

ISSN 2306-8795

# APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Volumen 3 (2) 2014



Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales  
(SODIAF)



## ***“La investigación al servicio de la producción”***

La Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF) se fundó el 20 de febrero del año 1992 y es una organización sin fines de lucro, que agrupa a más de 200 investigadores agropecuarios y forestales del país.

### **Valores de la SODIAF:**

- *Calidad de la investigación*
- *Formación y crecimiento de sus miembros*
- *Promoción y difusión de las investigaciones*
- *Cooperación con instituciones nacionales e internacionales*
- *Establecimiento de un código ético*
- *Solidaridad con la mejora de las condiciones de trabajo para los investigadores*
- *Creación de opinión sobre nuevas tecnologías y problemas agropecuarios*

### **Misión de la SODIAF**

Es una Sociedad sin fines de lucro, comprometida con la formación, crecimiento, ética y condiciones de trabajo de los investigadores, que promueve la calidad, difusión y pertinencia de las investigaciones, la cooperación nacional e internacional y que orienta a la sociedad sobre el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y forestal.

### **Visión de la SODIAF**

Asegurar la calidad y pertinencia de las investigaciones agropecuarias y forestales en la República Dominicana; ser la primera institución dominicana de orientación sobre el desarrollo de tecnologías agropecuarias y forestales; y procurar un ambiente adecuado para el ejercicio del investigador.

# Revista APF

Órgano de difusión de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, SODIAF.

La Revista APF de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales es un mecanismo para contribuir con la difusión e intercambio de información sobre el quehacer científico y tecnológico. Se pone a la disposición del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales e investigadores de la región del Caribe y América Latina. Está dirigida a un público global, interesado en las disciplinas biofísicas o socioeconómicas que inciden en el desarrollo de la agropecuaria y los recursos naturales.

## Instituciones Auspiciadoras

- Ministerio de Agricultura (MA)
- Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF)
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)
- Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF)
- Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF)
- Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI)

---

## Correspondencia:

Toda la correspondencia dirigida a la Revista debe dirigirse al Editor en Jefe:

### José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista APF

José Amado Soler 50, Ensanche Paraíso,  
Santo Domingo, República Dominicana

(Oficinas del Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. - CEDAF)

Teléfono: 809-565-5603 Ext 0 (CEDAF)

Fax: 809-544-4727 Atención SODIAF

Email: [sodiaz@sodiaz.org.do](mailto:sodiaz@sodiaz.org.do) • [editor.revista@sodiaz.org.do](mailto:editor.revista@sodiaz.org.do)

Sitio Web: [www.sodiaz.org.do](http://www.sodiaz.org.do)

**Cita correcta:** Revista APF. 2014. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF). Santo Domingo, DO. Volumen 3(2).

Revista electrónica: <http://www.sodiaz.org.do/revista/index.php>

## Editor en Jefe

*Ing. José Richard Ortiz, M.Sc*

## Editores Asociados

*Ing. Elpidio Aviles, M.Sc*

*Dr. Jesús Ma. Rosario Socorro, MSc.*

## Consejo Editorial:

*Ing. Diógenes Castillo, M.Sc*

*Ing. Elpidio Avilés, M.Sc*

*Dr. Jesús Ma. Rosario Socorro*

*Ing. Maira Castillo, M.Sc*

## Directiva SODIAF 2012-2014

*Dr. Jesús Ma. Rosario Socorro, M.Sc*  
*Presidente*

*Ing. Elpidio Aviles, M.Sc*  
*Secretario General*

*Ing. Rodys Elizabeth Colón, M.Sc*  
*Tesorera*

*Ing. Melvin Mejía, M.Sc*  
*Secretario de Organización, Actas y*  
*Correspondencias*

*Ing. Gonzalo Morales, M.Sc*  
*Secretario de Publicaciones*

*Ing. Sardis Medrano, M.Sc*  
*Secretaria de Prensa y Propaganda*

*Ing. Birmania Wagner*  
*Secretario de Relaciones*  
*Nacionales e Internacionales*

*Ing. Juliana A. Nova, M.Sc*  
*Primer Vocal*

*Ing. Ineko Hodai*  
*Segundo Vocal*

*Ing. Miguel Martínez, M.Sc*  
*Presidente de la Comisión de Ética y Disciplina*

*Dra. Quisqueya Pérez, M.Sc*  
*Miembro Comisión de Ética y Disciplina*

*Ing. Juan Valdez*  
*Miembro Comisión de Ética y Disciplina*

## Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales*

## Foto de Portada:

*Daños causados por la broca del café*  
*(*Hypothenemus hampei* Ferrari)*

*Foto: José Efraín Camilo*

# Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, SODIAF



## Contenido y Autores

Revista APF - Vol 3 No 2, 2014

Pág.

### iii Editorial

*Doctor Jesús María Rosario Socorro, MSc.*

*Presidente de la Junta Directiva SODIAF 2012-2014*

### 5-10 Aplicación de gallinaza y reducción del fertilizante mineral sobre el rendimiento en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en inundación

*Ramón López, Bernardo Viña, Ana Reynoso y Freddy Contreras*

### 11-16 Aislamiento de cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en la República Dominicana

*Juan Moya, Socorro García, Elpidio Avilés, Feliciano Andújar y Pedro Núñez*

### 17-20 Fluctuación poblacional del parasitoides (*Cephalonomia stephanoderis* Betrem) de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en La Cumbre, Santiago, República Dominicana

*Frank Olivares, Yosayra Capellán y José Camilo*

### 21-24 Fluctuación poblacional del gorgojo de la pimienta *Peridinetus signatus* (Rosenschoeld) (Coleoptera: Curculionidae) en Yamasá, República Dominicana

*Alejandro Pujols, Ignacio Batista, Feliciano Andújar y Juan de Dios Moya*

### 25-28 Caracterización de las prácticas de cosecha y poscosecha y niveles de OTA del cacao en zonas productoras de la República Dominicana

*José Romero, Orlando Rodríguez, Juan Jiménez, José González, Juan Almonte y José Camilo*

### 29-32 Determinación de los niveles de ocratoxina A (OTA) en cacao dominicano de exportación<sup>s</sup>

*José Camilo, José Romero, Orlando Rodríguez, Juan Almonte, José González y Noel Durand*

## Instrucciones para autores

### 33-40 Revista APF

# Editorial

*La historia recoge los hechos y acciones de los individuos en cualquier núcleo social. Y esa misma historia es la que habrá de servir como evidencia al evaluar nuestro trabajo con el discurrir de los años. Dicha historia será diferente, de acuerdo al desempeño de las funciones correspondientes a los integrantes de cualquier sociedad, quienes por convicción deben luchar denodadamente hasta alcanzar las metas trazadas, en busca del bienestar colectivo o individual.*

*Precisamente, en la sociedad dominicana, después de una historia superior a los 50 años de esfuerzos y dedicación al trabajo investigativo para impulsar el progreso y avance tecnológico de la agricultura, los investigadores APF nacionales continuamos haciendo grandes esfuerzos, siempre por obtener una tecnología de calidad que responda adecuada y oportunamente a las distintas interrogantes del sector agropecuario dominicano, que cada día espera soluciones tecnológicas que contribuyan al desarrollo sostenible del sector agropecuario nacional.*

*La comunidad científica agrícola, pecuaria, forestal y medio ambiental agrupada en la SODIAF, aunque con limitación de recursos y precarias remuneraciones, pero sin tregua, una vez más asume el compromiso de trabajar esforzadamente para hacer posible la explotación del potencial agroforestal y pecuario de la República Dominicana. A la vez, aspira a que los demás integrantes del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (SINIAF), en proceso de gestación, unamos nuestras capacidades e impulsemos el trabajo institucional, por la vía de hacer realidad mejores condiciones para realizar el trabajo de investigación agrícola, pecuaria, forestal y medio ambiental.*

*Los investigadores dominicanos hemos desempeñado nuestro papel. Ahí están las evidencias, en las tecnologías necesarias para la producción y el abasto de alimentos frescos de origen local en la mesa de cada hogar dominicano. El avance en calidad y cantidad exhibido en la producción agropecuaria nacional es el producto del trabajo diario de nuestros científicos, quienes durante esas décadas han aportado su trabajo físico e intelectual, propiciando el desarrollo de nuevas variedades, razas y soluciones tecnológicas esperadas por el campo dominicano.*

*Es destacable, que a pesar de las precariedades y dificultades vigentes en el SINIAF, los investigadores seguimos con la frente en alto y comprometido con los programas y proyectos que ejecutamos en nuestras instituciones. Y que a través de medios como la Revista APF, y con acciones de campo, hablaremos ante el Estado Dominicano, para que quienes lo regentan sepan que un país que abandona el servicio de generación y desarrollo de tecnología, es un país que pone en peligro la seguridad alimentaria de su población, siendo condenado a la dependencia y a la subordinación internacional en la provisión de alimentos. Por esto, es inminente una mayor inversión para mejorar el servicio de generación y desarrollo de tecnología y las remuneraciones de los investigadores, quienes son sus actores principales.*

*La SODIAF, que labora en la gestión de la difusión del conocimiento generado por los investigadores, da muestra de este compromiso, y cumple ante los extensionistas, estudiantes, productores y agroempresarios, al dejar a su disposición la edición No. 2 del Vol. 3 de la Revista APF, medio nacional de difusión único en su género que indirectamente nos permite impactar en el desarrollo del agro nacional. Con la edición de este número, la Junta Directiva 2012-2014 de la SODIAF, hace público el sueño de los científicos dominicanos de acceder a un medio para la difusión de sus resultados.*

*La puesta en circulación de la edición No. 2 del 2014, es un indicador de que la revista está en un proceso indetenible hacia nuestra principal meta y aspiración: que nuestros investigadores puedan publicar en una revista científica indexada internacionalmente, pero de origen dominicano, con calidad suficiente para circular en otros países, como ya está sucediendo.*

*La Junta Directiva de la SODIAF, expresa su agradecimiento a los investigadores y a las instituciones del sector agropecuario, cuyo trabajo y apoyo institucional hicieron posible la presente edición.*

**Doctor Jesús María Rosario Socorro, MSc.**  
Presidente de la Junta Directiva SODIAF 2012-2014



# Aplicación de gallinaza y reducción del fertilizante mineral sobre el rendimiento en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en inundación<sup>§</sup>

Ramón López<sup>1</sup>, Bernardo Viña<sup>2</sup>, Ana Reynoso<sup>3, 4</sup> y Freddy Contreras<sup>3, 5</sup>

Entre las principales limitantes para la sostenibilidad de la producción de arroz en la República Dominicana está los altos costos de producción. El uso irracional de agroquímicos y fertilizantes representa más del 25% del costo de producción para más de 30 mil productores que siembran aproximadamente 140 mil hectáreas. El desarrollo del subsector avícola aporta volúmenes relativamente altos de subproductos para la fertilización orgánica, entre los que se destaca la gallinaza. El objetivo de este experimento fue evaluar el uso de gallinaza y la reducción del fertilizante mineral en función del rendimiento de grano paddy y la cantidad de clorofila en las hojas. Se instaló un experimento en la Estación Experimental Arrocera Juma del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), utilizando la variedad de arroz 'Juma 67', los tratamientos consistieron en no aplicación de fertilizantes mineral ni gallinaza (T1); 100% de fertilización mineral (T2); 100% gallinaza (T3) y la aplicación de gallinaza conjuntamente con la reducción del fertilizantes mineral con dosis general de 120-80-60 de NPK por hectárea (T4 al T7). La aplicación de gallinaza se realizó al voleo en la parte superficial del suelo en dosis de 5,000 kg ha<sup>-1</sup>. Los resultados indican que el uso de gallinaza sin aplicación de fertilizante mineral obtuvo el mayor rendimiento en grano paddy (4,852.5 kg ha<sup>-1</sup>). Además, la mayor cantidad de granos por panícula correspondió a la aplicación de gallinaza conjuntamente con el 50% del fertilizante mineral.

Palabras clave: fertilizante orgánico, clorofila, fertilidad de la panícula.

## INTRODUCCIÓN

El arroz es el cultivo de mayor impacto social y económico de la República Dominicana, involucra a más de 30,000 productores, con fincas menores de 4 hectáreas, siembran aproximadamente 140 mil hectáreas, generando más de 150 mil empleos directos. Se estima que más de 500 mil personas dependen de las actividades de producción, procesamiento y comercialización del cereal, MA (2010).

Entre las principales limitantes para la sostenibilidad de la producción de arroz en el país están: relativamente alto costo de producción, uso irracional del agua, falta de planificación de la producción, insuficiente cantidad de maquinarias para la cosecha oportuna, uso excesivo de agroquímicos y problemas de comercialización, Matsuya *et al.* (2002). Los fertilizantes representan más del 25% del costo de producción en el cultivo de arroz en el país, MA (2010). Matsuya *et al.* (2002), sugieren que se deben incorporar prácticas de fertilización orgánica y regular la fertilización química en el cultivo de arroz.

En la actualidad, el productor arrocero dominicano hace uso indiscriminado de los insumos de producción del cultivo de arroz (fertilizantes, semilla y agua, entre otros), sobrepasando los requerimientos del cultivo y provocando baja en la rentabilidad del cultivo. El uso excesivo de fertilizantes contamina el agua superficial y

subterránea, tales como: ríos, arroyos y cañadas, afectando la calidad de vida de los usuarios del agua contaminada.

El sector avícola, por su escala de producción, es uno de los renglones de mayor aporte en volumen de subproductos para la fertilización orgánica, entre los que destaca la gallinaza. Rodríguez (1969) estimó que cada 24 horas una gallina produce entre 135 y 150 g de excretas, cantidad que depende del tamaño, estado fisiológico del ave, dieta y época del año. Esto equivale, aproximadamente, a 12.5 kg de materia seca (MS) por gallina por año. Según Vargas (1994), cuando el consumo de pollo fue de 8.5 millones unidades mensuales en el país la producción de gallinaza se estimaba en 127,000 toneladas al año.

La gallinaza es el material resultante de la combinación del excremento producido por gallinas, junto con la cama que se utiliza para aislarlos del piso. La palabra gallinaza se define como excremento de aves, que se acumula durante la etapa de producción de huevo o bien durante períodos de desarrollo de las aves, que al ser mezclada con alimento, plumas, huevos enteros y algunas de sus partes se procede a envejecer para convertirla en gallinaza.

<sup>1</sup> Estudiantes de agronomía de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), <sup>2</sup> investigador de la Estación Experimental de Juma, bernardovina@hotmail.com, <sup>3</sup> profesores de la UASD, <sup>4</sup> areynoso2000@hotmail.com, <sup>5</sup> investigador titular del IDIAF, sinencio@yahoo.com; <sup>§</sup> parte de la tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, UASD.

La gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno. Una característica importante de las enmiendas orgánicas es su habilidad para estimular el complejo de microorganismos beneficiosos. Las ventajas de los residuos avícolas, especialmente de las pollinazas, con relación a los abonos comerciales, en que los primeros contribuyen con cantidades significativas de N, P, K y materia orgánica que causan la liberación lenta de los nutrientes en el suelo y la materia orgánica (MO) mejora la estructura del suelo, así como la capacidad de conservación de agua y nutrientes. El medidor de clorofila portátil (SPAD) proporciona una lectura instantánea de una manera no destructiva de las hojas, aparece como una alternativa de indicación del nivel de nitrógeno en la planta y sirve como una herramienta eficaz para evaluar las necesidades variable de la aplicación de nitrógeno en la producción de arroz, Dobermann y Fairhurst (2000) y Singh *et al.* (2002).

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de gallinaza y la reducción del fertilizante mineral en función del rendimiento de grano paddy y la cantidad de clorofila en las hojas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la segunda etapa del cultivo de arroz del año 2012, en la Estación Experimental Arrocera Juma del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Bonao, provincia Monseñor Nouel, ubicada en las coordenadas 18° 54' latitud N y 70°23' longitud O, con una altitud de 178 msnm, y pluviometría anual correspondiente a 2,200 mm; además se registró una temperatura media anual de 25.6°C. Se utilizó la variedad de arroz 'Juma 67', plantada con un marco de 0.25 m x 0.25 m. El experimento ocupó un área de 1,250 m<sup>2</sup>.

Para esta investigación se utilizó gallinaza, almacenada a temperatura ambiente, protegida de los rayos solares para conservar sus propiedades, por un período de tres meses, luego para su homogenización, se trituró en una

máquina moladora de tierra, para igualar el tamaño textura y consistencia y así tener una mejor distribución en el terreno. Esta se aplicó al voleo en la parte superficial del suelo, para así tener un mejor aprovechamiento de los primeros 5 centímetros del suelo, ya que en esta profundidad las plantas conservan más del 60% de sus raíces, Contreras (1997).

La dosis de gallinaza utilizada fue de 5,000 kg ha<sup>-1</sup>, en los tratamientos (3, 4, 5, 6 y 7); mientras que a los tratamientos 1 y 2 no se les aplicó gallinaza. Se realizó dos aplicaciones, una primera aplicación a los 15 días después del trasplante con el 50 % del total a aplicar por tratamiento y la segunda aplicación a los 28 días después de la primera aplicación con el restante 50%.

La dosis general de fertilizante mineral correspondió a 120-80-60 de NPK por hectárea, correspondiendo al 100% del fertilizante para el tratamiento 2 y 7, Tabla 1. Esta dosis fue reducida en 25%, 50% y 75% para los tratamientos 4, 5 y 6, respectivamente.

El manejo del experimento consistió en: preparación del suelo, que consistió en tres pases de motocultor y nivelación del terreno. El control de malezas se realizó por deshierbo manual y chapeo de los muros. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS.

El área útil cosechada fue de 5m<sup>2</sup> por unidad experimental, las muestras se secaron, ventearon y pesaron. Posteriormente, se determinó el contenido de humedad para cada unidad experimental, para así poder ajustarlas al 14% de humedad. Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental, midiendo la altura desde el suelo hasta el último grano de la panícula más alta.

En las plantas seleccionadas para medir la variable altura de planta, se determinó la cantidad de panícula y en función del área ocupada se determinó la densidad de panícula por metro cuadrado.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos con relación a las cantidades de gallinaza y de fertilizantes químicos a utilizar.

