretario General (E)

Eduardo Villegas Flórez
Subdirector Científico

Frank Leonardo Hernández Ávila
Subdirector Educativo y Cultural

Federico de Jesús Bula Gutiérrez
Subdirector Técnico y Operativo

Hugo Alejandro Sánchez Hernández
Jefe Oficina Asesor Jurídico

Julio César Pulido Puerto
Jefe Oficina de Planeación

Francisco Bocanegra Polanía
Jefe Oficina de Arborización

Amparo Morales Amador
Jefe Oficina de Control Interno

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 19 - Diciembre de 2008

Publicación Anual

PÉREZ ARBELAEZIA © 2008 - ISSN 0120-7717

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial Jardín Botánico

La edición de las publicaciones del Jardín Botánico de Bogotá se realiza de manera participativa ascendente a través de Comités Operativos integrados por interlocutores válidos de cada subdirección y dependencia, la coordinación editorial, la firma editora externa y el nivel directivo de la entidad, que conforman el comité editorial.

En la planeación, compilación, coordinación y edición de esta revista participaron por parte del Comité Operativo Interno de la Subdirección Científica:

Johanna Katherine Bernal Sotelo
Vilma Isabel Jaimes Sánchez
Pamela Tatiana Zúñiga Upegui
Eduardo Villegas Flórez

Investigadora
Investigadora
Investigadora
Subdirector Científico

Comité Editorial Honorario

Santiago Madriñán Restrepo

Profesor. Departamento de Ciencias
Biológicas

Universidad de los Andes

Hernán Mauricio Romero

Profesor. Departamento de Biología

Universidad Nacional de Colombia

Profesor - Investigador

Andrés Etter Rothlisberger

Departamento de Biología y Territorio
Universidad Javeriana

Director revista Pérez Arbelaezia

Eduardo Villegas Flórez

Subdirector Científico

Coordinación general editorial Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

Litta Buitrago Sandoval

Editora

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

• Corrección de rigor científico:

Martha Yaneth Vallejo

Germán Ignacio Andrade Pérez

• Corrección de estilo:

Juan Carlos Gómez Amaya

• Diseño y diagramación:

Bibiana Andrea Alturo M.

Jovana Angélica Noguera V.

Impresión

Imprenta Nacional de Colombia.

Ilustración carátula

Mutisia clematis L. Lámina Expedición Botánica.

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente. Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075 www.jbb.gov.co



Grupo de Árbitros

Camilo Cárdenas	Docente – Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Carlos A. Devia C.	Docente – Investigador	Departamento de Ecología Pontificia Universidad Javeriana
César Ruíz	Investigador	Conservación Internacional
Eduardo Behrentz	Director	Centro de estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional – Universidad de los Andes
Jeroen Pascal	Consultor	Internacional Royal Haskoning
Jorge Jácome	Profesor Asistente	Departamento de Biología Pontificia Universidad Javeriana
José Hipólito Isaza	Docente	Departamento de Química Universidad del Valle
José Ignacio Barrera	Coordinador	Escuela de Restauración Ecológica Pontificia Universidad Javeriana
Luis David Gómez	Coordinador	Prácticas Estudiantiles Pontificia Universidad Javeriana
María Soledad Hernández	Investigadora	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi
Nancy Isabel Castillo	Docente - Investigadora	Laboratorio Agroambiente 2015
Luis Guillermo Baptiste	Subdirector	Instituto Alexander von Humboldt
Orlando Rangel	Docente – Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Roxana Yockteng	Profesora asociada	Departamento Sistemático de Evolución Museo Nacional de Historia Natural
Willian Fernando Castrillón	Docente	Universidad Distrital Francisco José de Caldas

CONTENIDO

Presentación.....	10
Reflexiones en torno a la Educación Ambiental en Bogotá a partir de la implementación de Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA, en siete quebradas del Distrito Capital. Alexander Delgado/Luisa Galindo/Luz Marina Buitrago/Néstor Céspedes/Edna Margarita Vargas/Maritzá Suárez/Edwin Ussa	15
Aspectos ambientales y paleoambientales de los enclaves secos y el caso particular del valle del Checua (Nemocón, Colombia). Thomas van der Hammen.....	35
Modelo de distribución potencial de <i>Condalia thomasi</i> (Rhamnaceae), especie endémica del valle del río Checua, Sabana de Bogotá, Colombia. Catalina Giraldo P./Carolina Alcázar Caicedo.....	49
Ensayo experimental con microorganismos benéficos y su potencial uso en la implementación de los proyectos de restauración ecológica en el Distrito Capital. Claudia Cristina Rojas Marulanda.....	71
Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo. Sandra Pilar Cortés Sánchez.....	85
Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. Camilo A. Correa Ayram.....	115
Eficacia de dos hongos entomopatógenos para el control de <i>Pseudococcus</i> spp. Raúl H. Posada Almanza/Lermen Forigua Acosta	141
Análisis y selección de diferentes métodos para eliminar las saponinas en dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. Diana C. Corzo Barragán.....	153

Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y aceites esenciales de las especies vegetales <i>Valeriana pilosa</i> , <i>Hesperomeles ferruginea</i> , <i>Myrcianthes rhopaloides</i> y <i>Passiflora manicata</i> frente a microorganismos patógenos.	
Andrea J. Lizcano Ramón/María E. Torres Cárcamo/Jenny L. Vergara González.....	163
Vegetación potencial en la cuenca media del río Tunjuelo y procesos de cambio en la cobertura vegetal, otro enfoque metodológico para un análisis multitemporal.	
Sandra Pilar Cortés Sánchez.....	189
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	205

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

Desde 1985 la revista *Pérez Arbelaez* ha sido el medio a través del cual el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis presenta los resultados de las investigaciones realizadas por el equipo de científicos dedicados al conocimiento de los ecosistemas altoandinos y sus componentes, así como las de investigadores y entidades afines con el fin de aportar en el cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.

En esta oportunidad, en cumplimiento a los objetivos «Fortalecer los cambios de actitud de la población frente a la valoración, uso y conservación de la flora» y «Aumentar las áreas donde se apliquen estrategias de conservación de la flora de bosque Andino y páramo» se publica el artículo resultado del convenio interadministrativo entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, sobre la aplicación de la metodología Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA, entendidos como *espacios dentro de un territorio compuesto por elementos geográficos, biológicos y sociales que interactúan con las dinámicas de producción económica*.

A través de los EVA se pretende realizar la identificación, caracterización, análisis, comprensión y transformación de las relaciones que se dan entre dichos elementos. Su aplicación tuvo lugar mediante plantaciones participativas y pedagógicas en algunos sectores urbanos y rurales de las quebradas Limas y sus afluentes, Zanjón de la Estrella, Trompetica, Chiguaza, Nutria, Morales, Bolonia y Santa Librada en la cuenca del río Tunjuelo.

En torno al objetivo «Aumentar las áreas donde se apliquen estrategias de conservación de la flora de bosque Andino y páramo» se presenta el artículo del doctor Thomas van der Hammen *Aspectos ambientales y palaeoambientales de los enclaves secos y el caso particular del valle del Checua, Nemocón, Colombia*, en el que hace una descripción detallada de la vegetación, el ambiente, los palaeodatos y los cambios climáticos y de vegetación de los enclaves xerofíticos y subxerofíticos para llegar al origen, especiación y adaptación del género *Condalia* en Nemocón, donde encontró, como él mismo dice «una especie arborecente nueva en la

Sabana de Bogotá, un género nuevo para Colombia y, hasta donde sabemos, endémica en la región de Checua».

En la misma área se llevó a cabo el estudio *Modelo de distribución potencial de Condalia thomasiiana (Rhamnaceae), especie endémica del valle del río Checua, Sabana de Bogotá, Colombia*, cuyas poblaciones están en peligro crítico de extinción especialmente por la fragmentación del único hábitat donde están presentes.

El objetivo de esta investigación fue explorar un modelo de distribución potencial para conocer patrones y relaciones existentes entre los datos de presencia conocida y las variables ambientales de sitio. Se encontró que la especie *Condalia thomasiiana* solo está distribuida en la zona media baja de valle del río Checua en los municipios de Nemocón y Suesca, en un área total de 78,6 km², entre los 2.600 y los 2.880 m. Por este motivo se plantean alternativas de conservación de esta especie endémica y de su área de permanencia actual.

Sobre el objetivo «Aumentar la calidad ambiental de los ecosistemas estratégicos y del paisaje de la ciudad» se presenta el artículo *Ensayo experimental con microorganismos benéficos con miras a implementar en modelos de restauración ecológica en el Distrito Capital*, que muestra los resultados obtenidos en la multiplicación con plantas trampa y reporta la presencia de esporas nativas de las especies *Lycianthes hyscioides* (gurrubo), *Dodonaea viscosa* (hayuelo) y *Persea mutisii* (aguacatillo) en tres estados de crecimiento.

El empleo de microorganismos para el mejoramiento de las calidades edáficas o para la biofertilización de plantas ha sido empleado en los últimos años como estrategia para mejorar los rendimientos o disminuir la cantidad de agroquímicos al suelo. Tras los resultados obtenidos se propone el empleo de microorganismos benéficos (micorrizas y rhizobium) para inocular las especies que el Jardín Botánico José Celestino Mutis emplea en modelos de restauración ecológica.