Tratamientos	Siglas	Gallinaza	Fertilizantes químicos
1	0G+0%F	Sin aplicación	Sin aplicación
2	0G+100%F	Sin aplicación	100% del fertilizante mineral
3	G+0%F	Con gallinaza	Sin Aplicación
4	G+25%F	Con gallinaza	25% del fertilizante mineral
5	G+50%F	Con gallinaza	50% del fertilizante mineral
6	G+75%F	Con gallinaza	75% del fertilizante mineral
7	G+100%F	Con gallinaza	100% del fertilizante mineral

0G=sin aplicación de gallinaza; G=aplicación de gallinaza; F=fertilización mineral

El contenido de clorofila se determinó con el clorofilómetro SPAD 502, en el centro de la penúltima hoja, siendo seleccionadas 10 plantas por unidad experimental.

Para determinar la variable fertilidad de la panícula, correspondiente al número de granos buenos y vanos por panícula, se cosecharon 15 panículas al azar por unidad experimental, separando los granos vanos y llenos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al establecer reducción del fertilizantes mineral en combinación con el uso de gallinaza se determinó que el mayor rendimiento en grano paddy fue de 4,852.5 kg ha<sup>-1</sup>, que se obtuvo cuando se utilizó 5,000 kg ha<sup>-1</sup> de gallinaza sin aplicación de fertilizante mineral, seguido por la aplicación de gallinaza conjuntamente con la reducción del fertilizante mineral en 50% con rendimiento promedio de 4,582.5 kg ha<sup>-1</sup>, Figura1.

La aplicación sola de gallinaza y la aplicación conjunta con la reducción del 50% del fertilizante mineral no fueron estadísticamente diferentes de la aplicación de gallinaza combinada con el 25% del fertilizante mineral (reducción del fertilizante mineral en 75%).

En la comparación de medias (prueba t) los tratamientos a los que fueron aplicado fertilizantes orgánico y mineral (T2, T3, T4, T5, T6 y T7) superaron significativamente al testigo absoluto que rindió 3,635.5 kg ha<sup>-1</sup>, este valor representa el aporte del suelo sin considerar la aplica-

ción de fertilizante ni de gallinaza. Varios autores han indicado la importancia de la fertilización mineral u orgánica en el cultivo de arroz, Buresh y De Datta (1991), Ladha *et al.* (2000) y Moran *et al.* (2005). Dentro de los tratamientos en que se utilizó fertilizantes (orgánico y/o mineral) el rendimiento más bajo correspondió a la combinación de gallinaza con el 100% de la fertilización (T7) con un rendimiento promedio de 4,161 kg ha<sup>-1</sup>. No se recomienda utilizar la combinación de ambos fertilizantes en la localidad de Juma y con la variedad 'Juma 67'. Las dosis de gallinaza más elevadas no pudieron igualar en rendimiento al tratamiento mineral.

El efecto de la aplicación de gallinaza y la reducción del fertilizante mineral en relación a los componentes que determinan la fertilidad de la espiguilla son presentados en la Tabla 2. Se destaca que la aplicación de gallinaza y fertilizante mineral no afectó estadísticamente la cantidad de granos de calidad por panícula en la variedad 'Juma 67', sin embargo investigaciones anteriores indican que con la ausencia de fertilización mineral y orgánica los componentes de los rendimientos son afectados, Peters y Calvert (1982). La aplicación nitrogenada aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, la cantidad promedio por panícula fue de 70.3 granos de calidad para el experimento.

La cantidad de granos vanos, total de granos y fertilidad de la panícula presentaron efectos significativos por la aplicación de gallinaza y fertilizante mineral.

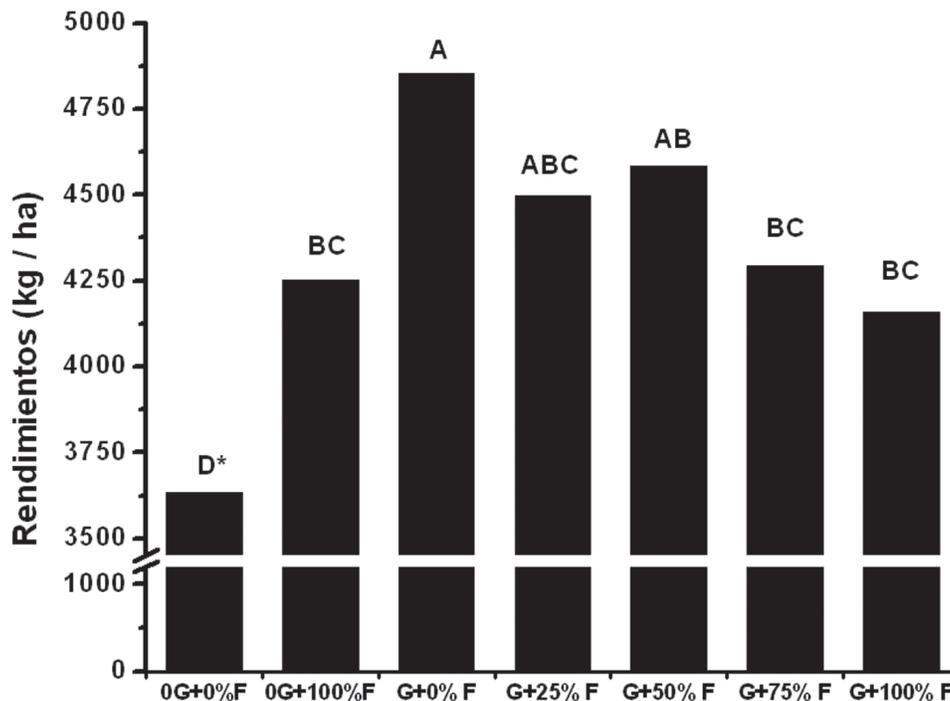


Figura1. Rendimiento en grano paddy (kg ha<sup>-1</sup>) en función a la aplicación de fertilizantes orgánicos y reducción de la aplicación de la fertilización mineral en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). 0G= no aplicación de gallinaza; G= aplicación de gallinaza. (\*) Letras iguales entre columna no difieren estadísticamente.

Cuando no se utilizó fertilizantes mineral ni orgánico (gallinaza) se presentó la menor cantidad de granos vanos por panícula (41.1) seguida de la aplicación de gallinaza sin el uso de fertilizante mineral que reportó un valor de 58.0 granos vanos en cada panícula. En la Tabla 2, se muestra una tendencia a aumentar la cantidad de granos vanos en la medida que aumentamos la dosis de fertilizantes mineral, conjuntamente con el uso de gallinaza.

Cuando se aumenta la aplicación de fertilizantes mineral conjuntamente con el uso de gallinaza en la superficie del suelo, se presenta un aumento en el número total de granos por cada panícula, independientemente de este sea vano o lleno, de acuerdo a Barbosa (1987). El número total de granos por panícula es uno de los componentes del rendimiento del cultivo de arroz.

Entre los mejores tratamientos estuvieron la aplicación de gallinaza conjuntamente con el 50% del fertilizante mineral, siendo obtenido 155.1 granos total por panícula y la aplicación de gallinaza y 100% del fertilizantes con 151.3 granos por panícula. Cuando se aplica la gallinaza sin ningún fertilizante mineral, la cantidad total de granos por panícula fue de 126.8, mientras que la aplicación de fertilizantes mineral sin aplicación de gallinaza correspondió a 138.0 granos, siendo estadísticamente superior la aplicación de fertilizantes mineral a la gallinaza con un aumento de 9.1% en la cantidad total de granos.

Analizando la contribución del fertilizantes mineral (T2) en relación al aporte del suelo (T1), se concluye que el fertilizante mineral aportó un aumento de 26% en la cantidad de granos por panícula, mientras que por efecto de la gallinaza el aumento de 15.1 % en relación al aporte del suelo, esto indica que la fertilización mineral tiene un rol importante. Fageria *et al.* (1984), indica que

el número de grano por metro cuadrado contribuye en 60% en la producción de arroz en el campo. Es importante señalar que investigaciones en el cultivo de arroz, destacan la cantidad de granos vanos por panícula y no resaltan otros componentes que inciden en la fertilidad, es decir, una variedad puede tener alta cantidad de granos vanos y tener también elevada cantidad de granos totales, lo que corresponderá a un contenido elevado de granos de calidad.

La mayor fertilidad de la panícula correspondió al tratamiento donde no fue aplicada la gallinaza ni fertilizante mineral (T1), correspondiendo al aporte del suelo, seguido del tratamiento que solo se utilizó gallinaza (T3), mientras que, el uso combinado de gallinaza con 100% de fertilizantes reportó la menor fertilidad de la panícula, esto se traduce a una mayor cantidad de granos vanos por panícula, no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos para la cantidad de granos llenos por cada panícula, Tabla 2.

La cantidad de clorofila en las hojas fue analizada por el valor SPAD 502, siendo resumido en la Figura 2, los cuales presentaron diferencia significativa en el análisis de varianza por tratamientos, y la mayor incidencia del contenido de clorofila en las hojas resultó cuando se combinó la dosis de gallinaza 5,000 kg ha<sup>-1</sup> conjuntamente con el fertilizante mineral en 100%. En la evaluación de clorofila realizada en el inicio del primordio floral, el promedio, en todo el experimento fue de 38.1 valor del SPAD 502.

Según la comparación de medias LSD Fisher mostrada en la Figura 2. Se observa que la aplicación de fertilizante mineral en las dosis más altas correspondieron a los tratamientos que presentaron el contenido de clorofila más alto en las hojas, con 75% y 100% del fertilizante mineral (T7, T6 y T2). Mientras que el no uso de fertili-

Tabla 2. Aplicación de gallinaza y fertilizante mineral en relación a los componentes de fertilidad de la panícula de arroz.

Tratamientos	Siglas	Granos buenos	Granos vanos	Total granos	Fertilidad de la panícula (%)
1	0G+0%F	68.4	41.1d*	109.5 f	62.6 a
2	0G+100%F	67.8	70.0 ab	138.0 cd	49.1 bc
3	G+0%F	68.3	58.0 c	126.5 e	54.2 b
4	G+25%F	67.7	65.5 bc	133.3 de	50.9 bc
5	G+50%F	76.6	79.0 a	155.1 a	49.3 bc
6	G+75%F	72.5	72.0 ab	144.4 bc	50.1 bc
7	G+100%F	71.9	79.5 a	151.3 ab	47.7 c
	CV %	8.1	10.2	4.8	7.2
	Promedio	70.3	66.6	136.9	52.0

(\*) Letras iguales en la columna no difieren de acuerdo al teste de t (LSD) al nivel de 5% de significancia

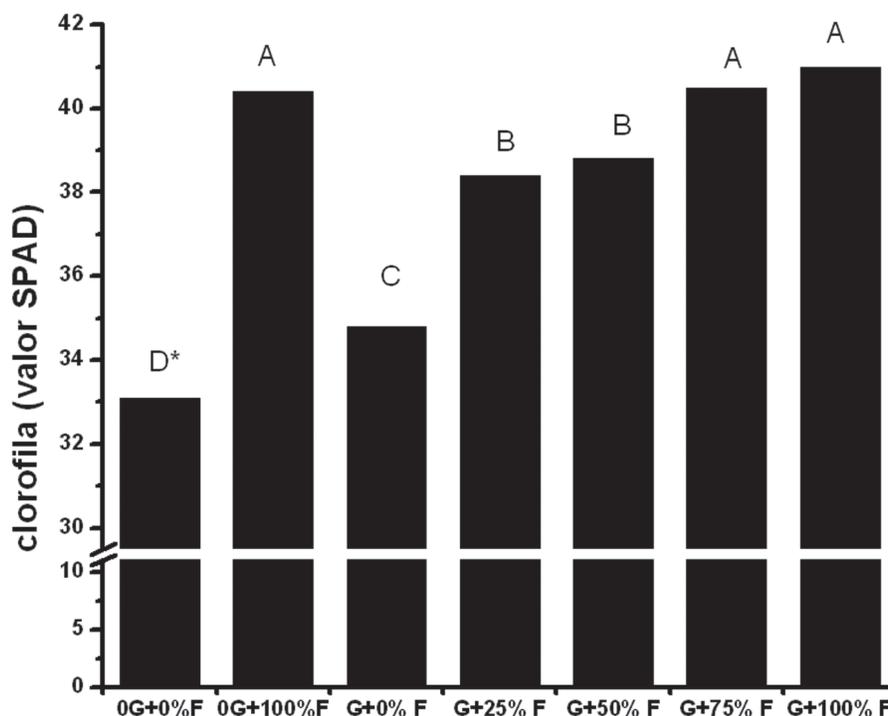


Figura 2. Respuesta al contenido de clorofila a la aplicación de gallinaza y reducción del fertilizantes mineral en arroz (*Oryza sativa* L). (\*) Letras iguales entre columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba t (LSD) al nivel de 5% de probabilidad.

zante mineral resultaron ser los tratamientos con menor contenido de clorofila en las hojas (T1 y T3). Esto indica que la aplicación de fertilizante mineral no necesita ser mineralizado para estar disponible para las plantas y su absorción es mar rápida. Se destaca una tendencia a aumentar la cantidad de clorofila en la medida que aumenta las cantidades de fertilizantes mineral.

## CONCLUSIONES

La gallinaza puede sustituir los fertilizantes minerales utilizados en el cultivo de arroz aumentando los rendimientos en granos paddy.

La mayor cantidad de granos por panículas correspondió a la combinación de gallinaza en dosis de 5,000 kg ha<sup>-1</sup> y la reducción del fertilizante mineral en 50%.

La fertilización mineral incide directamente en el contenido de clorofila en las hojas.

## LITERATURA CITADA

- Barbosa, M. 1987. Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado) Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Boletim Técnico 9. 129p.
- Buresh, R.; De Datta, S. 1991. Nitrogen dynamics and management in rice-legume cropping systems. *Advances in Agronomy* 45:1-59.
- Contreras, F.; Moquete, C. 2001. Fertilización en el cultivo de arroz en la República Dominicana. Programa Nacional de Cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO.
- Contreras, F. 1997. Fuentes de nitrógeno y época de aplicación de potasio en arroz irrigado. 1997, 50p. Tesis (Maestría) del Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: solo. Facultad de Agronomía Eliseu Maciel, Universidad Federal de Pelota, Pelotas, Rio Grande del Sur, BR.
- De Datta, S.; Samson, M.; Kai-Rong, W.; Buresh, R. 1988. Nitrogen use efficiency and nitrogen-15 balances in broadcast-seeded flooded and transplanted rice. *Soil Science Society of America* 52: 849-855.
- Dobermann, A.; Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. Potash and Phosphate Institute. Manila, PH.191p.
- Fageria, N.; Barbosa, M.; Carvalho, J.; Rangel, P.; Cutrim, V. 1984. Avaliação preliminar de cultivares de arroz para tolerância à toxidez de ferro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 19(10):1278-1280.
- Matsuya, K.; Contreras, F.; Abreu, Q.; Nova, J. 2002. Reporte análisis de suelo y encuesta para cultivo de arroz en la República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). DO. 125p.

- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Estadísticas del Departamento de Fomento Arrocero. Bonaó, Monseñor Nouel, DO
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Siembra, cosecha y producción del cultivo de arroz por regionales para el período 2006-2010. División de Programación y Estadística, Departamento Nacional de Fomento Arrocero, Subsecretaría de Producción y Mercadeo. Santo Domingo, DO. 3p.
- Moran, K.; Six, J.; Horwath, W.; Van Kessel, C. 2005. Role of mineral-nitrogen in residue decomposition and stable soil organic matter formation. *Soil Science Society of America* 69 (6):1730-1736.
- Peters, G.; Calvert, H. 1982. The Azzola – Anabaena symbiosis. In: Raos, N.S.S. (Eds.). *Advances in agricultural microbiology*. New Delhi, IN. Pp 191-218.
- Rodríguez, G. 1969. Capítulo II. Revisión bibliográfica. Utilización de nitrógeno no proteico. En: *Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de aves en la alimentación de los rumiantes*. 1ra Ed. Instituto del Libro. La Habana, CU. 30p.
- SAS Institute Inc. 2002. The SAS-System for Windows release 9.0, (TS00M0) (software). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Singh, B.; Singh, Y.; Ladha, J.; Bronson, K.; Balasu, V.; Singh, J.; Khind, C. 2002. Chlorophyll Meter- and Leaf Color Chart-Based Nitrogen Management for Rice and Wheat in Northwestern India. *Agro-nomy Journal* 94(4):821-829.
- Vargas, D. 1994. Uso Potencial de Subproductos Animales en la Alimentación Animal en la República Dominicana. Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Animal (CIMPA), Santiago, DO.

## Aislamiento de cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en la República Dominicana<sup>§</sup>

Juan Moya, Socorro García, Elpidio Avilés, Feliciano Andújar y Pedro Núñez

La producción de vegetales en invernaderos es una actividad de importancia económica en la República Dominicana. En el año 2009 se dedicaron a esta actividad 294 hectáreas. Los cultivos en agricultura bajo ambiente protegido (invernaderos) presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos de suelo, las cuales reducen los rendimientos. La mayoría de los productores manejan estos problemas con la aplicación de plaguicidas químico-sintéticos. Esto provoca resistencia, contaminación ambiental y toxicidad. Se ha propuesto la búsqueda de sistemas de manejo alternativos. Este estudio tiene como objetivo aislar cepas de *Trichoderma* en invernaderos, con potencial antagonista en el control de hongos fitopatógenos radiculares. El estudio se realizó en el periodo julio a septiembre del año 2010, en cinco zonas productoras de vegetales en invernaderos de la República Dominicana. Se aplicó un muestreo exploratorio no probabilístico, en 35 estructuras de invernaderos (siete por zona). Se evaluaron 89 muestras (35 de suelos, 16 de sustratos y 38 de raíces de plantas). Se prepararon diluciones seriadas  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en medio de cultivo PDA. El número de aislados (número de colonias) de *Trichoderma* fue evaluado ocho días después de la siembra y se identificaron las colonias en base a las características morfológicas. Se aislaron 95 colonias con crecimiento característico de *Trichoderma*, de las cuales 56 colonias provenían de estructuras bajo ambiente protegido que no han utilizado productos con *Trichoderma*. La mayor cantidad de aislados se obtuvo en las muestras de sustratos y raíces. Se recomienda probar en laboratorio y estructuras bajo ambiente protegido la efectividad antagonista de los aislados frente a hongos fitopatógenos radiculares.

**Palabras clave:** Estudio exploratorio, hongos antagonistas, control biológico

### INTRODUCCIÓN

La producción de vegetales en estructuras bajo ambiente protegido (invernaderos) es una actividad económicamente importante en la República Dominicana. En el año 2009, se dedicaron a esta actividad aproximadamente 294 hectáreas, en esta área se obtuvo 53.5 millones de libras de vegetales de las cuales se exportó 34.2 millones, que generó ingresos de 31.6 millones de dólares. Los invernaderos están localizados principalmente en los municipios de Constanza, Jarabacoa, San José de Ocoa, Rancho Arriba y Villa Trina, y se dedican esencialmente a la producción ajíes (*Capsicum annum* L.), tomates (*Solanum lycopersicum* L.) y pepinos (*Cucumis sativus* L.), Promefrin (2010).

Los cultivos en invernaderos presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos de suelo, las cuales reducen los rendimientos y calidad de frutos y, por tanto, disminuyen su capacidad competitiva y su rentabilidad. La mayoría de los productores manejan estos problemas con prácticas culturales y la aplicación de plaguicidas químico-sintéticos. Estos plaguicidas pueden provocar riesgo de resistencia, contaminación ambiental y toxicidad, por esta razón, se busca la utilización de sistemas de controles alternativos, García *et*

*al.* (2006). Adicionalmente, cada día los mercados de alimentos demandan la producción de alimentos orgánicos, Ferrucci (2000) y Cummings *et al.* (2009). Entre los sistemas de manejo o control está disponible la utilización de microorganismos antagonistas para el control de hongos patógenos de suelo, herramienta importante dentro del manejo de cultivos, Cook y Baker (1983).

*Trichoderma* es un género de hongos antagonistas eficaz en el manejo integrado de hongos fitopatógenos en diversos cultivos, Stefanova (2007). Son hongos asexuales (anamorfos) con especies genéticamente vinculadas al género *Hypocrea* (teleomorfo). Están presentes en el suelo, la raíz y el follaje de plantas, Samuels (2004) y Samuels (2007). Han sido reportados como eficientes micoparásitos en una amplia gama de patógenos, incluyendo *Armillaria mellea* Valh., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Chondrostereum purpureum* Fr. Pouzar, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., Cook y Baker (1983). También, se ha reportado su eficiencia contra *Fusarium* spp., Chet (1990), y contra *Botrytis cinerea* Pers. y *Sphaeroteca fuliginea* Schlechtend que atacan a nivel foliar, Harman (2000).

<sup>1</sup> Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

<sup>§</sup> Estudio realizado con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF) y de la Cooperativa Zafarraya.

El uso de cepas nativas de *Trichoderma* puede servir para crear sistemas de manejo o control biológico de hongos fitopatógenos que afectan principalmente el sistema radicular de los cultivos. Estas cepas pueden estar mejor adaptadas que las introducidas a las condiciones agroecológicas locales, y por tanto, pueden ser más eficientes en el manejo de las plagas. Además, su uso podría disminuir los costos de producción, promover la industria nacional y contribuir con el ahorro de divisas.

Esta investigación se realizó con el objetivo de aislar cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces de cultivos y malezas en invernaderos, con potencial antagonista en el control de hongos fitopatógenos radiculares del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el período julio a septiembre del año 2010 en cinco zonas representativas del país en la producción de vegetales en invernaderos. Las zonas fueron Constanza, Jarabacoa, Moca (Villa Trina y Juan López), San José de Ocoa y La Vega (parte baja). En Constanza se incluyó invernaderos de las localidades: El Valle, El Arroyaso, La Palma y Arroyo Arriba; en Jarabacoa en las localidades: La Joya y La Quebrada; en Moca en las comunidades: Los Guayuyos, Los Guayuyos Abajo y Jamao Afuera, pertenecientes a Villa Trina y en El Pozo de la Palma, perteneciente a Juan López; en San José de Ocoa en las localidades: Sabana Larga, Nizao y El Alambique; mientras que en la parte baja de La Vega, en las comunidades: El Pinito y Pontón.

Para el estudio, se realizó un muestreo exploratorio no probabilístico (Hernández *et al.* 1998), en donde se evaluaron 35 estructuras de invernaderos (siete por zona). Se exploraron 89 muestras (35 de suelos, 16 de sustratos y 38 de raíces de plantas) Tabla 1. Los criterios de selección de los invernaderos fueron la accesibilidad, la disponibilidad al momento de la visita y la autorización de uso de su propietario.

Para obtener informaciones generales sobre el manejo de los cultivos se entrevistaron a los encargados o los propietarios de los invernaderos muestreados. Los

invernaderos fueron georeferenciados mediante sistema de posicionamiento global (GPS). La localización se presenta en la Figura 1.

## Toma de muestras

Dentro de cada invernadero se tomó una muestra de suelo de aproximadamente 800 cm<sup>3</sup>, también una muestra de sustrato y una muestra de raíces, según la existencia de sustrato o plantas al momento de la evaluación. Para la muestra de raíces se extrajo el sistema radicular de una planta sana del cultivo. Donde había dos cultivos se extrajo una muestra de raíz por cada cultivo. Donde no había cultivo se extrajo el sistema radicular de una o dos plantas de malezas. Para la muestra de suelo y la de sustrato se tomaron 10 submuestras de cada una a profundidad de 0 a 20 cm. La cantidad de muestras tomadas se presenta en la Tabla 2.

Las submuestras se tomaron de manera sistemática por hileras, abarcando la totalidad del área del invernadero. En invernaderos grandes (40 m x 120 m) la primera submuestra se tomó a una distancia entre 5 y 10 pasos (5 a 10 metros) del borde del pasillo central o del borde lateral del invernadero, y la segunda a una distancia



Figura 1. Localización de los invernaderos muestreados (Indicados por los cuadros)

Tabla 1. Cantidad de invernaderos muestreados por zona

Zona	Número de invernaderos muestreados	Número de muestras
Constanza	7	18
Jarabacoa	7	18
Moca Villa Trina	5	13
Moca Juan López	2	04
San José de Ocoa	7	18
Parte baja de La Vega	7	18
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>89</b>

Tabla 2. Número de muestras tomadas por zona, según tipo de muestra

Zona	Tipo de muestra				Total
	Suelo	Sustrato	Raíz cultivo	Raíz maleza	
Constanza	7	4	7	0	18
Jarabacoa	7	5	6	0	18
Moca Villa Trina	5	3	5	0	13
Moca Juan López	2	0	2	0	4
San José de Ocoa	7	4	7	0	18
La Vega	7	0	6	6	18
Total	35	16	33	5	89

entre 70 y 75 pasos (70 a 75 metros) de la primera. Luego se dejaron cuatro hileras sin evaluar y se evaluó la quinta, y así sucesivamente hasta completar las 10 submuestras. En invernaderos medianos y pequeños, las submuestras se tomaron de manera que quedaran equidistantes una de otra y dejando aproximadamente dos pasos (2 metros) de los bordes laterales del invernadero.

La extracción de suelo y de sustrato se realizó con un barreno helicoidal tipo holandés con hélice de 6.5 cm de ancho, 20 cm de largo y grosor de 3.5 cm. También, se utilizó un palín (pala) de 4 pulgadas de ancho y 10 pulgadas de largo. La submuestra se recogió a todo lo largo de la hélice del barreno o del cuerpo del palín, tomando con las manos aproximadamente 80 cm<sup>3</sup>, y se colectó hasta completar la muestra en una funda plástica transparente (14 x 20 cm). Las muestras se homogeneizaron agitando la funda, se identificaron y se colocaron en nevera hielera portátil para su mantenimiento en frío y traslado al laboratorio.

### Análisis y procesamiento de las muestras

Se utilizó el protocolo descrito por Acuña y Peña (2005). Se utilizó medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) preparado 3 a 5 días antes de la siembra. Para la preparación se usaron 39 g/l de PDA sintético Oxoid CM0139, más 5 gramos de agar bacteriological (Oxoid LP 0011). Esta preparación se colocó en plato agitador caliente durante 45 a 60 minutos hasta disolver el agar. Posteriormente, se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 minutos a 1.2 kg/cm<sup>2</sup> de presión. Antes de distribuirlo en platos Petri se dejó bajar la temperatura a unos 45 °C, se le adicionaron 200 mg/l de estreptomycin y 0.62 ml/l (30 gotas) de ácido láctico 80%. Se distribuyeron 10 ml del medio de cultivo en cada plato Petri.

Las muestras de suelo y las muestras de sustrato se homogeneizaron y se tamizaron en tamiz con abertura de 4.75 mm. De cada muestra se preparó una dilución madre en frasco con capacidad para 125 ml. Para esto se colocaron 10 g de la muestra en el frasco con 90 ml de agua destilada y esterilizada, el frasco se agitó hasta

preparar una suspensión total del suelo o del sustrato. Las muestras de raíces se sacudieron hasta desprender la mayor parte del suelo o sustrato de estas. Se cortaron en trozos de 0.5 a 1.0 cm de largo, se colocaron (2 a 10 g) en frasco matraz con capacidad de 300 ml y se les aplicó 150 ml de agua destilada y esterilizada. Luego se agitaron durante 20 minutos en agitador horizontal compacto, para preparar la dilución madre.

Las diluciones madres se llevaron a la cabina de flujo laminar y se prepararon diluciones seriadas 10-2 y 10-3. De estas diluciones se realizaron siembras en plato petri con el medio de cultivo PDA. Para esto se colocó 0.1 ml de la dilución y se distribuyó sobre toda la superficie del medio. Se utilizaron dos platos petri en cada dilución y se llevaron al incubador a temperatura entre 25 y 30 °C.

### Variables evaluadas

Se evaluó el número de aislados (número de colonias) de *Trichoderma* por zona y tipo de muestra. La evaluación se realizó ocho días después de la siembra y se identificaron las colonias en base a sus características morfológicas. Se registró la cantidad de colonias color verde o amarillo verdoso, de crecimiento rápido y abundante esporulación, característico de *Trichoderma*.

### Purificación y conservación de aislados de *Trichoderma*

Para la purificación de los aislados se realizaron cultivos con puntas de hifas en medio PDA. Cuando los cultivos estuvieron bien esporulados, entre 12 y 15 días, se recogieron esporas en tiras de papel filtro estéril con dimensiones de 0.5 cm x 3.0 cm, y se conservaron en microtubos de 2 ml a temperatura de 5 °C en la oscuridad.

### Análisis de datos

Los datos se analizaron con estadística descriptiva mediante el uso de tablas de distribuciones de frecuencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las entrevistas aplicadas a los encargados o los propietarios de los invernaderos se encontró que en 20 invernaderos (57.1%) no se aplica productos a base de *Trichoderma*. En cinco (14.3%) se utilizan productos con *Trichoderma* y en diez invernaderos (28.6%) no se sabe, Tabla 3.

En todas las muestras procesadas se aislaron 95 colonias con crecimiento morfológico característico de *Trichoderma*, colonias color verde o amarillo verdoso, Figura 2. De estas, 56 colonias son provenientes de invernaderos que no han utilizado productos con *Trichoderma*, 13 provienen de invernaderos que han utilizado este tipo de productos y 26 colonias proceden de invernaderos donde no se sabe si se ha utilizado *Trichoderma*. La mayor cantidad de colonias provenientes de invernaderos que no utilizan productos a base de *Trichoderma* se encontró en San José de Ocoa y Villa Trina, Tabla 4.

La cantidad de aislados encontrados en los invernaderos que no utilizan productos con *Trichoderma* en las muestras de raíz, sustrato y suelo, fue 29, 14 y 13, respectivamente, Figura 3.

En la mayoría de los tipos de muestras de las zonas estudiadas, se encontraron colonias de *Trichoderma*. Solo en los sustratos de Constanza y en las raíces de cultivos de La Vega no se obtuvieron aislados de *Trichoderma*. En términos absolutos en las muestras de raíces se encontró la mayor cantidad de aislados, con

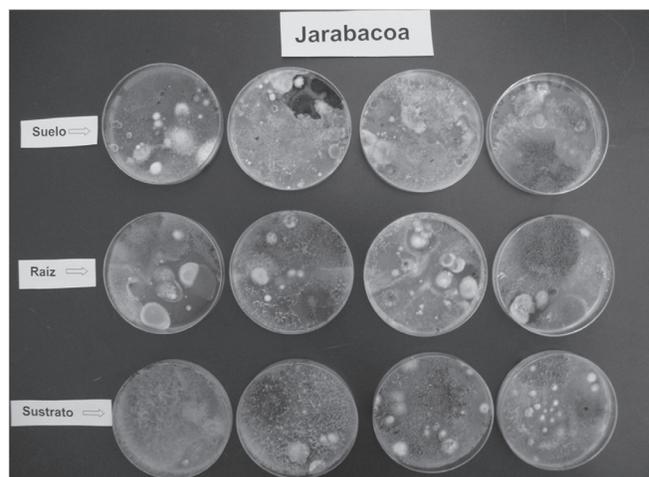


Figura 2. Platos Petri con algunas colonias de *Trichoderma* spp.

Tabla 3. Invernaderos que utilizan, no utilizan y no se sabe si utilizan productos a base de *Trichoderma* según zona.

Zona	Invernadero (Unid.)			Total
	No utiliza	Utiliza	No se sabe	
Constanza	6	1	0	7
Jarabacoa	3	0	4	7
Moca Villa Trina	2	2	1	7
Moca Juan López	0	2	0	7
San José de Ocoa	6	0	1	7
La Vega	3	0	4	7
Total	20	5	10	35
%	57.1	14.3	28.6	100

Tabla 4. Número de aislados de *Trichoderma* encontrados en las muestras, según la utilización de productos con *Trichoderma* en los invernaderos, por zona

Zona	Total	Productos con <i>Trichoderma</i> en invernaderos		
		No utiliza	Utiliza	No se sabe
Constanza	9	8	1	0
Jarabacoa	20	8	0	12
Moca Villa Trina	23	14	4	5
Moca Juan López	8	0	8	0
San José de Ocoa	27	20	0	7
La Vega	8	6	0	2
Total	95	56	13	26

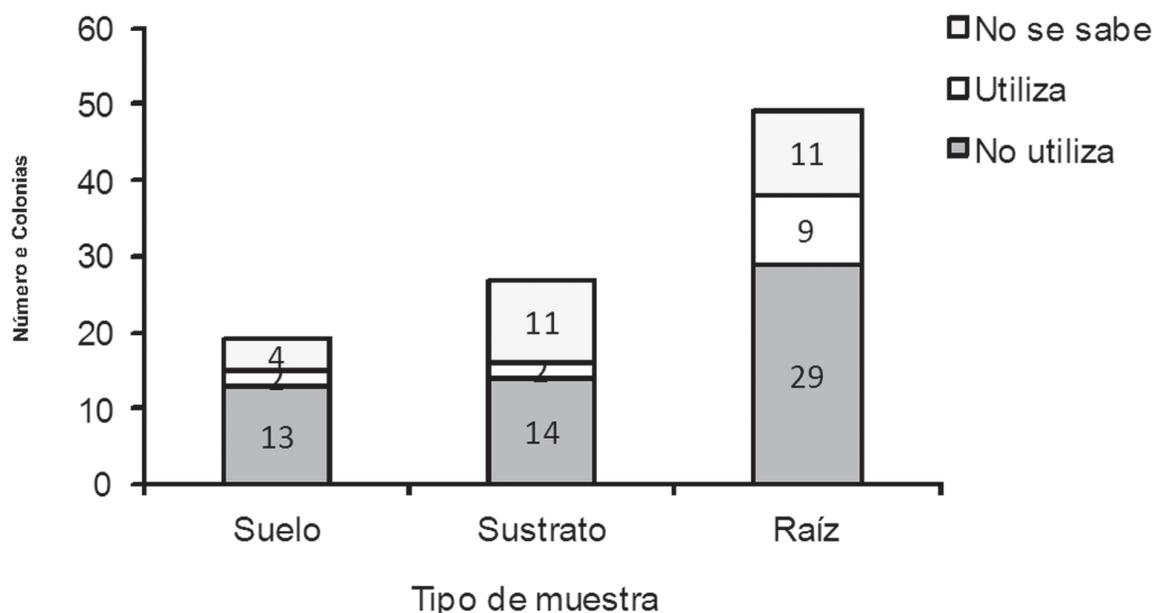


Figura 3. Número de aislados de *Trichoderma* encontrados por tipo de muestra, según la utilización de productos con *Trichoderma* en invernadero

49 colonias, seguida por las muestras de sustratos con 27 colonias, y por último las muestras de suelos con 19 colonias Tabla 5. Sin embargo, en proporción a la cantidad de muestras procesadas según el tipo de muestra, en los sustratos se encontró el mayor porcentaje de aislados de *Trichoderma*, con 168.75%, seguida por las raíces, con 125.64%; mientras que, en las muestras de suelo se encontró un 54.28% de aislados, Tabla 6.

Estos resultados confirman que *Trichoderma* es fácilmente aislado del suelo, restos orgánicos y raíces, debido a su rápido crecimiento y esporulación, y a su habilidad de colonizar y desarrollarse en las raíces de las plantas, Samuels (2004).

Tabla 5. Aislados de *Trichoderma* por zona según tipo de muestra

Zona	Tipo de muestra				Total
	Suelo	Sustrato	Raíz cultivo	Raíz maleza	
Constanza	5	0	4	N.A.	9
Jarabacoa	4	8	8	N.A.	20
Moca Villa Trina	2	5	16	N.A.	23
Moca Juan López	2	N.A.	6	N.A.	8
San José de Ocoa	3	14	10	N.A.	27
La Vega	3	N.A.	0	5	8
Total	19	27	44	5	95

N.A. = No aplica, ya que la muestra no se tomó porque no existía en el invernadero al momento del muestreo.