En cumplimiento al mismo objetivo se expone el trabajo *Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo*. A pesar de la fuerte transformación el 39,8 por ciento de este territorio aún presenta vegetación de tipo natural y seminatural correspondiente a las formaciones vegetales de las regiones de vida andina y paramuna. En este estudio

se presenta la caracterización de cuatro tipos fisionómicos de vegetación entre los que se cuentan pastizales subxerófitos, matorrales subxerófitos, vegetación de páramo y bosques ribereños, que corresponden a quince comunidades vegetales descritas con relación a su composición florística y estructura y se mencionan algunos aspectos ecológicos de los ecosistemas relacionados.

Así mismo se presenta el artículo *Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo*, en el cual se propone un modelo de conectividad estructural y funcional entre los fragmentos de vegetación natural que aún persisten. Los resultados demuestran que a nivel de paisaje el estado de conectividad estructural de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo está ampliamente influenciado por el dominio en general de la matriz antrópica.

De acuerdo con los resultados encontrados es evidente el bajo grado de conectividad estructural de las coberturas de bosque y matorral y, por el contrario, la vegetación riparia confirmó su propiedad de elemento conector del paisaje presentando un alto grado de conectividad espacial. Por medio de las rutas de mínimo costo se pudo confirmar la importancia de asegurar la conectividad por medio de la vegetación riparia y al mismo tiempo disminuir el grado de resistencia por parte de la matriz antrópica.

Adicionalmente se presenta el trabajo *Eficacia de dos hongos entomopatógenos para el control de Pseudococcus spp.* debido al complejo de insectos succionadores pertenecientes al género *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) que afecta entre otras especies vegetales al caucho sabanero, *Ficus soatensis* Dugand, especie ampliamente empleada en la arborización urbana de Bogotá. Su asociación con el insecto llevó a evaluar mecanismos de control eficiente, poco contaminantes y con tiempos de residencia bajos por las condiciones de ambiente urbano.

Se evaluó la mortalidad ejercida por los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en formulación de polvo soluble en cinco concentraciones, más un testigo, bajo un diseño completamente aleatorizado sobre el complejo *Pseudococcus* spp. en condiciones de laboratorio.

Los tratamientos evaluados no mostraron efecto sobre la plaga, posiblemente por la especificidad de virulencia de las cepas o la formulación del producto;

el trabajo sugiere la evaluación de otras cepas y nuevas formulaciones para encontrar aislamientos eficaces.

Con relación al objetivo «Aumentar el conocimiento, la oferta, el uso y el aprovechamiento de especies vegetales presentes en los ecosistemas Andinos del Distrito Capital y la región» se realizaron investigaciones como *Análisis y selección del método más apropiado para eliminar las saponinas en dos variedades de Chenopodium quinoa* y *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a microorganismos patógenos*.

En el primero se analizó y seleccionó el método más apropiado para eliminar las saponinas de dos variedades amargas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), amarilla de maragani y sajama morada, según criterios de costo beneficio, con el fin de incentivar la propagación, el uso y el manejo de la especie en la región debido a sus características.

Este estudio permitirá a los productores primarios hacer la desaponificación con un método económico y favorable con el ambiente. Los métodos de desaponificación valorados fueron: por vía húmeda, combinado, químico, seco y termomecánico; el mejor resultado se obtuvo con el método combinado, porque se logró eliminar el 75 por ciento de las saponinas.

En el segundo, y mediante la técnica de difusión de disco en agar de Kirby-Bauer, se midió la susceptibilidad *in vitro* de los microorganismos patógenos seleccionados frente a sustancias de origen natural con potencial antimicrobiano. En este trabajo se concluyó que el extracto etanólico de *Passiflora manicata* fue el que presentó mayor acción frente a todos los microorganismos, permitiendo realizar el fraccionamiento con los diferentes solventes identificando a la fase acuosa como la responsable del principio activo con potencial antimicrobiano.

Este trabajo recomienda darle continuidad a futuras investigaciones en torno a la potencialidad antimicrobiana de las especies seleccionadas, para lo cual es necesario aislar y elucidar la molécula capaz de inhibir a los microorganismos tratados.