Tabla 6. Proporción de aislados de *Trichoderma* encontrados según cantidad y tipo de muestra.

Tipo de muestra	Muestras tomadas (Unid.)	Aislados de <i>Trichoderma</i> (Colonias)	Proporción aislados/muestras (%)
Suelo	35	19	54.28
Sustrato	16	27	168.75
Raíz	38	49	125.64
Total	19	27	44

## CONCLUSIONES

Se aislaron 95 colonias de *Trichoderma* de las cuales 56 son provenientes de 20 invernaderos que no han utilizado productos con *Trichoderma* y están ubicados en Constanza, La Vega, San José de Ocoa, Villa Trina y Jarabacoa.

La mayor cantidad de aislados se obtuvo en las muestras de sustrato y raíces de invernaderos de San José de Ocoa y Villa Trina.

## RECOMENDACIONES

### Se recomienda:

- Evaluar en laboratorio e invernadero la efectividad antagonista de los aislados frente a hongos fitopatógenos radiculares;
- Identificar (morfológica y molecularmente) los aislados de *Trichoderma*;
- Continuar con las exploraciones en suelos, sustratos y raíces en otras localidades para aislar nuevas cepas promisorias para el manejo de plagas.

## LITERATURA CITADA

Acuña, O.; Peña, W. 2005. Determinación de poblaciones de microorganismos en el suelo mediante técnicas de recuento directo. En: Protocolos de metodologías para análisis de indicadores microbiológicos. Proyecto Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros en América Latina y el Caribe. Eds. Imbap, Universidad de Costa Rica. San José, CR. Pp. 4-7.

Chet, I. 1990. Biological control of soilborne plant pathogens with fungal antagonists in combination with soil treatments. In: Biological control of soilborne plant pathogens. Ed. D. Hornby C.A.B. International. (UK) GB. Cap. 2. Pp. 15-24.

Cook, R.; Baker, K. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. Eds APS. U.S. Pp. 33, 283-311, 374-389.

Cummings, J.; Miles, C.; Du Toit, L. 2009. Greenhouse evaluation of seed and drench treatments for organic management of soilborne pathogens of spinach. Plant Dis. 93:1281-1292.

Ferrucci, F. 2000. La importancia del Mercado en la investigación agraria para el desarrollo alternativo. Orientación de la investigación agraria hacia el desarrollo alternativo. Proyecto IICA-GTZ. Lima, PE. Pp. 35-36.

García, R.; Riera, R.; Zambrano, C.; Gutiérrez, L. 2006. Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa del hongo *Trichoderma harzianum* proveniente de la región Andina Venezolana. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. Fitosanidad 10(2): 115-121.

Harman, G. 2000. Myths and Dogmas of Biocontrol. Changes in Perception derived from Research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease 84(4):377-393.

Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. 1998. Metodología de la investigación científica. 2da. Edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. México, MX. Pp. 58, 59, 226

Promefrín (Programa de Mercados, Frigoríficos e Invernaderos, DO). 2010. Avances de la agroplasticultura en la República Dominicana al cierre del año 2009. Estadísticas 2004-2009. (En línea). Consultado el 6 de mayo 2011. Disponible en: [http://www.promefrin.org/paginapromefrin1/Estadistica\\_Index.html](http://www.promefrin.org/paginapromefrin1/Estadistica_Index.html)

Samuels, G. 2004. *Trichoderma*: a guide to identification and biology. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Systematic Botany and Mycology Laboratory. Beltsville, USA. 40 p.

\_\_\_\_\_. 2007. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Systematic Botany and Mycology Laboratory. Beltsville, USA. Phytopathology 96:195-206.

Stefanova, M. 2007. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Ciudad de La Habana, Cuba. Fitosanidad 11(3):75-79.

# Fluctuación poblacional del parasitoide (*Cephalonomia stephanoderis* Betrem) de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en La Cumbre, Santiago. República Dominicana

Frank Olivares, Yosayra Capellán y José Camilo<sup>1</sup>

La broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es el principal insecto plaga del fruto del cafeto en la República Dominicana. Su ataque afecta directamente el rendimiento tecnológico del cultivo, reduciendo alrededor del 7% la producción nacional. Dentro del manejo integrado de la broca, una alternativa es el uso de parasitoides. En noviembre del 1997, el Departamento de Café del hoy Ministerio de Agricultura, introdujo el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, el cual ha sido reproducido y liberado en las principales zonas cafetaleras del país. Sin embargo, el nivel de infestación de broca se mantiene alto. El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento del parasitoide *C. stephanoderis* durante la época de cosecha del cafeto. El estudio fue de carácter descriptivo y se realizó en la Finca Escuela de Formación Cafetalera del Consejo Dominicano del Café (Codocafe) en La Cumbre, Santiago, desde octubre 2012 a enero 2013. El área total utilizada fue de 18 tareas (1.1 ha), la cual fue dividida en cuatro sub-campos iguales. Se realizaron cuatro muestreos, uno cada 30 días. En cada muestreo se colectaron 100 frutos brocados, de los cuales 10 fueron abiertos para determinar el número de individuos de broca y parasitoides presentes; y 90 fueron colocados en cajas de emergencia para registrar el número de parasitoides que nacieran. Los resultados indican ausencia del parasitoide *C. stephanoderis* en los frutos recolectados, tanto en los frutos en las plantas como en el suelo, durante el período de cosecha. Estos resultados suponen que la adaptación de este parasitoide a las condiciones de La Cumbre es temporal y no sostenible en el tiempo

Palabras clave: control biológico, manejo integrado, sostenibilidad.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de café es la principal actividad productiva en las zonas de montaña de la República Dominicana. El área cultivada es de 133,341 ha, con una producción promedio anual de 36,421 TM de café oro en el período 2000-2010, Codocafe (2012).

La broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es el principal insecto plaga del fruto del café en la República Dominicana. Su ataque afecta directamente el rendimiento tecnológico del café, reduciendo alrededor del 7% la producción nacional. Se estima que las pérdidas causadas por la broca varían desde 889 a 1,099 TM de café al año (Codocafe 2007), representando pérdidas económicas entre 58 y 72 millones de pesos, Contreras y Camilo (2007).

Dentro del manejo integrado de la broca, una alternativa de manejo es el uso de parasitoides. En noviembre del año 1997, el entonces, Departamento de Café de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), introdujo desde Centro América el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. En ese momento, se inició el establecimiento de laboratorios de cría, desde los cuales se liberaron miles de parasitoides en las diferentes

zonas cafetaleras del país. No obstante estas liberaciones, los niveles de infestación de la broca en diferentes zonas cafetaleras del país se mantienen relativamente altos. Esta situación supone que el parasitoide no se ha establecido adecuadamente o los niveles de parasitismo son más bajos a los reportados en otros países, los cuales oscilan entre 33 a 45% de parasitismo, Borbón (1991) y Gómez *et al.* (2010). Se quiere determinar el estado de establecimiento del parasitoide en la Cumbre, una de las zonas donde se liberó, así como su comportamiento durante los meses de octubre del año 2012 a enero del 2013.

El objetivo general fue determinar la fluctuación poblacional del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem durante la época de cosecha del cafeto en La Cumbre, República Dominicana. Los objetivos específicos fueron:

- Cuantificar el número de parasitoides por fruto recolectado en la planta y del suelo, durante la época de cosecha.

<sup>1</sup> Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Calle Rafael Augusto Sánchez No 89. Ensanche Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. jcamilo@idiaf.gov.do.

- Determinar el nivel de infestación de broca en frutos recolectados en la planta y del suelo, durante la época de cosecha.
- Cuantificar el número de individuos de broca en frutos recolectados en la planta y del suelo durante la época de cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El estudio se realizó en las plantaciones de café de la Escuela de Formación Cafetalera del Codocafe en La Cumbre, Santiago. El estudio fue de carácter descriptivo y se realizó durante el período octubre del año 2012 a enero del 2013. Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó estadística descriptiva.

La plantación utilizada es de la variedad 'Caturra' con una edad aproximada de 20 años. El manejo agronómico del cultivo (control de malezas, sombra, poda de cafetos y fertilización) fue realizado por el Codocafe, conforme a las recomendaciones técnicas de manejo estándar recomendado. Del campo seleccionado para el muestreo (Los Escalones) se tienen registros de liberaciones de parasitoides desde el año 2000 hasta el año 2010.

El área total utilizada fue de 1.13 ha (18 tareas), la cual fue dividida en cuatro subcampos de cuatro tareas y media cada una (0.28 ha). Se realizaron cuatro muestreos, uno cada 30 días. Para cada muestreo se seleccionó un subcampo; una vez realizado el muestreo, éste fue descartado para los siguientes muestreos para evitar que las recolecciones de frutos afecten las poblaciones de parasitoides y broca.

En cada muestreo se escogieron 10 puntos de conteo y recolecta de frutos. El primer punto fue seleccionado al azar y los demás a partir de este en forma de zig zag, en todo el subcampo. En cada punto de muestreo se seleccionó un árbol central y cuatro en dirección de cada punto cardinal. En cada planta de café seleccionada, se tomaron dos bandolas o ramas y se contó el total de frutos y los frutos brocados, para determinar el porcentaje de infestación por broca. Al mismo tiempo se colectaron 100 frutos brocados por grupo de planta, de los cuales 10 fueron abiertos para determinar el número de individuos de broca y parasitoides presentes; y 90 fueron colocados en cajas de emergencia para contabilizar el número de parasitoides que nacieran después de un período de 30 días luego de cosechados.

De la misma forma, para el área de goteo (40 cm x 40 cm = 1,600 cm<sup>2</sup>), se contó el número total de frutos presentes en el suelo, incluyendo el total de frutos brocados bajo cada árbol de café muestreado. Al mismo tiempo,

se colectaron todos los frutos brocados, de ellos, 10 frutos fueron abiertos para determinar el número de individuos de broca y parasitoides presentes, los demás fueron colocados en cajas de emergencia para contabilizar los parasitoides que nacieran después de un período de 30 días, luego de recolectados. Los individuos de broca y parasitoides fueron registrados por subcampos.

### VARIABLES EVALUADAS:

1. Porcentaje de infestación de broca en frutos de la planta, cada 30 días.
2. Número de individuos de broca (huevo, larva, pupa y adultos), por fruto en la planta.
3. Porcentaje de infestación de broca en frutos del suelo, cada 30 días.
4. Número de individuos de broca (huevo, larva, pupa y adultos), por fruto en el suelo.
5. Número de parasitoides por fruto en la planta, cada 30 días.
6. Número de parasitoides por fruto en el suelo, cada 30 días.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fluctuación poblacional del parasitoide *C. stephanoderis*

No se encontró individuos del parasitoide *C. stephanoderis* en los frutos muestreados, tanto en los abiertos como en los frutos colocados en cámaras de emergencia, durante el período de octubre del año 2012 a enero del 2013 en La Cumbre, Santiago.

Estos resultados indican que luego de varias liberaciones realizadas en la finca desde el año 2002 hasta el 2011, no hubo adaptación sostenible del parasitoide a largo plazo (mayor de 48 meses). Camilo y Olivares (2005) registraron presencia del parasitoide en esa zona, seis meses posteriores a su liberación. Estos resultados suponen que la adaptación del parasitoides es temporal y no sostenible en el tiempo.

### Fluctuación poblacional de la broca del café (*H. hampei*)

#### Porcentaje de infestación de la broca

El porcentaje promedio de infestación de la broca en los frutos de la planta y del suelo, durante los cuatro meses de cosecha, fue de 16.37% y 24.14%, respectivamente. Se observó un comportamiento similar en el porcentaje de infestación en los frutos de la planta y los del suelo durante el período evaluado (Figura 1). Tanto en los frutos de la planta como los del suelo se observó una tendencia a bajar el nivel de infestación de la bro-

ca; desde  $8\% \pm 5.3$  y  $22.97\% \pm 6.59$  en octubre (inicio de cosecha) hasta  $2.39\%$  y  $6.43\%$  en diciembre. Sin embargo, para ambos casos el porcentaje de infestación aumentó bruscamente en los últimos 30 días hasta alcanzar  $50.62\% \pm 6.5$  en los frutos de la planta y  $54\% \pm 19.49$  en los del suelo (fin de cosecha). Esta situación fue dada por una reducción en los frutos presentes y un incremento en el número de individuos adultos de broca capaces de colonizar nuevos frutos.

**Número de individuos de broca por fruto.**

El número de individuos de broca en los frutos de la planta aumentó 64% del segundo al tercer mes de cosecha, manteniéndose alrededor de este valor hasta el final de la cosecha, Figura 2. El número promedio de individuos en los frutos de la planta es alto, comparado con reportes de Camilo y Olivares (2003) y Camilo y Olivares (2005), en la zona de La Cumbre y Juncalito.

El número de individuos de broca por fruto en el suelo, aumenta drásticamente del primer al segundo mes de cosecha, descendiendo ligeramente en los siguientes dos meses. El número promedio de individuos en los frutos en el suelo es considerado alto, comparado con reportes de Camilo y Olivares (2003) y Camilo y Olivares (2005), en la zona de La Cumbre y Juncalito.

Con respecto a la distribución por tipo de individuo de broca (instares) en los frutos en la planta, se observó un incremento en la número promedio de larvas y huevos a partir del segundo mes cosecha hasta el último. Sin embargo, los demás tipos de instares se mantienen bajos, Figura 3. Comportamiento similar al reportado en esta zona por Camilo y Olivares (2003), donde tanto la cantidad de huevos y larvas aumentan desde los 161 hasta 203 días pos floración.

Con excepción del comportamiento de las pupas, que aumenta drásticamente en el segundo mes de cosecha (Figura 4), el comportamiento de los demás instares en frutos recolectados del suelo es similar a lo que ocurre en los frutos de la planta, sólo que en menor proporción.

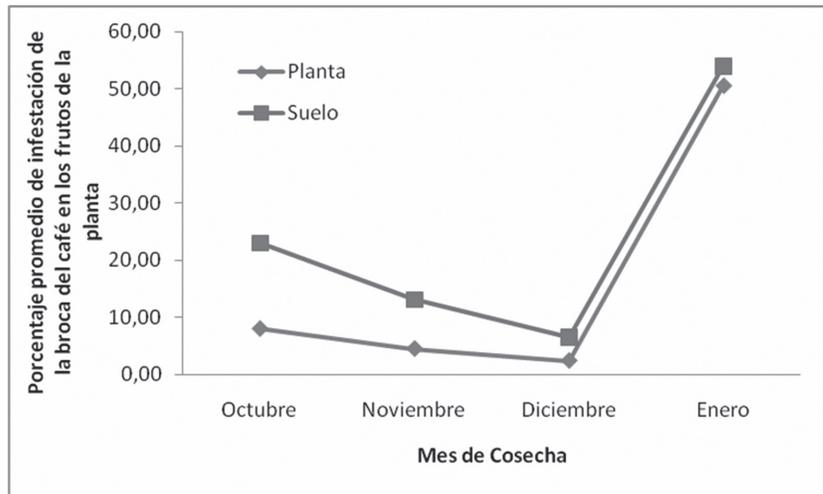


Figura 1. Porcentaje promedio de infestación de la broca del cafeto en los frutos de la planta durante la cosecha.

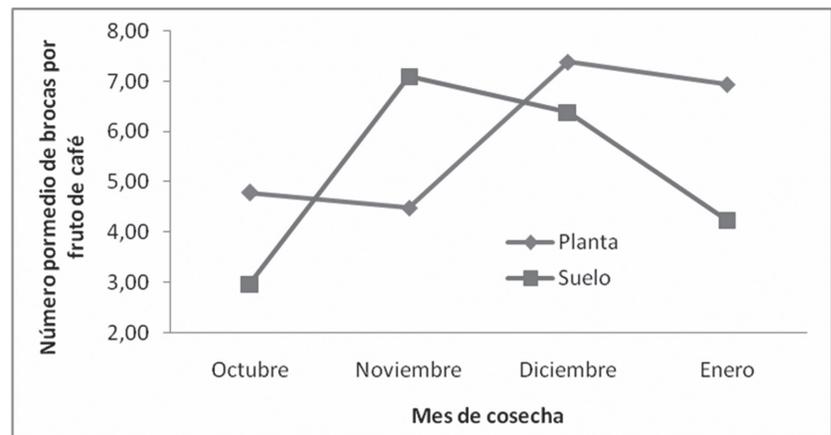


Figura 2. Número promedio de individuos de brocas por fruto de café durante la época de cosecha.

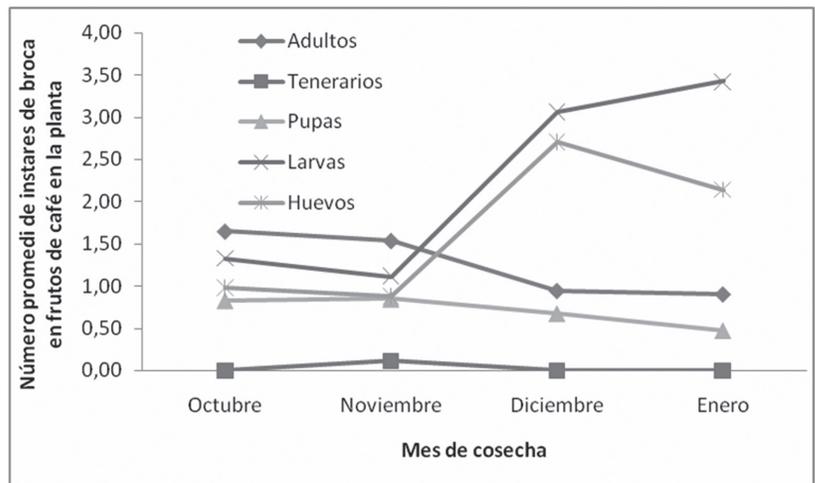


Figura 3. Número promedio de instares de brocas por fruto de café en la planta durante la época de cosecha.

## CONCLUSIONES

La adaptación del parasitoide *C. stephanoderis* es limitada y no sostenible en el tiempo para la zona de La Cumbre, Santiago. Se requiere de liberaciones sucesivas anuales para mantener la población efectiva en el campo.

Se encontró un alto porcentaje promedio de infestación de broca, tanto en los frutos en la planta y en el suelo, durante el período de cosecha 2012 – 2013.

Se observó mayor cantidad promedio de individuos de broca con respecto a estudios anteriores.

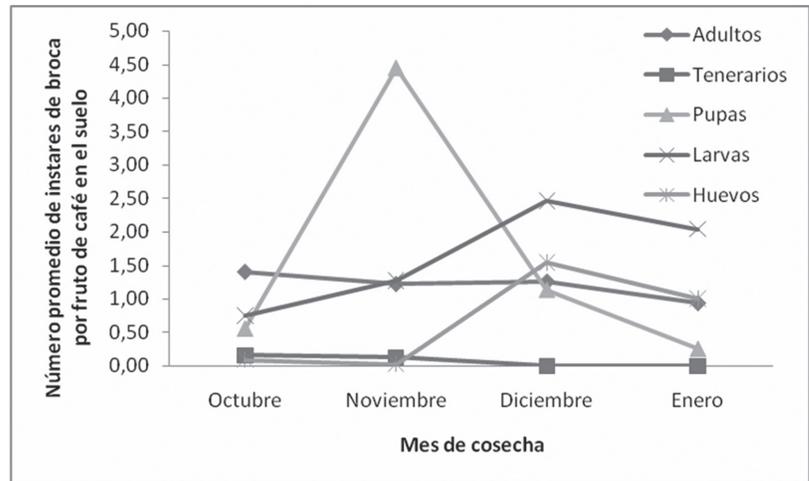


Figura 4. Número promedio de instares de brocas por fruto de café en el suelo durante la época de cosecha.

## LITERATURA CITADA

Borbón, O. 1991. La broca del fruto del café: programa cooperativo ICAFE-MAG. 1ra ed. ICAFE. San José, CR. 50 p.

Camilo, J.; Olivares, F. 2003. Posicionamiento y número de estados de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) durante el desarrollo del fruto en La Cumbre. Café: Resultados de Investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, DO. 59 p.

Camilo, J.; Olivares, F. 2005. Posicionamiento y número de estados de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) durante el desarrollo del fruto en Cerro Prieto, Juncalito. Investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, DO. 7 p.

Camilo, J.; Olivares, F. 2005. Efectos de *Cephalonomia stephanoderis* asociado a dos prácticas culturales de control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Solimán. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Santo Domingo, DO. 5 p.

Codocafé (Consejo Dominicano del Café). 2007. Diagnóstico de la Caficultura Dominicana. Santo Domingo. DO.

Codocafé (Consejo Dominicano del Café). 2012. Serie histórica de la producción, exportación y divisas del café dominicano años cafeteros del 1939-1940 al 2009-2010. Santo Domingo. DO.

Gómez, J.; Santos, A.; Valle-Mora, J.; Montoya, P. 2010. Determinación del establecimiento de parasitoides de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, MX. Entomotropica 25(1): 25-36.

Toribio, C.; Camilo, J. 2007. Situación de la broca del café en la República Dominicana. La Broca del café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de la Frontera Sur. México, MX. Pp 43-55.

# Fluctuación poblacional del gorgojo de la pimienta *Peridinetus signatus* (Rosenschoeld) (Coleóptera: Curculionidae) en Yamasá, República Dominicana

Alejandro Pujols, Ignacio Batista, Feliciano Andújar y Juan de Dios Moya

El gorgojo de la pimienta *Peridinetus signatus* Rosenschoeld, en su estado adulto se alimenta de las hojas nuevas, las flores y los frutos de la planta de pimienta *Piper nigrum* (L.). Las larvas taladran los tallos y ramas. El insecto está asociado al hongo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., lo cual incrementa los daños en el cultivo. En la República Dominicana existe poca información sobre la ecología de esta plaga. Con el objetivo de determinar la fluctuación poblacional de *P. signatus*, se realizó un experimento entre los años 2011 y 2012 en cuatro parcelas en producción de la localidad de Hato Viejo, municipio Yamasá, provincia Monte Plata. Se realizaron colectas quincenales utilizando trampas artesanales tipo Brocap®, cebadas con metanol. La cantidad de insectos recolectados quincenalmente se comparó con la temperatura media y la precipitación pluvial de las áreas en estudio, determinándose la influencia de estos factores sobre la estacionalidad del picudo, por medio de análisis de correlación, empleando el paquete estadístico InfoStat®, versión 2008. Se determinó además la distribución espacial y preferencia alimenticia del insecto en las plantas de pimienta. La dinámica poblacional del gorgojo en el área de estudio se encontró asociada al patrón de distribución pluvial con ( $r=-0.89$ ,  $p<=0.05$ ). Con precipitación de 114.8 mm. y temperatura promedio de 24.5°C se registraron en promedio 23 insectos por trampa. Diferentes respuestas fueron observadas con precipitación de 572.4 mm y temperatura de 27°C, donde las poblaciones del gorgojo fueron menores, entre 0 y 4 adultos por trampa. La distribución espacial de *P. signatus* resultó de tipo agregada o contagiosa. Se encontró, además, que el gorgojo prefiere alimentarse en la sección basal y media de las plantas de pimienta. Estos resultados pueden contribuir a desarrollar una estrategia de manejo del insecto para disminuir los daños en el cultivo.

**Palabras clave:** dinámica poblacional, distribución espacial, *Piper nigrum*, estrategia

## INTRODUCCIÓN

El gorgojo de la pimienta *Peridinetus signatus* Rosenschoeld (Coleóptera: Curculionidae), en su estado adulto se alimenta de las hojas nuevas, las flores y los frutos de la planta de pimienta *Piper nigrum* (L.). Las larvas taladran los tallos y ramas, Matsuda *et al.* (1997). Además el insecto está asociado al hongo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., lo cual incrementa los daños en el cultivo.

En la República Dominicana existe poca información sobre la ecología de esta plaga, además no ha sido reportada en otros países productores de pimienta. En la región solo se conocen estudios en Cuba, donde se ha estudiado su hábito de polifagia, reportándose una lista de 16 especies de plantas hospederas, incluidas en estas dos especies del género piper (*P. aduncum* L. y *P. amalago* Lin.).

Matsuda *et al.* (1997), estudiaron la incidencia de daños y distribución del gorgojo de la pimienta en la mayoría de las zonas productoras de la República Dominicana, sin embargo, no se ha establecido un umbral de daños para la misma. En las plantaciones los daños han pasado de leves a severos, observándose parcelas con más de un 80% de daños y alta mortalidad de plantas.

El ataque de esta plaga puede mermar considerablemente la producción de pimienta e impedir la expansión del cultivo, como consecuencia, la oferta del producto al mercado estaría limitada.

La necesidad de información ecológica sobre el ambiente en que se desarrollan los cultivos y las plagas asociadas, es considerada vital en un programa de manejo integrado de plagas (mip); en consecuencia, el conocimiento de las especies y ecología de la población han sido las bases para el mip, Gazzoni (1994). Estudiar la fluctuación poblacional y la disposición espacial de los individuos de una población podría permitir extraer conclusiones acerca de su naturaleza de dispersión y del proceso biológico que la determina, Michela *et al.* (2000).

Esta investigación tiene por objetivo contribuir con el conocimiento de la ecología poblacional de *P. signatus*, mediante la determinación de su disposición espacial y de sus hábitos alimenticios, como herramientas para el manejo de esta plaga y contribuir a garantizar la integridad del medio ambiente y el uso adecuado de controles por parte de los productores de pimienta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

Este estudio se realizó entre los años 2011 y 2012 en cuatro parcelas de pimienta en producción de la localidad de Mamá Tingo, municipio Yamasá, provincia Monte Plata, en la República Dominicana; ubicada a 70° 08' 00" longitud oeste y 18° 48' 00" latitud norte. Localizada a una altura de 49 msnm, con temperatura promedio anual de 23.9 y con una variación promedio de 4.3°C, con humedad relativa promedio de 74.4°C y pluviometría media anual de 1,500 a 2,000 mm.

### Fluctuación poblacional de *P. signatus*

Para la determinación de la fluctuación poblacional del picudo se realizaron muestreos, utilizando trampas artesanales tipo Brocap®, cebadas con metanol. Se colocaron 12 trampas en cada parcela, ubicadas a 1.0 metro de altura, distanciadas en 5 m y a 3 m del borde de las parcelas. Cada quince días los insectos fueron retirados de las trampas y colocados en frascos de colectas debidamente etiquetados, conteniendo alcohol etílico al 70 %. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Arrocería Juma, del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) en Bonao, provincia Monseñor Nouel. La identificación taxonómica de los insectos se hizo por comparación directa de los ejemplares utilizando la guía taxonómica de Entomologist-images®. Los insectos recolectados quincenalmente se asociaron con la temperatura media y precipitación pluvial del área en estudio, determinándose la influencia de estos factores sobre la estacionalidad del picudo, por medio de análisis de correlación, empleando el paquete estadístico InfoStat®, versión 2008 (Universidad de Córdoba, AR).

### Disposición espacial de *P. signatus*

Para determinar la disposición espacial de las poblaciones del picudo dentro de las parcelas evaluadas, se empleó el índice de agregación de varianza relativa, como método estadístico. El mismo es ampliamente utilizado tanto para el análisis del total de capturas de individuos así como para el estudio de modelos espaciales estacionales. El índice asume que la agregación de una población depende de la densidad media y supone que

hay una relación lineal entre la media y la varianza, Davis y Pedigo (1989) y Krebs (1999); índices resultantes a 1, <1 y >1, indican patrones de distribución uniforme, al azar y agregada, respectivamente.

### Prueba de preferencia alimenticia

Se realizó una prueba de preferencia alimenticia de los adultos de *P. signatus* en las secciones apical, media y basal de las plantas de pimienta, con el objetivo de evaluar cuál estrato prefiere el insecto para alimentarse. Se realizaron evaluaciones visuales cada quince días, donde se observó si las hojas presentaban perforaciones recientes producto de la alimentación del picudo. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y separación de medias con la prueba Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica poblacional

La mayor cantidad de adultos del Gorgojo de la pimienta se observó en el mes de diciembre, donde la temperatura media mensual fue de 24.5°C y las lluvias promedio de 114.8 mm, con una población media de 23 insectos por trampa. Con temperaturas de 26.5 a 27.3°C y lluvias promedio de 572.4 mm, las poblaciones fueron menores, entre 0 y 4 adultos por trampa, Figuras 1 y 2.

La dinámica poblacional del picudo en el área de estudio está asociada al patrón de distribución pluvial ( $r=-0.89$ ,  $p\leq 0.05$ ), dado a que en las diferentes parcelas experimentales las mayores capturas de insecto adulto coinciden, de manera general, con las menores precipitaciones, o sea, a menor precipitación, menores poblaciones de picudos y viceversa. Krebs (1999), señaló que factores como la temperatura y precipitación pluvial, influyen en la dinámica de las poblaciones de invertebrados (insectos) así como en el vuelo.

### Disposición espacial de *P. signatus*

El valor medio de la razón  $S^2/x$  de capturas del gorgojo resultó significativamente superior a uno (5.70) en todos los meses de muestreo del insecto, lo cual indica una disposición espacial de tipo agregada o contagiosa, Tabla 1.

Tabla 1. Disposición espacial de *P. signatus* en cuatro parcelas de pimienta en Yamasá, República Dominicana, 2011/2012

parcelas	media	varianza	índice calculado	disposición	E.E
1	7.18 a	44.36	6.18 a	agregada	2.01
2	9.09 a	50.49	5.55 a	agregada	2.14
3	7.55 a	38.27	5.07 a	agregada	1.87
4	6.00 a	36.2	6.03 a	agregada	1.81

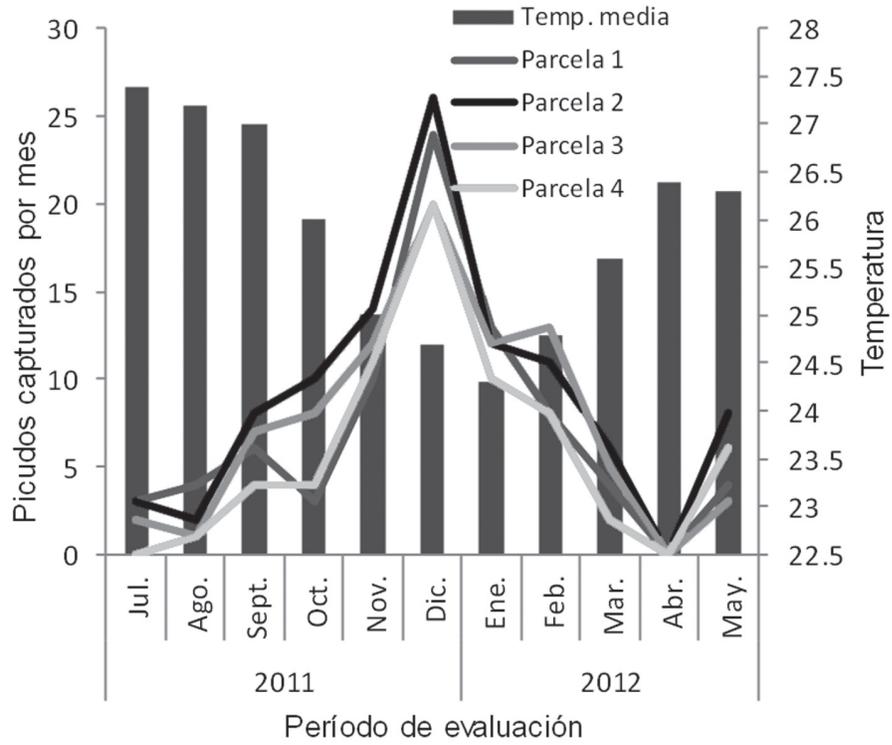


Figura 1. Fluctuación poblacional de *P. signatus* y temperatura media en Yamasá, Monte Plata, República Dominicana.

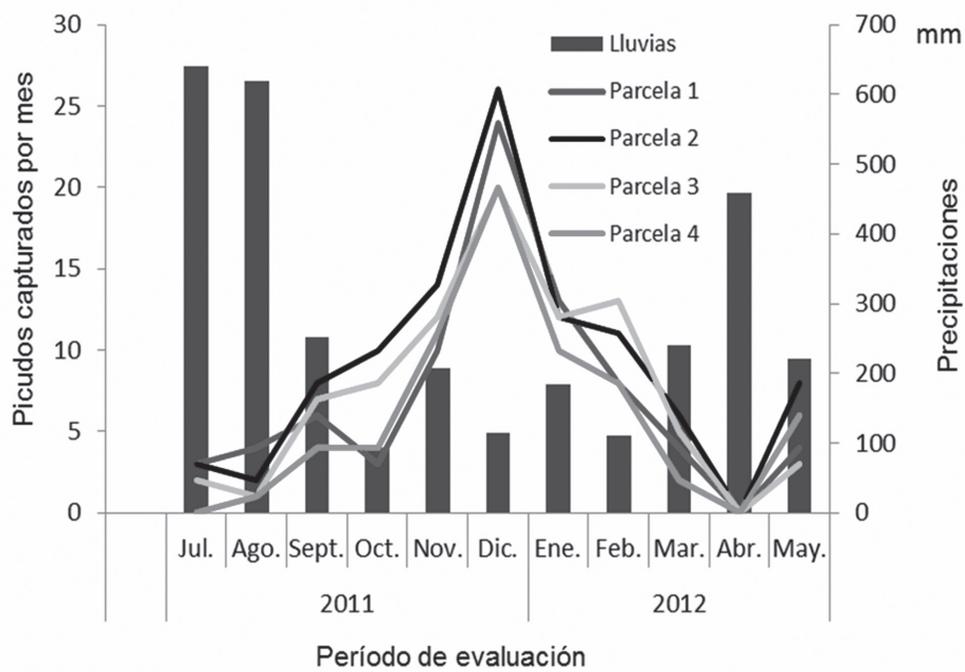


Figura 2. Fluctuación poblacional de *P. signatus* y precipitaciones en Yamasá, Monte Plata, República Dominicana.

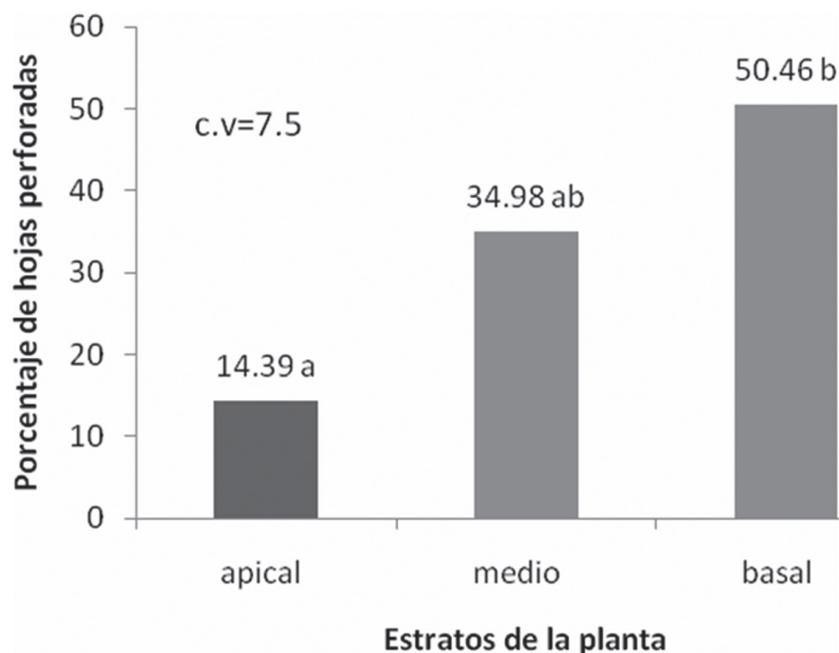


Figura 3. Daños de *P. signatus* representados en porcentajes de perforaciones en hojas nuevas de pimienta y su localización en la planta. Yamasá, República Dominicana. Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Coulson y Witter (1990), indicaron que las razones más comunes para que se presente este tipo de distribución en poblaciones de insectos, es que las plantas hospederas y el hábitat sean susceptibles y que los insectos poseen mecanismos de comunicación que permiten la identificación del hospedero y localización de su pareja para el apareamiento.