El artículo *Vegetación potencial en la cuenca media del río Tunjuelo y procesos de cambio en la cobertura vegetal, otro enfoque metodológico para un análisis multitemporal* presenta los

resultados obtenidos tras la interpretación de los procesos de cambio ocurridos en la vegetación a partir de la comparación entre el modelo de vegetación potencial, como escenario ecosistémico original, y el mapa de cobertura vegetal actual, con lo cual se logró establecer que el 54 por ciento de los ecosistemas naturales del área de estudio han sido transformados, mientras que apenas un 24 por ciento se encuentra con ecosistemas que abarcan comunidades vegetales de bosque, páramo, vegetación riparia, matorrales y herbazales subxerófitos en conservación, los cuales son importantes para sostener la biodiversidad local y regional.

Los resultados de estas investigaciones sin duda aportan al conocimiento sobre los ecosistemas altoandinos y son muy importantes para garantizar la sostenibilidad de los servicios ambientales de la ciudad. Esperamos que contribuyan al desarrollo sostenible de nuestra región y aporten beneficios a la comunidad en general.



Herman Martínez Gómez

Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

Director

Eficacia de dos hongos entomopatógenos para el control de *Pseudococcus* spp.

Por

RAÚL H. POSADA ALMANZA¹

LERMEN FORIGUA ACOSTA²

Recibido: 24 de octubre de 2007 / Aceptado: 14 de noviembre de 2007

Resumen

El complejo de insectos succionadores pertenecientes al género *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) afecta entre otras especies vegetales al caucho sabanero, *Ficus soatensis* Dugand, especie ampliamente empleada en la arborización urbana de Bogotá sin ser reportada como afectada por el insecto plaga; su alta abundancia en la ciudad y su asociación con el insecto llevaron a evaluar mecanismos de control eficiente, poco contaminante y con tiempos de residencia bajos debido al ambiente urbano. Se evaluó la mortalidad ejercida por los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en formulación de polvo soluble a 5 concentraciones, más un testigo, bajo un diseño completamente aleatorizado sobre el complejo *Pseudococcus* spp. en condiciones de laboratorio. Los tratamientos evaluados no mostraron efecto sobre la plaga, posiblemente por la especificidad de virulencia de las cepas o la formulación del producto; se sugiere la evaluación de otras cepas y formulaciones para encontrar aislamientos eficaces.

1. Biólogo M.Sc. Mic. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Av. Cl 63 No 68-95, Bogotá. Instituto de Ecología A. G. Km 2.5 carretera antigua a Coatepec. Xalapa-México. raulposada@hotmail.com
2. Estudiante de Ingeniería Agroecológica. Corporación Universitaria Minuto de Dios. ling.agro@gmail.com

Palabras claves

Pseudococcus spp., fitopatología urbana, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*.

Effectiveness of two entomopathogen fungi for the *Pseudococcus* spp. control.

Abstract

The complex of insects suckers belonging to genus *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) affects among other vegetable species to the caucho sabanero, *Ficus soatensis* Dugand, specie broadly employed in the Bogotá urban afforestation without being reported as having affected by the insect-pest; its high abundance at the city and its association with the insects took to evaluate mechanisms of efficient management, with very low pollution cost and residence times due to the urban condition. The mortality of *Pseudococcus* spp. was evaluated under treatment with two entomopathogenic fungi: *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in soluble powder formulation at 5 concentrations plus a control in a totally randomized design under laboratory conditions. The evaluated treatments did not show effect on the pest, possibly because of the strains virulence or the product formulation. It is suggested the evaluation of other strains and other formulations to find effective isolations.

Key words

Pseudococcus spp., urban phytopathology, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*.

INTRODUCCIÓN

Las especies usadas para la arborización en el Distrito Capital tienen entre otras funciones la estética, refrescar el ambiente, la alimentación de aves y el secuestro de carbono con la consecuente mejora de la calidad del aire. Por lo tanto, el cuidado de estos individuos tiene impacto en el ambiente y en la calidad de vida de sus habitantes (Bonsignore 2003, McPherson 2005). *F. soatensis* o caucho sabanero es una especie nativa que actualmente abarca cerca del 15 por ciento del arbolado de Bogotá —Censo del Arbolado Urbano 2007—, por lo que su contribución es muy importante en la ciudad. Se ha considerado altamente resistente a la contaminación y a las condiciones de tensión urbana, motivo por el que es empleada principalmente en vías de alto tráfico en las zonas centro y

norte de la ciudad. Como todas las especies es permanentemente influenciada por diversos factores, tanto físicos como químicos y bióticos, entre los cuales encontramos insectos plaga como *Pulvinaria* spp., *Parthenolecanium* spp., *Coccus* spp., *Ceroplastes* spp., y *Pseudococcus* spp. entre otros. Sobre este último se evaluaron los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en formulación de polvo soluble; ambos han sido usados sobre la plaga en condiciones de cultivo con resultados favorables: *Metarhizium anisopliae* en plantas de uva con alto grado de infestación (Corral *et al* 2006) y *Beauveria bassiana* en plantas de piña (EDAFON 2007).