#### Preferencia alimenticia de *P. signatus*

En la Figura 3, se muestra que hubo diferencias estadísticas significativas entre los estratos de la planta de pimienta que prefiere el gorgojo para alimentarse ( $p \leq 0.0238$ ), el estrato basal resultó con 50.46 % de hojas nuevas perforadas, el estrato medio registró el 34.98 % y por último el estrato apical registró sólo el 14.39 %.

No se observaron diferencias significativas entre las diferentes parcelas en estudio. No se encontraron resultados de otros autores, sin embargo este comportamiento de alimentación y movilidad del insecto en las plantas de pimienta, se puede utilizar como elemento clave para diseñar planes de muestreo para esta plaga.

#### CONCLUSIONES

El valor máximo de las poblaciones del gorgojo de la pimienta capturado en campo, fue de 26 insectos por muestreo durante el mes de diciembre de 2011 y estuvo relacionado con el menor registro de lluvias.

La distribución espacial de *P. signatus* resultó de tipo agregada o contagiosa, o sea se encontró atacando en focos.

Se encontró además que el insecto prefiere alimentarse en la sección basal y media de las plantas de pimienta.

Estos resultados pueden contribuir a desarrollar una estrategia de manejo del insecto para disminuir los daños en el cultivo.

#### LITERATURA CITADA

- Coulson R.; Witter, J. 1990. Entomología Forestal. Editorial Limusa S.A. de C.V. México, MX. 751 pp.
- Davis, P.; Pedigo, L. 1989. Analysis of spatial patterns and sequential count plans for stalk borer (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 18: 504-509.
- Gazzoni, D. 1994. Manejo de plagas da soja. Uma abordagem histórica. Brasília, Embrapa. CNPSo. BR. Pp. 78-82.
- Krebs, C. 1999. Ecological Methodology. Segunda Edición, University of British Columbia, Vancouver. 624 p.
- Matsuda, A.; González, E.; Moya, D. 1997. Principales enfermedades, plagas y daños fisiológicos de la pimienta en la República Dominicana. Proyecto de Desarrollo del cultivo de la pimienta Fase II. Eds. SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO), IAD (Instituto Agrario Dominicano, DO) y JICA (Japan International Cooperation Agency, JP). 54 p.
- Michela, J.; Juárez, M.; Florentino, D.; Notario, A.; Castresana, L. 2000. Distribución espacial y su variabilidad con respecto al tiempo de una población de *Micrapate wagneri* Lesne (Coleoptera: Bostrichidae) en un rodal de *Prosopis nigra* (Gris.), en Santiago del Estero, AR. Bol. San. Veg. Plagas 26:11-14.

## Caracterización de las prácticas de cosecha y poscosecha y niveles de OTA del cacao en zonas productoras de la República Dominicana<sup>§</sup>

José Romero, Orlando Rodríguez, Juan Jiménez, José González, Juan Almonte y José Camilo<sup>1</sup>

El cacao dominicano tiene ventajas competitivas en mercados especiales y como cultivo tradicional de exportación. Sin embargo, la presencia de altos niveles de *Ocratoxina A* (OTA) podría afectar la imagen de este producto en los mercados internacionales. El desarrollo de los mohos y por ende la síntesis de OTA es afectada por el manejo del cultivo, las prácticas de cosecha y poscosecha, las condiciones climáticas y la biodiversidad, favoreciendo la producción de micotoxinas. El objetivo de esta investigación fue cuantificar los niveles de OTA presentes por tipos de cacao y zonas de producción. Se realizaron 379 encuestas y se tomaron 185 muestras de cacao en 15 de las principales zonas productoras de cacao a nivel nacional. Los resultados indican que la mayoría de productores y centros de beneficiado realizan prácticas adecuadas durante la cosecha y poscosecha del cacao. En siete de las 15 zonas, los niveles de OTA fueron relativamente bajos con una media de 1.12 partes por billón (ppb). En los tipos de cacao Sánchez orgánico e Hispaniola convencional y orgánico, los valores de OTA fueron muy bajos con un rango de 0.10 a 0.43 ppb. El cacao Sánchez convencional tuvo el mayor nivel con 4.3 ppb. No existe relación entre los tipos de defectos y el nivel de OTA en cacao. En general, el cacao de las diferentes zonas productoras tuvo un bajo nivel de OTA.

Palabras clave: *ocratoxina A*, micotoxinas e inocuidad.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao ocupa un área total de 152,261 hectáreas (2,420,950 tareas) a nivel nacional. La producción está concentrada principalmente en la región nordeste con un 60.82% del área total. En menor medida, también, se produce cacao en las regiones este, central, norte y nordeste con 12.15, 10.20, 9.52 y 6.25% del área en producción, respectivamente. Actualmente, se registran unos 35,000 productores vinculados directamente a la producción de cacao, SEA (2009). El cacao es un cultivo tradicional de exportación y un importante generador de divisas, ocupa el tercer lugar, a nivel nacional, entre los cultivos tradicionales de exportación. En los últimos tres años (2008 al 2010) se exportó un promedio anual de 50,247.04 TM, equivalente a US\$ 145,320,200.44 (MA, 2010). Los estudios de competitividad realizados en la República Dominicana establecen que el cacao tiene ventajas competitivas en los mercados especiales, SEA (2006). Sin embargo, la presencia de *Ocratoxina A* (OTA) en niveles calificados como altos en este producto a nivel de las zonas de producción, podría reducir el volumen de exportación y la pérdida de mercados internacionales ya establecidos.

Las micotoxinas entre las que se encuentra la OTA, son los contaminantes más comunes del cacao en grano.

La ocratoxina A (OTA) es un tipo de micotoxina que se produce como resultado del metabolismo secundario de mohos de la especie *Aspergillus* y *Penicillium*. Se ha demostrado que la OTA posee un potente efecto nefrotóxico y nefrocancerígeno y puede encontrarse en un amplio rango de alimentos y bebidas, incluyendo el cacao, Pohland *et al.* (1992) y Hohler (1998). Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes: a) caracterizar las prácticas de cosecha y poscosecha del cacao en las principales zonas productoras, b) determinar la cantidad de defectos del grano asociados con la presencia de OTA y c) cuantificar los niveles de OTA presentes por tipos de cacao y zonas de producción.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Prácticas de cosecha y poscosecha del cacao.

Este estudio se realizó en las principales zonas productoras de cacao a nivel nacional, para lo cual se seleccionaron 15 zonas con más de 50,000 tareas en producción. Para la caracterización de las prácticas de cosecha y poscosecha de cacao se utilizó un tamaño de muestra de 379 productores asumiendo un error de muestreo de 5 % y un nivel confianza de 95 %. La muestra se dis-

<sup>1</sup> Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Rafael Augusto Sánchez #89, Ensanche Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. Teléfono: (809) 567-8999. jcamilo@idiaf.gov.do.

<sup>§</sup> Estudio realizado con el apoyo del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt)

tribuyó con afijación proporcional según el número de productores por zona de producción. La población objeto de este estudio fue de 30,673 productores de cacao. La recolección de los datos se realizó mediante la aplicación de un cuestionario a los productores seleccionados. En total, se entrevistaron 379 cacaocultores distribuidos proporcionalmente a la cantidad de productores por zona. Además de las entrevistas a los productores seleccionados, se realizaron visitas de observación a los diferentes centros de beneficiado existentes en cada zona para el levantamiento de informaciones sobre las prácticas de poscosecha.

### **Ocratoxina A en Cacao**

En las zonas productoras seleccionadas se realizó un muestreo por tipo de cacao en base en la producción de cacao grano. Se consideró, además, el cacao beneficiado en las fincas (8.4 %) y en los centros de beneficiado (91.6%). Se utilizó un tamaño de muestra de 185, con 7.2 % de error de muestreo y un nivel confianza de 95 %. La muestra se distribuyó con afijación proporcional según la producción de cacao por zona productora. El muestreo se realizó en una partida de cacao igual o mayor a 5 quintales, en la cual se recolectaron 10 submuestras de 100 g. Las submuestras colectadas fueron colocadas en un envase plástico y limpio. Luego, se mezclaron para formar una muestra de 1 kg de cacao seco. Todas las muestras fueron secadas al sol y en forma mecánica hasta alcanzar un 7% de humedad. Cada muestra fue envasada en una doble bolsa de polietileno para su almacenamiento. Se tomó una muestra de 200 granos de cacao para el análisis físico, el cual consistió en la determinación de tipos y números de defectos (mohos y daños por insectos). Para el análisis químico se tomó una muestra de 300 g de cacao, utilizando el equipo Vicam para la detección y cuantificación de los niveles de Ocratoxina A (OTA). Este análisis se realizó en un laboratorio del Centro de Tecnologías Agrícolas del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) en Pantoja, Santo Domingo Oeste.

El procedimiento utilizado fue el siguiente:

**Fase de extracción:** se pesaron 25 g de cacao molido, se le adicionaron 5 g de NaCl y 100 ml de una solución compuesta de acetronitrilo y agua destilada en proporción 60/40. Luego, se colocó en una licuadora por un minuto. El extracto se filtró y se colocó en una probeta.

**Fase de purificación:** se diluyó 10 ml del extracto en 40 ml de fosfato búfer salino, PBS, más 4 µl de Tween 20. Las columnas de inmunoafinidad fueron colocadas sobre un sostenedor, se le removieron las tapas y se le agregó 10 ml de PBS para acondicionarlas. Luego se pasó el extracto diluido por un papel de microfibras y posteriormente a la columna a un flujo de 2 a 3 ml/min. Al terminarse el extracto diluido, las columnas fueron lava-

das con 20 ml de PBS a un flujo de 5 ml/min y secadas dejando pasar aire dentro de las mismas. Luego de lavadas las columnas, se colocó un recipiente recolector. Posteriormente, se realizó una elución de la OTA de la columna utilizando 1.5 ml de una solución de desorción (metanol). El extracto purificado fue colocado en el equipo Vicam para la detección y cuantificación de OTA.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Prácticas de cosecha de cacao**

En la mayoría de las zonas productoras la principal cosecha de cacao se realiza en el período de marzo a julio de cada año. El pico de la cosecha ocurre en los meses de abril, mayo y junio. La cosecha menor se realiza en los meses de noviembre, diciembre y enero, Batista (2009). La recolección se realiza cuando las mazorcas están en una condición óptima de maduración, la cual se produce por un cambio de color rojo a anaranjado y de verde a amarillo según el cultivar utilizado. Los períodos de recolección normalmente son cortos (12 a 15 días) para evitar la sobremaduración y la pérdida por plagas y enfermedades. De acuerdo con los resultados, la mayoría de productores (60.1 %) realizan el corte de la mazorca de cacao cada 13 a 18 días en el pico de la cosecha. El 25 % de los productores lo realiza cada 19 a 24 días. Los períodos cortos de recolección reducen la cosecha de mazorcas sobremaduras y verdes. En la etapa final de la cosecha, los productores realizan el corte de las mazorcas en períodos mayores a los del pico de la cosecha. El 39.6 % lo realiza en períodos superiores a los 24 días. El 29.8 % lo realiza de 19 a 24 días.

### **Prácticas de poscosecha de cacao**

El picado de las mazorcas de cacao se realiza con diferentes herramientas, entre las que se incluye machete y cuchillo. El 77 % de los productores utilizan principalmente cuchillo como la herramienta más común. El picado de las mazorcas es realizado el mismo día de la cosecha por la mayoría de productores (51.2%). El 30.9 y el 17.9 % de los productores pican las mazorcas a los dos y tres días después del corte, respectivamente (Tabla 2). La mayoría de productores (87.7 %) transportan el cacao con el mucilago (baba) en sacos; en menor medida en yagua (13.5 %) y en cubeta plástica (6.8 %).

Dentro del proceso de manejo poscosecha, la fermentación y el secado se realiza principalmente en los centros de beneficiado del cacao. El cacao en baba se transporta a esos centros, en un periodo menor de seis horas después del picado de la mazorca. El 91.6 % de los productores entrega el cacao en baba a los compradores, lo cual asegura una buena calidad del producto debido al manejo estándar en la fermentación y el secado en los centros de beneficiado. Sólo el 8.4 % de los produc-

tores realiza estas labores en la finca. La fermentación se realiza en cajas de madera durante un período de cuatro a cinco días, realizándose dos a tres remociones.

El secado del grano a nivel de la finca se realiza normalmente en secadero de plataforma fija y techo móvil y en secaderos de cemento. En los casos de los bloques de productores y de las empresas exportadoras, el secado del cacao se realiza en secaderos tipo túnel. Las empresas disponen de área de secado artificial alternativo en los tiempos de lluvia y período de pico de alta de la cosecha. Esto garantiza un proceso eficiente de secado del cacao, reduciendo la contaminación por moho, que es el defecto comercial más importante que afecta la calidad del cacao y de mayor riesgo de contaminación por OTA.

### Nivel de Ocratoxina A por zonas de producción

En la Figura 1, se presenta el porcentaje de muestras de cacao con y sin presencia de ocratoxina A por zonas productoras de cacao. Se observa que el cacao producido en las zonas de El Seibo, Yamasa, Gaspar Hernández, Villa Rivas, Miches, Sabana de La Mar, Hostos, Sánchez y Tenares no tuvo presencia de OTA. Entre las zonas con presencia de esta toxina en el cacao, la zona de Pimentel tuvo la mayor proporción de muestras con un 36.36 %, seguida de por Altamira con 28.57 % y San Francisco de Macorís con 21.21 %. En resumen, en ocho zonas de las 15 estudiadas hubo presencia de OTA. En 19 de un total de 185 muestras de cacao analizadas se detectó presencia de OTA, equivalente a un 10.3 %.

En las zonas con presencia de OTA en el cacao en grano, los niveles de esta toxina son en general muy bajos con una media de 1.12 ppb y un rango entre 0.01 a 5.3 ppb. Dado el alto porcentaje de muestras de cacao con presencia de OTA (36.36 %) y con el mayor nivel promedio medido (5.3 ppb) en la zona de Pimentel es recomendable estudiar las poblaciones de hongos existentes en el proceso de beneficiado del cacao, las condiciones climáticas y su relación con los niveles de OTA para poder entender los niveles encontrados con relación a las otras zonas del país, Figura 1.

### Nivel de ocratoxina A por tipo de cacao

Con base en la opinión de los productores encuestados, los tipos de cacao que se producen corresponden al Sánchez orgánico (45.6 %), Sánchez convencional (23.5 %), Hispaniola orgánico (29.3 %) e Hispaniola convencional (1.6 %). De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 2, el nivel de OTA en todos los tipos de cacao es bajo. El cacao tipo Sánchez convencional tuvo el mayor nivel promedio de OTA con 4.3 ppb. Este valor está influenciado por los mayores valores de OTA de las muestras de cacao de este tipo de la zona de Pimentel. Los demás tipos tuvieron valores promedio de entre 0.10 y 0.43 ppb. Estos resultados revelan que la presencia de esta toxina no afecta la inocuidad del producto y por tanto constituye una fortaleza para la exportación del cacao dominicano, sobre todo hacia a Europa.

La Figura 2, muestra el nivel de OTA por tipos de cacao. El cacao Sánchez convencional presentó el mayor nivel de OTA (4,3 ppb); datos similares a los reportados por Tafuri *et al.* (2004), quien afirma que el 28.56% de las muestras de cacao en polvo convencional fueron positivas a OTA.



Figura 1. Nivel promedio de OTA en ppb por zona con presencia de la toxina en el cacao.

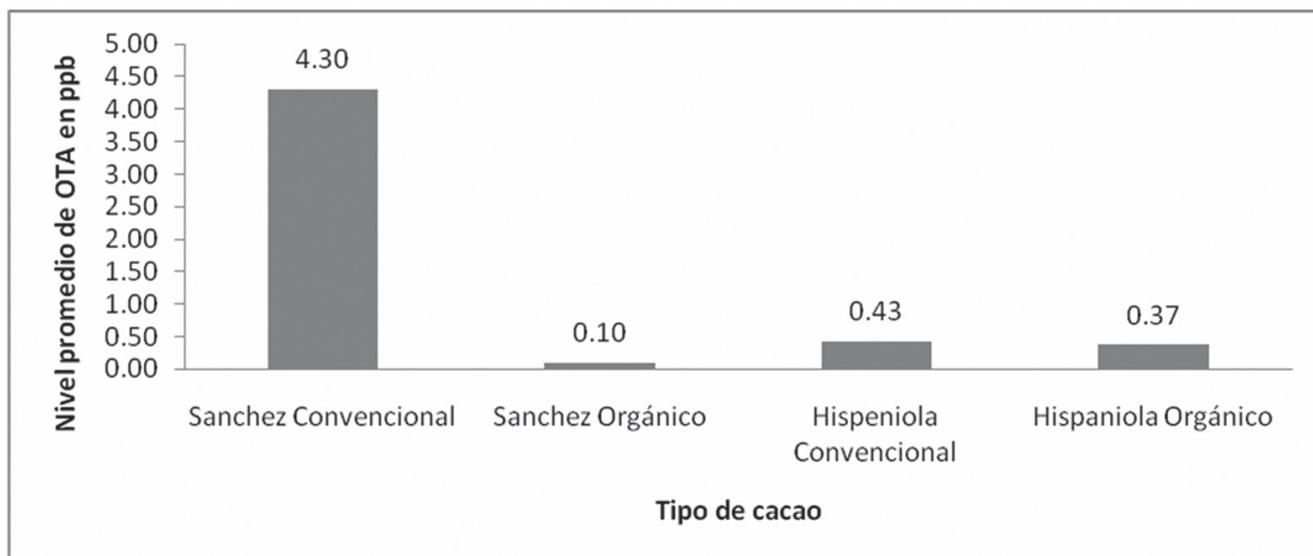


Figura 2. Nivel promedio de OTA por tipo de cacao.

## CONCLUSIONES

La mayoría de los productores realizan prácticas adecuadas en la cosecha y poscosecha del cacao.

La fermentación y el secado del cacao se realizan en forma adecuada en los centros de beneficiado de los bloques de productores y de las empresas exportadoras.