La plaga

En Colombia se han registrado 216 especies de la superfamilia Coccoidea pertenecientes a 11 familias, las cuales atacan a 88 familias de hospederos botánicos; 70 especies (32%) de estas escamas pertenecen a la familia Pseudococcidae, comúnmente conocidas como chinches harinosas (Mosquera 1989, Castillo y Bellotti 1990, Gallego y Vélez 1992, Kondo 2001, Cárdenas *et al* 2003, ICA 2003, Serna y Ramos 2004).

Muchas especies de la superfamilia Coccoidea se alimentan de plantas cultivadas. Son insectos pequeños, de hábitos fitófagos succionadores y monófagos o polífagos (Serna y Ramos 2004). Además, la miel de rocío —excreción de gotas de sustancias azucaradas— permite el crecimiento de bacterias y hongos (*Capnodium* sp.) que producen fumagina y disminuyen la fotosíntesis de la planta hospédera (Hamon 1998). Eventualmente pueden ser transmisoras de patógenos como virus, inyectar toxinas o facilitar la penetración de hongos y bacterias (Soria *et al* 1998, Kondo 2001, Gullan y Martin 2003); estos elementos se conjugan negativamente y acarrear efectos adversos en el desarrollo y en la producción de cultivos (Serna y Ramos 2004).

Serna y Ramos (2004) citan a *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) como especie altamente polífaga, reportada como plaga de cítricos en California e Italia (SEL 2003) y dañina en plantas de la familia Moraceae en Colombia (Tolosa y Pinzón 2002). En la región del Caribe existen 24 géneros de importancia económica y 13 especies se constituyen en serias amenazas entre los países que conforman esta zona (Serna y Ramos 2004). *Pseudococcus* spp. teóricamente causa sobre *F. soatensis* disminución de la intensidad del color verde en las hojas, entorchamiento, reducción en tamaño foliar y asimetría de las hojas (Caicedo, inédito).



Los entomopatógenos

El hongo *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota; Sordariomycetes; Hypocreales) ha sido reportado como un parásito facultativo, cuyo ciclo biológico comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase patogénica ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo de los insectos en condiciones adecuadas de humedad y temperatura (Corral *et al* 2006). Como patógeno de *Pseudococcus* spp. ha mostrado resultados promisorios en plantas con alto grado de infestación al reducir los tamaños poblacionales en la planta, la infestación de los racimos de uva y la severidad con que estaban afectados (Corral *et al* 2006). Según la ficha técnica MetaMip ha sido utilizado con éxito contra coleópteros y lepidópteros, con eficacias del 55 por ciento en condiciones de campo; algunas formulaciones granulares parecen ser promisorias contra gusanos cortadores y otros insectos que se alimentan en la superficie del suelo (van Driesche *et al* 2008).

Beauveria bassiana (Ascomycota; Sordariomycetes; Hypocreales) es un hongo entomopatógeno usado ampliamente contra hemípteros plaga como *Dalbulus maidis* (Ibarra-Aparicio *et al* 2005), *Scaptocoris carvalhoi* (Luciane-Modenez y Ávila 2006), *Brassolis sophorae* (Posada 2008), *Pseudococcus* spp. (EDAFON 2007) en dosis de 100-200 gr ha⁻¹, mostrando patogenicidad hasta del 95 por ciento a las 24 horas en el cultivo de piña. El producto de Palmar del Oriente reporta resultados satisfactorios contra *Brassolis sophorae* y *Dirphia gregatus* con un 60-70 por ciento de eficacia; sin embargo, el producto no ha sido probado en condiciones urbanas ni ha sido probado experimentalmente contra *Pseudococcus* spp., pero debido a su alta eficacia es conveniente pensar en su uso a nivel del complejo *Pseudococcus*.

METODOLOGÍA

Muestreos

Se hicieron recorridos a lo largo de la ciudad —de la calle 220 a la calle 68 sur y de la Avenida Circunvalar al aeropuerto El Dorado— para observar la distribución de *Pseudococcus* y su relación con 5 especies de árboles establecidos en la ciudad: *Sambucus nigra* (Saucó), *Schinus molle* (Falso pimientó), *Eugenia myrtifolia* (Eugenia), *Croton bogotensis* (Sangregado) y *Ficus soatensis* (Caucho sabanero). Los 200 individuos usados para el experimento fueron colectados de árboles de *F. soatensis*, correspondientes a hembras de *Pseudococcus* spp. en estado adulto.

Actividades de laboratorio

En las instalaciones de la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá se pusieron los insectos sobre tubérculos de papa *Solanum tuberosum* con previa emisión de tallos —la savia de estos sirvió de alimento—, que a su vez fueron ubicados en recipientes plásticos de 10 cm de diámetro, cubiertos con malla y con una distribución de 10 individuos por recipiente.



Figura 1. Montaje del experimento. Se ve *Pseudococcus* spp. de color blanco y gris sobre la superficie del tubérculo de papa.

Para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos sobre *Pseudococcus* spp. se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado, DCA, con cinco tratamientos más un testigo y cinco repeticiones por tratamiento, para un total de 30 unidades de muestreo (ver Tabla 1).

Tratamiento	Concentración (Conidas ml ⁻¹)
T ₀	-
T ₁	2.0x10 ⁹
T ₂	1.1x10 ⁹
T ₃	2.0x10 ⁸
T ₄	1.1x10 ⁸
T ₅	2.0x10 ⁷

Tabla 1: Tratamientos y concentraciones de conidias por tratamiento empleadas en los ensayos con los entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre el complejo *Pseudococcus* spp.

Todas las pruebas se realizaron bajo condiciones de laboratorio: temperatura $21 \pm 3^\circ\text{C}$, humedad relativa 65 ± 7 por ciento y fotoperíodo 12:12 (luz:sombra), similares a las condiciones de campo; sin embargo, en las pruebas sobre hojas en discos Petri la humedad relativa se incrementó a cerca del 90 por ciento. Los productos empleados fueron seleccionados por su alta eficiencia contra diferentes plagas y por su disponibilidad.

El producto de Palmar de Oriente brinda una concentración superior al 1×10^{10} conidias g^{-1} , germinación a las 24 h $>$ al 90 por ciento, pureza del 99 por ciento, pH de 5.2 a 5.5, humedad del 15 por ciento y humectabilidad $>$ a 30 seg, mientras que el producto MetaMip presenta una concentración superior a 2×10^9 conidias g^{-1} , germinación a las 24 h $>$ al 90 por ciento, pureza del 99 por ciento, pH de 5.3 a 5.6, humedad del 18 por ciento y humectabilidad $<$ a 30 seg. Cuando se requirieron concentraciones conocidas exactas del producto se hizo la evaluación de la concentración de conidias mediante el conteo con cámara de Neubauer por triplicado y el ajuste a las concentraciones de los tratamientos se hizo mediante las diluciones correspondientes a partir del producto comercial en presentación de polvo soluble.

La aplicación de *B. bassiana* —cepa comercial de Palmar del Oriente— se hizo de dos formas, siempre usando Mixel al 0.05 por ciento como coadyuvante (Carreño 2005): la primera sobre adultos asperjando 1.8 cm^3 de producto disuelto —equivalente a la aplicación de la concentración del tratamiento por hectárea— a cada recipiente que contenía los tubérculos con hembras y la segunda sobre grupos de 10 ninfas aisladas en hojas de *F. soatensis* depositadas en un disco Petri de vidrio con papel absorbente humedecido.

Las aplicaciones de *M. anisopliae* —cepa comercial de MetaMip— se hicieron sobre grupos de 10 ninfas aisladas en hojas de *F. soatensis* en discos Petri de vidrio con papel absorbente humedecido, mediante inmersión del papel absorbente y la hoja que contenía los insectos en la solución correspondiente del producto con Mixel al 0.05 por ciento (Carreño 2005); el testigo consistió en la inmersión en agua del papel absorbente y de la hoja que contenía las ninfas.

Se hicieron lecturas de supervivencia porcentual —variable de evaluación— de los insectos cada dos días hasta completar 14 días para cada tratamiento en

todos los ensayos; para evaluar los resultados se usó el porcentaje de control cuantitativo mediante la fórmula de Henderson y Tilton:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = 1 - (\text{Td}/\text{Cd}) \times (\text{Ca}/\text{Ta}) \times 100$$

Td= tratamiento después de la aplicación, Cd= testigo después de la aplicación, Ca= testigo antes de la aplicación, Ta= tratamiento antes de la aplicación.

RESULTADOS

Los recorridos a lo largo de la ciudad mostraron que *Pseudococcus* spp. en conjunto con otros cóccidos se encuentran principalmente sobre *S. molle* (35%), *E. myrtifolia* (16%) y *F. soatensis* (21%), con gran adaptación a la contaminación en la ciudad como lo muestra su presencia en zonas con alta polución.