En el cacao producido en ocho de las 15 zonas estudiadas no hubo presencia de OTA. En las siete zonas restantes los niveles de OTA cuantificados fueron bajos con una media de 1.12 ppb.

En los tipos de cacao Sánchez orgánico, Hispaniola convencional e Hispaniola orgánico los valores de OTA fueron bajos con valores de 0.10 a 0.43 ppb. El cacao Sánchez convencional tuvo el mayor nivel con 4.3 ppb.

El cacao de las diferentes zonas productoras tuvo un bajo nivel de OTA, lo cual constituye una fortaleza como producto de exportación agrícola del país.

## LITERATURA CITADA

- Batista, L. 2009. El cultivo de cacao en la República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Santo Domingo, DO. 192p.
- Hohler, D. 1998 *Ochratoxin A* in food and feed: occurrence, legislation and mode of action. Institute für Tierernährung und Stoffwechsellphysiologie der Universität Kiel Otshausenstr. 37:2-12.
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Memoria Anual. Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.
- Pohland, A.; Nesheim, S.; Friedman, L. 1992. *Ochratoxina A*: a review. Pure Appl. Chem. 64:1029-1046.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2009. Producción de cacao. Santo Domingo, DO.

## Determinación de los niveles de ocratoxina A (OTA) en cacao dominicano de exportación<sup>§</sup>

José Camilo, José Romero, Orlando Rodríguez, Juan Almonte, José González y Noel Durand<sup>1</sup>

El cacao dominicano se exporta principalmente a los mercados de Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Italia, Bélgica, Holanda y España. El cacao dominicano tiene ventajas competitivas en los mercados especiales y como cultivo tradicional de exportación. Sin embargo, los países importadores exigen, cada día, un producto de mayor calidad e inocuidad. La presencia de altos niveles de Ocratoxina A (OTA) podrían afectar la inocuidad y por ende afectar la imagen de este producto en los mercados internacionales. El objetivo de esta investigación fue determinar los niveles de OTA en el cacao de exportación dominicano. Se tomaron a nivel nacional 174 muestras de cacao de lotes de exportación con un error de muestreo de 7 % y un nivel de confianza del 95%. En cada lote de cacao se tomaron 360 submuestras de 80 g, mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra final de 1 kg. La determinación de los niveles de OTA se realizó utilizando el protocolo del Cirad. Los resultados indican que en sólo el 23.57 % de los lotes muestreados hubo presencia de OTA. El 89% de los lotes con OTA presentaron niveles igual o menor a 0.3 ppb. No se observó una relación entre el promedio humedad, defectos (moho e insecto) y el nivel de OTA por tipo de cacao exportado. Basado en estos resultados podemos concluir que el cacao dominicano presenta un bajo nivel de OTA, lo cual constituye una fortaleza como producto de exportación.

Palabras clave: *ocratoxina A*, micotoxinas e inocuidad.

### INTRODUCCIÓN

El cacao dominicano se exporta a los mercados de Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Italia, Bélgica, Holanda y España, principalmente. En el periodo 2007 al 2010, el país exportó un promedio anual de 50,247.04 TM, equivalente a US\$ 145, 320,200.44. En la cosecha 2007-2008, se exportaron 33,602.17 TM y se generaron US\$ 99,437,402.05. En la del 2008-2009 62,382.11 TM con un valor de US\$ 162,347,706.96. En la del 2009-2010 54,756.83 TM con un valor de US\$ 174,175,490.32. Estos volúmenes de exportación son manejados por 19 empresas exportadoras y/o procesadoras, MA (2010).

Los estudios de competitividad realizados en la República Dominicana establecen que el cacao tiene ventajas competitivas en los mercados especiales y como cultivo tradicional de exportación, SEA (2006).

Las micotoxinas entre las que se encuentra la Ocratoxina A (OTA), son los contaminantes más comunes del cacao en grano. La OTA es un tipo de micotoxina que se produce como resultado del metabolismo secundario de mohos de la especie *Aspergillus* y *Penicillium*. Se ha demostrado que la OTA posee un potente efecto nefrotóxico y nefrocancerígeno y puede encontrarse en

un amplio rango de alimentos y bebidas, incluyendo el cacao, Pohland *et al.* (1992) y Hohler (1998).

La presencia de OTA, sobre todo si los niveles son altos en el cacao de exportación, podría afectar la preferencia de este producto en los mercados internacionales, especialmente en los europeos. En este sentido, esta investigación tuvo como objetivos a) determinar los niveles de OTA en cacao de exportación y b) determinar la relación entre los defectos (% moho e % insectos) y los niveles de OTA en cacao de exportación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de los niveles de OTA en cacao de exportación, se tomó como base el total del producto exportado en las dos últimas cosechas (2007-2008 y 2008-2009) por empresa, MA (2010). Con este propósito se tomaron 174 muestras de cacao con un error de muestreo de 7 % y un nivel de confianza del 95%. Las muestras se seleccionaron mediante un muestreo estratificado por tipo de cacao y por empresa exportadora, Tabla 1.

<sup>1</sup> Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Rafael Augusto Sánchez #89, Ensanche Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. Teléfono: (809) 567-8999. jcamilo@idiaf.gov.do.

<sup>§</sup> Estudio realizado con el apoyo del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt)

A nivel de cada lote de cacao de exportación se tomaron 360 submuestras de 80 g. Estas submuestras se mezclaron y se tomó una muestra final de 1 kg. Al momento del muestreo, se registró la humedad de cada muestra, tipo de cacao, procedencia, tiempo de almacenamiento y exportador. Las muestras fueron conservadas a una humedad entre 7 a 7.5 % en la Estación Experimental Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) en San Francisco de Macorís.

Las variables a medir fueron: nivel de OTA (ppb), tipo y número de defectos (% de moho e insectos). La determinación de los Niveles de OTA se realizó utilizando el protocolo del Cirad, Guyot (2004).

Los defectos del cacao se determinaron mediante conteo y clasificación de los granos por tipo de defectos, para lo cual se utilizó las normas del laboratorio ISO 1401. Se tomó una muestra de 200 granos. Se realizó un análisis de correlación entre los defectos del grano y los niveles de OTA encontrados por lote exportado.

El nivel de OTA se determinó en los laboratorios del Cirad-Francia. Para el análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) se utilizaron 100 g de cacao. Las muestras fueron acondicionadas, colocándolas en un congelador a -80 °C y posteriormente molidas en un molino Perten LM 3600.

El protocolo utilizado para la extracción, purificación, determinación y cuantificación del nivel de OTA fue el siguiente:

**Fase de extracción:** se pesaron 50 g de cacao molido, se le adicionaron 4 g de NaCl y 200 ml de una solución compuesta de acetronitrilo y agua destilada en proporción 60/40. Luego se colocó en agitación por 30 minutos.

Del extracto, se tomó 45 ml y se colocó en una centrifuga Sigma 2k15 por 10 minutos a 3,000 rpm a 10 °C.

**Fase de purificación:** se diluyó 4 ml del extracto en 44 ml de fosfato búfer salino (PBS) más 4 µl de Tween 20. Las columnas fueron colocadas en una cámara de vacío, se le removieron las tapas y se le agregó 10 ml de PBS para acondicionarlas. A continuación, se pasó el extracto diluido a un flujo de 2-3 ml/min. Al terminarse el extracto diluido las columnas fueron lavadas con 20 ml de PBS a un flujo de 5 ml/min y secadas dejando pasar aire dentro de las mismas.

Debajo de cada columna se colocó un recipiente recolector. Posteriormente, se disocia la OTA de la columna utilizando 1.5 ml de una solución de desorción (metanol). El extracto purificado es evaporado en un calentador a 70 °C con un flujo constante de nitrógeno, luego se le agrega 1 ml de solvente de la fase móvil del HPLC. Finalmente, las muestras son inyectadas al equipo de HPLC para su detección y cuantificación.

Tabla 1. Número de muestras tomadas por tipo de cacao y exportador

Empresa Exportadora	Tipo de Cacao				Total
	Sánchez Convencional	Sánchez Orgánico	Hispaniola Convencional	Hispaniola Orgánico	
1	9	18	6	27	60
2	7	0	0	18	25
3	5	0	0	0	5
4	3	0	0	0	3
5	5	0	0	2	7
6	1	2	1	14	18
7	7	0	0	0	7
8	0	0	0	4	4
9	0	1	0	8	9
10	0	0	0	6	6
11	0	0	0	1	1
12	0	0	0	2	2
13	0	0	0	3	3
14	0	0	0	10	10
15	0	0	0	10	10
16	1	1	1	1	4
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>106</b>	<b>174</b>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Presencia de Ochratoxina A en el cacao

Los resultados indican que en el 23.57 % de los lotes muestreados por tipo de cacao, hubo presencia de OTA, Tabla 2. Este resultado fue menor que el determinado por Brera *et al.* (2011) y Amezqueta *et al.* (2004) donde las muestras de cacao seco en grano analizadas, presentaron presencia de OTA entre el 33% hasta el 73% y similares a los encontrados por Dembele *et al.* (2009) en la Costa de Marfil.

En el cacao tipos Sánchez convencional y orgánico, se detectó OTA en un mayor número de lotes en comparación con los tipos Hispaniola convencional y orgánico. En los lotes con presencia de esta toxina el nivel promedio fue de 0.16 ppb con un rango de 0.1 a 0.8 ppb, los cuales se consideran bajos. Valores similares reportó Teixeira *et al.* (2011) en el sur de Brasil donde el 92.5 % de los lotes de cacao seco con presencia de OTA tuvieron niveles por debajo de 0.20 ppb. Amezqueta *et al.*, (2004), en Costa de Marfil, Camerún y Guinea Ecuato-

rial encontró en muestras de cacao seco niveles promedio de 1.71 ppb, con un rango de 0.42 a 14.80 ppb.

Con respecto al cacao tipo Sánchez el nivel promedio de OTA fue de 0.18 ppb, ligeramente superior al Hispaniola (0.14ppb). Estos resultados indican similitud entre el nivel de OTA encontrado en el cacao fermentado y en el no fermentado. El nivel de OTA en las muestras provenientes a los sistema de producción convencional y orgánico no se observó una tendencia, similitud o diferencias claras. Estos resultados difieren a los reportados en Italia por Tafuri *et al.* (2004) donde sólo las muestras de cacao en polvo, proveniente del sistema de producción convencional presentaron OTA y en el 28.56% de estos con niveles sobre los límites legales sugeridos por la Unión Europea para ese año.

El 89% de los lotes con OTA presentaron niveles igual o menor a 0.3 ppb. Estos niveles son bajos considerando que las muestras analizadas fueron de cacao seco en grano, Figura 1. Según Amezqueta *et al.*, (2005) y Aroyeun y Adegoke (2007) el nivel de OTA se reduce entre 50 a 95% luego del descascarado. Dembele *et al.*

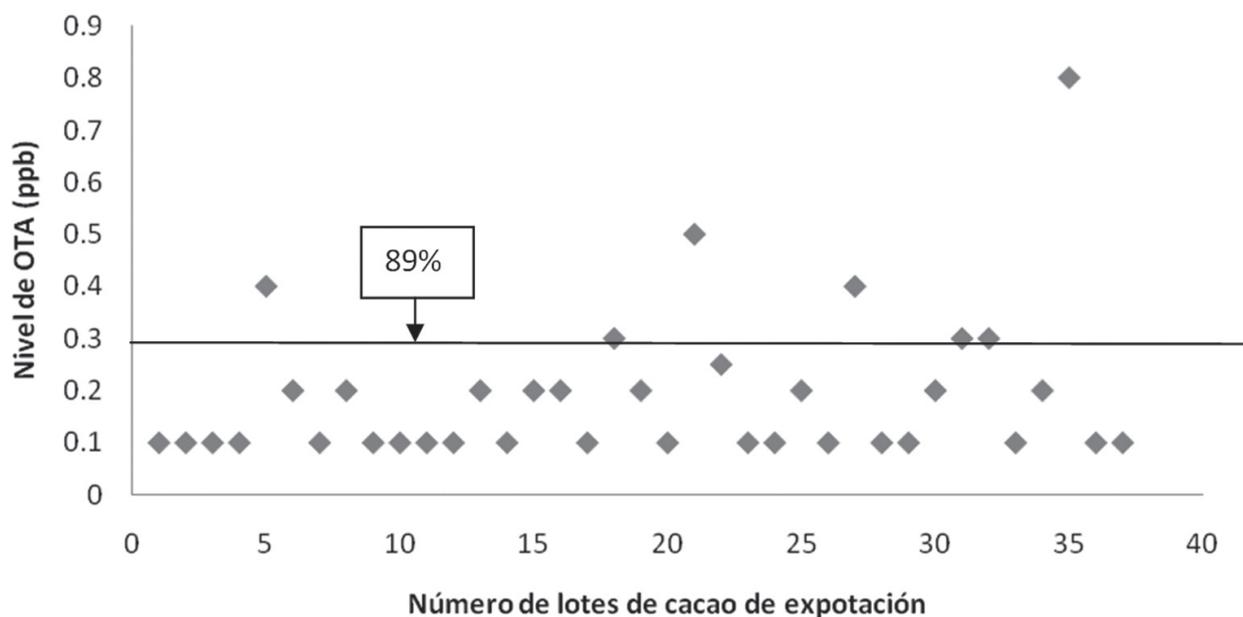


Figura 1. Dispersión del nivel de OTA en las muestras de cacao de exportación.

Tabla 2. Porcentaje de lotes con presencia y nivel promedio de OTA por tipo de cacao de exportación.

Tipo de cacao	% de lotes con OTA	Nivel promedio de OTA (ppb)	Máximo	Mínimo	DS
Sánchez Convencional	30.56	0.22	0.5	0.1	0.104
Sánchez orgánico	25.00	0.14	0.2	0.1	0.103
Hispaniola convencional	14.29	0.10	0.1	0.1	0.094
Hispaniola orgánico	21.28	0.19	0.8	0.1	0.111
<b>Promedio total</b>	<b>23.57</b>	<b>0.16</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.103</b>

Tabla 3. Porcentaje promedio de humedad, presencia de moho, insectos y nivel de OTA por tipo de cacao.

Tipo de cacao exportado	Humedad	Moho	Insecto	Nivel promedio de OTA (ppb)
Sánchez Convencional	7.12	3.06	0.47	0.22
Sánchez orgánico	6.91	1.22	0.26	0.14
Hispaniola convencional	6.78	1.00	0.00	0.1
Hispaniola orgánico	7.04	1.72	0.29	0.19
<b>Promedio total</b>	<b>6.96</b>	<b>1.75</b>	<b>0.26</b>	<b>0.16</b>

(2009), reportaron que el 9.5% de los lotes muestreados en los puertos de Abidjan y San Pedro en Costa de Marfil presentaron niveles de OTA sobre 2 ppb. Para ambos casos los niveles promedios son superiores al encontrado en el cacao seco en grano de este estudio.

### Relación entre los defectos y OTA

La Tabla 3, muestra los resultados del porcentaje de humedad, moho, insecto y el nivel de OTA por tipo de cacao. No se observó una relación entre el promedio humedad y defectos (moho e insecto) y el nivel de OTA por tipo de cacao exportado. Sin embargo, para el caso del cacao Sánchez convencional se observó un mayor nivel promedio de OTA, porcentaje de humedad, moho y daños por insectos en los granos. Bastide *et al.* (2005) reporta niveles de OTA que varían entre 2 hasta 20 ppb en granos provenientes de mazorcas con daños en el campo (momificadas, con hongos, daños por insectos). No obstante, no establece una relación entre los defectos del grano y el nivel de OTA.

### CONCLUSIONES

El cacao dominicano presenta un bajo nivel de OTA, lo cual constituye una fortaleza como producto de exportación.

Sólo el 23% de los lotes de cacao de exportación muestreado presentó OTA. El nivel promedio de OTA fue de 0.16 ppb en granos de cacao seco. El 89% de los lotes con OTA presentó niveles inferiores a 0.3 ppb.

No se encontró relación directa entre el nivel de OTA y el tipo de cacao exportado.

No se hubo relación directa entre los defectos de moho e insecto y el nivel de OTA en los diferentes lotes de cacao de exportación.

### LITERATURA CITADA

- Aroyeun, S.; Adegoke, G. 2007. Reduction of ochratoxin A (OTA) in spiked cocoa powder and beverage using aqueous extracts and essential oils of *Aframomum danielli*. *African Journal of Biotechnology* 6 (5): 612-616.
- Amézqueta, S.; González-Peñas, E.; Murillo, M.; de Cerain, A. 2004. Validation of a high-performance liquid chromatography analytical method for ochratoxin A quantification in cocoa beans. *Food Additives & Contaminants*: 21:1096-1106.
- Amézqueta, S.; González-Peñas, E.; Murillo, M.; de Cerain, A. 2005. Occurrence of ochratoxin A in cocoa beans: Effect of shelling. *Food Additive and Contaminants*, 1-7.
- Bastide, P.; Fourny, G.; Durand, N.; Petithuguenin, P.; Guyot, B., Gilmour, M.; Lindblom, M. 2005 Identification of Ochratoxina A sources during cocoa post-harvest processing: influence of harvest quality and climatic factors. 15th International Cocoa Research Conference. San José, CR.
- Brebra, C.; Debegnach, F.; De Santis, B.; Lafrate, E.; Pannunzi, E.; Berdinia, C.; Prantero, E.; Gregori E.; Miraglia, M. 2011. Ochratoxin a in cocoa and chocolate products from the italian market: occurrence and exposure assessment. *Food Control* 22(10):1663-1667.
- Dembele, A.; Coulibaly, A.; Traoré, S. K.; Mamadou, K.; Silue, N.; Touré, A. A. 2009. Determination of ochratoxin A (OTA) levels in exported cocoa. *Journal Tropicultura* 27(1):26-30.
- Guyot, B. 2004. Aflatoxinas y Ochratoxina A. Generalidades, Reglamentaciones y Determinación utilizando cromatografía líquida de alta eficiencia "HPLC". CIRAD. Montpellier, FR.
- Hohler, D. 1998 Ochratoxin A in food and feed: occurrence, legislation and mode of action. *Institute fur Tierernahrung und Stoffwechselphysiologie der Universtitat Kiel Otshausenstr. 37: 2-12.*
- MA (Ministerio de Agricultura,DO). 2010. Memoria Anual. Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.
- Pohland, A.; Nesheim, S.; Friedman, L. 1992. Ochratoxina A: a review. *Pure Appl. Chem.* 64:1029-1046.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2006. Estudio de Competitividad Agroalimentaria. Santo Domingo, DO.
- Tafari, A.; Ferracane, R.; Ritieni, A. 2004. Ochratoxin A in Italian marketed cocoa products. *Dipartimento di Scienza degli Alimenti, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Napoli, IT.*
- Teixeira, J.; Andrade, G.; Viscogliosi, H.; Grenier-Loustalot, M. 2011. Occurrence of Ochratoxin A in Brazilian cocoa beans. *Journal Food Control.* 22(5):744-748.