Figura 2. *Pseudococcus* spp. sobre tallos de árboles de *F. soatensis* con alto grado de polución ambiental.

Aunque Caicedo (inédito) reporta que *Pseudococcus* spp. causa disminución de la intensidad del color verde, entorchamiento, reducción en tamaño y asimetría de las hojas de *F. soatensis*, las observaciones en campo a lo largo de la ciudad no mostraron estos síntomas asociados a la plaga.

Se observaron posturas de *Pseudococcus* spp. en forma de masas algodonosas que invaden grandes áreas incluyendo frutos, hojas en ambas caras, tronco, axilas de hojas y debajo de la corteza, hechos que confirman las observaciones de Cox (1987).

A pesar de emplearse un amplio espectro de concentraciones de los entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, ningún tratamiento mostró



individuos de *Pseudococcus* spp. muertos en ninguno de los estados de desarrollo evaluados, motivo por el cual los porcentajes de eficacia son de cero (0).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los altos niveles de cóccidos en el arbolado de la ciudad —del 16 al 35 por ciento— sugieren que los mecanismos de control desarrollados hasta la fecha han sido poco eficientes, lo que lleva a que la especie de insecto plaga se propague sin control; cualquier mecanismo probado en laboratorio debe evaluarse también en campo, debido a la reducción de la eficacia de los productos como consecuencia de los efectos ambientales no tenidos en cuenta. Debido a que se desconoce el nivel de plaga que es necesario para causar daño a la planta es necesario determinar los umbrales de acción *in situ*, teniendo en cuenta la acción de la plaga sobre la disminución de la capacidad de captura de carbono, la remoción de material particulado, la remoción de ozono y la producción de oxígeno entre otras variables ecosistémicas, fisiológicas y fitosanitarias.

La supervivencia de la plaga en condiciones de contaminación atmosférica producto de fuentes vehiculares o industriales muestra una amplia adaptación a situaciones adversas. Es necesario, por lo tanto, llevar a cabo estudios más precisos y específicos sobre el efecto de variables atmosféricas y de polución ambiental sobre la distribución de plagas y sus controladores biológicos, así como tener en cuenta la polución en estudios sobre control biológico bajo condiciones urbanas.

A pesar de que existe una eficacia probada de las dos especies de entomopatógenos contra diferentes plagas como el barrenador del fruto de la piña *Strymon megarus* (Godart), con resultados que llevan a una reducción de hasta el 35 por ciento en el daño en frutos al aplicar *B. bassiana* y del 70 por ciento al agregar *M. anisopliae* (Inclán *et al* 2007), los resultados obtenidos no fueron positivos. La falta de mortalidad con el uso de estos hongos entomopatógenos puede deberse a la reducida o ausente virulencia de las cepas evaluadas sobre la plaga a controlar, como se ha mostrado en estudios del CIAT en Cali que evalúan el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) —chinche de la viruela— en cultivos de yuca, con aislamientos de entomopatógenos que incluyen cepas de *M. anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *B. bassiana* de diferentes orígenes, con eficacias que van desde el 50 por ciento hasta el 84 por ciento sobre diferentes estados de desarrollo (Herrera *et al* 2001).

Adicionalmente, la nula eficacia puede también deberse a la formulación empleada —polvo soluble—. Es importante resaltar que en las referencias consultadas se menciona a *B. bassiana* en presentación de 100-200 g ha⁻¹ como efectiva contra *Pseudococcus* spp., pero hay indicios que *B. bassiana* en presentación líquida tiene un mejor comportamiento. Por todo esto se recomienda evaluar con otras cepas y con otras formulaciones. No hay referencias similares con *M. anisopliae*.

CONCLUSIONES

El uso de hongos entomopatógenos para el control de insectos plaga es una práctica agroecológica con un alto potencial en ambientes urbanos. La selección de los microorganismos, concentraciones y presentaciones a usar debe ser cuidadosamente valorada, primero en laboratorio y luego en condiciones urbanas, para de esta forma proponer productos específicos y procedimientos particulares para el control de las plagas en la ciudad con el menor costo para las instituciones encargadas de estas actividades.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Subdirección Científica del Jardín Botánico de Bogotá por permitir avanzar en este tópico importante para la fitosanidad urbana, a la Corporación Universitaria Minuto de Dios por la colaboración en sus prácticas académicas y a la técnica Nubia Espinoza.

Bibliografía

- Bonsignore, R. E.** 2003. Urban green space: effects on water and climate. Design Center for American Urban Landscape. Design Brief Number 3: 1-10.
- Caicedo, G. S. F.** Inédito. El piojo harinoso *Pseudococcus* spp. (Sternorrhyncha: Pseudococcidae), plaga de *Ficus soatensis* Dugand. Hoja informativa, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá.
- Cárdenas, J. et al.** 2003. *Cochinillas (Homoptera: Pseudococcidae) del banano en Urabá (Antioquia): reconocimiento y manejo*. Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología: Resúmenes. Cali, Valle, Colombia. P. 85-86.
- Carreño, I.** 2005. *Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Disponible on line: www.ciat.cgiar.org/ipm/pdfs/tesis_irina_alean.pdf.

- Castillo, J. y Belotti, A. 1990. *Caracteres diagnósticos de cuatro especies de piojos harinosos (Pseudococcidae) en cultivos de yuca (Manihot esculenta) y observaciones sobre algunos de sus enemigos naturales*. Revista Colombiana de Entomología 16 (2): 33-43.
- Corral, G.; Romero, A.; Radrigán, C. y Tania, Z. 2006. *Las virtudes de los hongos entomopatógenos*. Revista de Agronomía y Forestal 30: Chile. p 12-15. disponible on line: http://www.puc.cl/agronomia/c_extension/Revista/Ediciones/30/hongos.pdf.
- Cox, J. M. 1987. *Pseudococcidae (Insecta: Hemiptera): fauna of New Zealand* 11. Manaaki: Whenua Press
- EDAFON. Fundación Agroecológica. 2007. *Beauveria bassiana*. Palmira, Valle, Colombia. Disponible on line: http://www.controlbiologico.com/b_bauverial.htm.
- Gallego, F. L. y Vélez, R. 1992. *Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Gullan, P. y Martin, J. 2003. *Sternorrhyncha (jumping plant lice, whiteflies, aphids, and scale insects)*. Pags. 1079-1089 en: Encyclopedia of Insects. S.I.: Academic Press.
- Hamon, A. B. 1998. *Introduction to scale insects*. Disponible on line: <http://bromeliadbiota.ifas.ufl.edu/introscale.htm>.
- Herrera, C. J.; Caicedo, A. M. y Bellotti, A. C. 2001. Avances en el manejo integrado de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae), chinche de la viruela, en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Reporte de la Unidad de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades-Proyecto Yuca. CIAT, Cali, Colombia.
- Ibarra-Aparicio, G.; Moya-Raygoza, G. y Berlanga-Padilla, A. 2005. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) (Delong y Wolcott 1923) (Hemiptera: Cicadellidae). Folia Entomol. Mex. 44(1):1-6.
- Inclán, D. J.; Alvarado, E. y Williams, R. N. 2007. Evaluación de cuatro insecticidas naturales para control de Tecla, *Strymon megarus* (Godart) (Lepidoptera: Lycaenidae) en el cultivo de piña. Tierra Tropical. 3 (2):199-210.

- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 2003. *Estado fitosanitario de cultivos de importancia económica en Colombia*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. 76 págs.
- Kondo, T. 2001. *Las cochinillas de Colombia (Hemiptera: Coccoidea)*. Biota Colombiana 2(1):31–48.
- Luciane-Modenez S. X. y Ávila C. J. 2006. Patogenicidad de aislados de *Metarbizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin a *Scaptocoris carvalhoi* Becker (Hemiptera: Cydnidae). Revista Brasileira de Entomologia 50(4):540-546.
- McPherson, E. G. 2005. *Trees with benefits*. American Nurseryman. 34-40.
- Mosquera, F. 1989. Aporte al desarrollo agrícola colombiano. SOCOLEN. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. 132 pags.
- Posada, R. H. 2008. *Control de Brassolis sophorae con B. bassiana en cultivos de palma africana (Elaeis guinensis Jacq)*. Memorias. XXXVI Congreso Nacional de Microbiología. Área Bioremediación. Morelia-Michoacán-México. Junio 4-7.
- Serna, C. F. y Ramos, P. A. 2004. *Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae)*. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía. 57 (2): 1-25.
- Soria, P.; Del Estal, P. y Viñuela, E. 1998. *Plagas En: Boletín de Sanidad Vegetal*. 24:337-342.
- Systematic Entomology Laboratory, SEL. 2003. *Scale insects: general information*. Disponible on line: www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm.
- Tolosa, A. y Pinzón, P. 2002. *Entomofauna asociada a especies arbóreas ornamentales de Bogotá: caracterización biológica, hábitos, enemigos naturales y fluctuación poblacional de Pseudococcus calceolariae Maskell en Ficus andicola Standley*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. 8 p.
- Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S. y Center, T. D. 2008. *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Forest Health Technology Enterprise Team. USA. p. 449.