## Revista APF

### Instrucciones para autores

La Revista APF es editada por la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales de la República Dominicana (SODIAF). Se publica dos veces al año, tanto impresa como digital. El contenido de la Revista aparece publicado, en texto completo y de libre acceso, en el sitio web de la SODIAF [www.sodiaz.org.do](http://www.sodiaz.org.do). Los manuscritos que se sometan a la Revista APF se deben escribir en español.

Los trabajos que se publican en la Revista APF pueden ser de instituciones o personas dominicanas o extranjeras. Los manuscritos son sometidos a una revisión por pares anónimos que fungen de árbitros para el Comité Editorial. Los árbitros son profesionales destacados en sus disciplinas en forma individual y proceden de instituciones nacionales o internacionales. Sólo el Editor Principal conoce cuáles árbitros evalúan cada manuscrito. Las decisiones del Comité Editorial de publicar o no un manuscrito son inapelables y de acuerdo a las recomendaciones de los revisores. La Revista APF publicará artículos originales que no hayan sido publicados, parcial o totalmente, en ninguna otra revista científica nacional o internacional. Se aceptan artículos que hayan sido presentados pero no publicados en congresos, seminarios y simposios, ofreciendo el crédito correspondiente. Los autores, tanto individuales como corporativos, cederán los derechos de publicación a la Revista y se responsabilizarán por el contenido de sus trabajos.

El objetivo de la Revista APF es contribuir con la comunicación de resultados, parciales o finales, de trabajos investigación y transferencia de tecnologías en la comunidad científica nacional e internacional. Los trabajos sometidos deben aportar nuevo conocimiento al desarrollo científico o tecnológico. Se aceptan trabajos de todas las disciplinas biofísicas y socioeconómicas en los sectores agrícola, pecuario, incluyendo pesca y acuicultura, y forestal. La Revista APF incluirá trabajos en cinco secciones: Artículos Científicos, Revisiones Bibliográficas, Notas Técnicas, Revisiones de Libros y Artículos de Opinión. Los manuscritos sometidos a las primeras tres secciones serán revisados por pares calificados. Todos los manuscritos deben someterse en formato digital con una comunicación de solicitud formal al: Editor Revista Científica APF, Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF), correo electrónico: [editor.revista@sodiaz.org.do](mailto:editor.revista@sodiaz.org.do).

### Sobre el estilo de los manuscritos para la revista

El lenguaje de escritura de las publicaciones debe caracterizarse por su claridad, concisión y precisión. La extensión máxima de los trabajos debe ser de 15 páginas para los Artículos Científicos y Revisiones Bibliográficas y 10 páginas para las Notas Técnicas. El texto y las tablas de los manuscritos deben prepararse en Microsoft Word, tipografía Arial, tamaño 12, a 1.15 espacios entre líneas y en papel tamaño carta. A fin de asegurar la integridad de la información original, se deberá someter también un ejemplar en formato 'pdf'. Los márgenes superior e inferior deben ser de 2.5 cm, mientras el izquierdo y derecho deberán ser de 3 cm. Las páginas deberán numerarse en el centro de la parte inferior y utilizar la numeración continua de líneas en el margen izquierdo.

1. La escritura debe hacerse siguiendo las normas y reglas establecidas por la Real Academia de la Lengua Española en las ediciones más recientes de su 'Diccionario de la Lengua Española' y sus manuales de gramática y ortografía.
2. Para la expresión de valores de unidades, se utilizarán las normativas oficiales del Sistema Internacional de unidades de pesos y medidas (SI). Se preferirá la forma exponencial de expresión de estas unidades (25 kg ha<sup>-1</sup> de K). Utilice el punto decimal, en lugar de la coma decimal. Utilice el 0 antes del punto decimal (0.567). Limite el número de cifras significativas a lo estrictamente necesario para entender la magnitud de las diferencias. La escritura de números también debe hacerse siguiendo esas normativas. Los números del 0 al 9 se escriben textualmente (ocho tarros), con la excepción de cuando están en una serie (3, 5 y 14 semanas) o cuando se incluyen unidades de medida del SI (6 kg). No comience una oración con un número, escríbalo.
3. El sistema de referencias bibliográficas a utilizar será el del IICA-CATIE. En el texto, las citas se basan en el método Harvard (autor-año) y la lista de referencias (Literatura Citada) se organiza siguiendo un arreglo alfabético y cronológico por año de publicación. La alfabetización se hace por apellido e iniciales del nombre del autor.
4. Se usarán los términos 'Tabla', en vez de Cuadro, y 'Figura', en lugar de Gráfica o Ilustración. Las tablas y las figuras deben ser autosuficientes, o sea deben poder entenderse sin necesidad de recurrir al texto. Tablas y figuras deben numerarse secuencialmente

## Instrucciones para autores

en el orden que aparecen en el texto, utilizando números arábigos, y colocarse lo más próximo posible al lugar donde se hace referencia a ellas. En ningún caso los títulos se consideran oraciones, pero debe asegurarse una sintaxis adecuada y su correcta legibilidad. Los títulos no se escriben en negritas ni se pone punto final. Las tablas y las figuras deben tener sus fuentes de referencias. Las notas al pie deben referirse con números arábigos.

- Las tablas deben prepararse con sólo tres líneas horizontales (ver ejemplo más abajo). Los títulos de las tablas deben colocarse siempre arriba. Si hay notas al pie, el orden preferido de secuencia es: 1) En el título, 2) Cabezas de columnas, 3) Cabezas de filas, y 4) Cuerpo de la tabla. Para estas notas pueden utilizarse números o caracteres. No use más de tres decimales en cifras en el cuerpo de la tabla, si no es imprescindible.
- El término 'figura' incluye gráficas, fotografías, dibujos, mapas o diagramas. Los títulos de las figuras deben colocarse siempre abajo. No use más de dos decimales en los ejes de las figuras. Las figuras se deben preparar en blanco y negro, y utilizando patrones para el relleno de formas. Las figuras que sean imágenes deben someterse como archivos en formato 'jpg' de alta resolución (no menos de 300 dpi), para evitar su pixelación en la impresión. Aquellas que se preparen en Excel también deben salvarse como archivos 'jpg'. Las figuras deben someterse en archivos aparte del texto. La Revista APF se imprime en blanco y negro, por lo que las figuras no deben someterse en colores, sino en tonos de gris o patrones para rellenar formas. Se debe identificar en el texto el lugar donde colocar las figuras.
- La primera vez que se mencionan los nombres de plantas, artrópodos o agentes patógenos se debe referir su nombre común y su nombre científico,

este último en cursiva y en paréntesis, con su clasificador, siguiendo las normativas de las sociedades especializadas en cada caso. Las veces subsiguientes que se mencionen se pueden referir con sus nombres comunes o con el nombre científico, utilizando la inicial del género y la especie. Esto es aceptable, si no causa confusiones con otros géneros y especies mencionadas en el trabajo.

- Para referirse por primera vez a nombres de productos químicos, plaguicidas, fertilizantes, hormonas, entre otros, incluya el nombre técnico o genérico, así como el fabricante. De ahí en adelante utilice los nombres técnicos.
- En el caso de la mención de la taxonomía de suelos, refiera la serie y la familia de suelos en su primera mención.
- Refiera las horas utilizando el sistema horario de 12 horas, con a.m. y p.m., y usando dos dígitos para horas y minutos (hh:mm).

## TIPOS DE MANUSCRITOS ACEPTADOS

### 1. Artículos Científicos

El artículo científico es el manuscrito más importante a publicar en la Revista APF. Se caracteriza por sus contribuciones al conocimiento científico o tecnológico. Consiste en una profunda, actualizada y detallada revisión de literatura con aportes nuevos al conocimiento. Los epígrafes que constituyen un artículo científico son:

#### Título

Debe representar el contenido y los objetivos o resultados del artículo. No debe exceder de 15 palabras. No deben usarse abreviaciones ni fórmulas químicas. Se pueden usar nombres comunes, nombres de cultivos,

Ejemplo de tabla:

Tabla 1. Emisión de  $\text{NH}_3$  desde el suelo en una pradera manejada con pastoreo

Tratamiento <sup>1</sup>	Emisión de $\text{NH}_3$	
	Annual kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	Diaría kg ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
C	31.2 c <sup>2</sup>	0.085 c <sup>2</sup>
FI	39.9 a	0.109 a
FS	41.4 a	0.113 a
PFI	36.1 b	0.099 b
PFS	37.9 b	0.103 b

<sup>1</sup> C = Control sin pastoreo; FI = frecuente intenso; FS = frecuente suave; PFI = poco frecuente intenso; PFS = poco frecuente suave.

<sup>2</sup> Medias dentro de una columna seguidas por letras diferentes difieren significativamente entre sí (Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

## Instrucciones para autores

plagas o enfermedades, siempre que sean reconocidos en el mundo hispano.

### **Autores y Filiación**

Indicar el primer nombre seguido del primer apellido de cada autor. Incluir dirección, institución y correo electrónico del autor de contacto, como nota al pie de la primera página. El primer autor se considerará el autor principal de la investigación. Se entiende que cada coautor aprobó la versión final del manuscrito y que es igualmente responsable del trabajo.

### **Resumen**

Es la sección más leída de un artículo, después del título. Los hallazgos importantes del estudio deben de estar reflejados en el resumen. No debe contener más de 250 palabras y la estructura recomendada es la siguiente: importancia del estudio, los objetivos, metodología de investigación, principales resultados o hallazgos (cuantificados y con su soporte estadístico) y conclusiones. Ya en esta sección las abreviaciones se definen cuando se mencionan por primera vez. No se deben poner referencias de tablas ni figuras, como tampoco referencias documentales.

### **Palabras Claves**

Incluir no más de cinco palabras claves que puedan ser utilizadas para la indización bibliográfica. Evitar poner palabras claves que ya están en el título.

### **Introducción**

Defina claramente el problema que se estudió y que justificó hacer el estudio. Presente una discusión teórica actualizada y detallada basada en los hallazgos más recientes de otros autores. Presente su estrategia metodológica y los objetivos del estudio. Mantenga la introducción corta y ofrezca información esencial y actualizada.

### **Materiales y Métodos**

Esta sección debe proveer información suficiente que permita a otros investigadores repetir el estudio, basándose únicamente en la lectura del artículo, obtener resultados parecidos y llegar a conclusiones similares. Se deben describir de manera clara los materiales y los métodos biológicos, analíticos y estadísticos utilizados para realizar la investigación. Debido a la fuerte interacción del ambiente, es recomendable repetir en el tiempo y/o el espacio los ensayos que se realizan a campo abierto. Esto garantiza mayor estabilidad y consistencia en los resultados. Establezca con claridad si su estudio es experimental o no experimental, y de qué tipo. Diga con claridad cuáles fueron los tratamientos, si los hubo; cuáles fueron las unidades experimentales; cuáles las

unidades de muestreo (o de análisis); plantee con claridad el tipo de muestreo que hizo para levantar los datos; y describa con claridad las variables respuesta que estudió y cómo se midieron.

### **Resultados y Discusión**

En esta sección se presenta y discuten los resultados obtenidos. Discuta sus resultados, o sea diga cuál es su interpretación de por qué se obtuvieron los resultados que presenta. Explique cómo se puede entender el comportamiento de las variables respuesta, en relación a los tratamientos que se evaluaron y a los objetivos del estudio. Esta sección debe estar sustentada por tablas, figuras, análisis estadísticos de este estudio. Relacione sus resultados con los de otros autores. Una buena discusión presenta los resultados relacionados a los objetivos del estudio y discute los resultados o hallazgos de otros autores con los del estudio, tanto para apoyarlo como manifestar contradicciones. Se debe mantener la claridad y la concisión del escrito. No se debe presentar la misma información en diferente formato (texto, tabla o figura). Al presentar resultados, y siempre que sea posible, acompañe las medidas de tendencia central con alguna medida de variación o dispersión. En los análisis estadísticos, presente la probabilidad a la que hubo significación en la comparación de la diferencia de medias ( $P = 0.0514$ ) en lugar de decir que la diferencia fue significativa (\* o  $P \leq 0.05$ ) o altamente significativa (\*\* o  $P \leq 0.01$ ). Dé la oportunidad al lector de decidir si declara o no significativa una diferencia o magnitud. Recuerde que la probabilidad representa el peso de la evidencia, aportada por el análisis estadístico, de las diferencias entre medias o magnitudes.

### **Conclusiones**

Deben estar relacionadas con los objetivos del estudio. Para cada objetivo planteado, deben redactarse conclusiones. Establezca cuáles son las implicaciones de los resultados, o si estos no tienen ninguna implicación. No convierta esta sección en una lista de los principales resultados. Las conclusiones deben dar respuestas a los objetivos e hipótesis planteadas. Se deben basar, exclusivamente, en los resultados del estudio en cuestión, no en experiencias previas de los investigadores o en especulaciones.

### **Agradecimientos**

Esta sección, que es opcional, puede aparecer antes de la Literatura Consultada. Se incluyen aquí personas, instituciones, organizaciones y laboratorios, entre otros, que han contribuido total o parcialmente a la realización del estudio.

### Literatura Citada

El propósito de este epígrafe es ofrecer al lector un listado de documentos relevantes, utilizados por los autores, de manera que se pueda acceder a la información utilizada. Liste alfabéticamente las referencias bibliográficas citadas en el artículo. Se recomienda utilizar citas con aportes relevantes, publicadas y actualizadas. Si una referencia bibliográfica no está disponible de una fuente impresa o electrónica reconocida, no debe incluirse. Las referencias bibliográficas se deben presentar siguiendo el formato que se sugiere en el documento *Redacción de Referencias Bibliográficas*:

*Normas Técnicas del IICA y CATIE, 4<sup>a</sup> Edición.*

En este documento se pueden ver ejemplos de referencias de diversos tipos de documentos. Adicionalmente, cuando los documentos en línea dispongan de un número identificador DOI, inclúyalo en la referencia en lugar de la dirección URL. Asegúrese de que todos los documentos referidos en el texto se encuentran en esta sección. Así mismo, todos los documentos que se incluyen en este Epígrafe, deben estar referidos en el texto. No incluya en esta sección referencias a comunicaciones personales. Estas van como notas al pie de la página donde se refieren. En esta sección, trate de incluir, principalmente, artículos científicos. Limite a lo estrictamente necesario la inclusión de libros sobre tópicos clásicos, memorias de congresos, seminarios o tesis. No incluya revistas de divulgación. Se pueden incluir manuscritos que ya han sido aceptados para publicación por revistas científicas, especificando '*En imprenta*'. El Comité Editorial de la Revista APF puede pedir pruebas de esto último a los autores.

### 2. Notas Técnicas

Son publicaciones cortas sobre temas científicos o tecnológicos, tales como: reportes de plagas y enfermedades, nuevos cultivares, investigaciones en ejecución y descripciones de métodos, entre otros. Normalmente se preparan sobre investigaciones en curso y avances de investigación. Deben ser escritas siguiendo las mismas normas para Artículos Científicos.

### 3. Revisiones Bibliográficas

En esta sección se publicarán revisiones bibliográficas relevantes. Debe estar basada en bibliografía actualizada.

### 4. Revisiones de Libros

Revisiones cortas sobre libros recientemente publicados y cuyos planteamientos son importantes para el desarrollo del conocimiento científico.

### 5. Artículos de Opinión

Son artículos cuyo contenido aborda algún tema científico-tecnológico de interés para la comunidad de investigación agropecuaria y de recursos naturales, en el que el autor expresa su opinión técnica tratando de aportar luz al tema y ayudar a los lectores a formar su propia opinión.

Si le interesa recibir referencias o documentos digitales para apoyar la preparación de sus manuscritos siguiendo estas recomendaciones, como el uso del Sistema Internacional de unidades (SI), la redacción de referencias bibliográficas, la preparación de tablas y gráficas, la escritura de nombres científicos de agentes biológicos, entre otros, puede dirigirse al Editor de la Revista APF. Los artículos que se publican en la Revista sirven de ejemplos para muchas de estas normas.









# Instituciones Auspiciadoras



## Ministerio de Agricultura

Es la institución estatal responsable de formular y dirigir la política agropecuaria del país, de acuerdo con los planes generales de desarrollo. También es responsable de estudiar la situación agropecuaria del país y presentar a la consideración del Gobierno el plan global agropecuario a corto y largo plazo. Así mismo, coordina los programas a corto y largo plazo de las entidades vinculadas y relacionadas al sector.



## Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF)

EL CONIAF es una institución descentralizada del gobierno Dominicano, que fortalece, estimula y orienta al Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales - SINIAF. Ofrece financiamiento a través del fondo de investigación, fomentando el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica en instituciones públicas y privadas.



## Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)

El IDIAF es la institución estatal responsable de la ejecución de la política de investigación y validación agropecuaria y forestal de la República Dominicana.



## Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF)

El CEDAF es una organización privada sin fines de lucro que promueve el desarrollo sostenible del sector agropecuario y forestal, a través de la capacitación, información, innovación institucional y análisis de políticas y estrategias sectoriales, avalados por una imagen de excelencia institucional y alta credibilidad con el fin de estimular una agricultura competitiva que contribuya a reducir los niveles de pobreza y a proteger el medio ambiente.



Revista APF Volumen 3 (2) 2014  
Revista Agropecuaria y Forestal