



Vol. 56, N° 2, 2006

# *Agronomía Tropical*

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

## AGRONOMÍA TROPICAL

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela, anteriormente FONAIAP.

**AGRONOMÍA TROPICAL** publica trabajos inéditos sobre resultados de investigación obtenidos en las ciencias agrícolas y sus diferentes disciplinas: mejoramiento agronómico, recursos fitogenéticos, biotecnología, fisiología vegetal, edafología, fertilidad y nutrición de suelos, riego, protección vegetal, malezas, ecología y medio ambiente, maquinaria, sistemas de producción y tecnología de alimentos, entre otros.

La remisión de un trabajo a la revista implica que no ha sido publicado ni enviado simultáneamente para su publicación en otro medio. Los artículos y notas son revisados y evaluados por reconocidos especialistas para asegurar su calidad científica. El contenido de los trabajos (artículos, notas, ensayos...) es de la exclusiva responsabilidad de los autores.

### INDIZACIÓN

**AGRONOMÍA TROPICAL** es reseñada e indizada por CAB Internacional (Reino Unido); TROPAG, Royal Tropic Institute (Holanda); REFERATIVNYI ZHURNAL, All-Russian Institute of Scientific and Technical Information (Rusia); AGRIS, FAO (Roma); Base Agrícola Venezolana, INIA (Venezuela); Centro de Información y Documentación (Cuba); REVENCYT, Fundacite Mérida (Venezuela); PERIÓDICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias, UNAM (México); REDPAV, Fundación Polar (Venezuela); WILDLIFE REVIEW ABSTRACTS, NISC Colorado (USA); BIOSIS Zoological Record (Reino Unido); AGRÍCOLA, National Agricultural Library (USA); Pest Directory, International Society for Pest Information (Alemania); LATINDEX, Directorio de Publicaciones Científicas de América Latina; Bibliografía Edafológica Venezolana, Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo; MegaBase AGRI 2000, IICA-CATIE; Catalogue en Ligne del Institute de l'Information Scientifique et Technique, Francia; Base de Datos REVIS, CATIE, Costa Rica, Science citation index.

### SUSCRIPCIÓN

Venezuela: 125 000,00

Países en desarrollo: US\$ 95, incluyendo costos de envío  
(Developing countries) (including shipping)

Países desarrollados: US\$ 100, incluyendo costos de envío  
(Developed countries) (including shipping)

### DIRECCIÓN

La correspondencia debe dirigirse a: **AGRONOMÍA TROPICAL**, Av. Universidad, vía El Limón, Edificio Gerencia General, INIA. Apartado 2103. Maracay 2105. Aragua-Venezuela. Los envíos por concepto de CANJE (EXCHANGE) deben dirigirse a: BIBLIOTECA, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Apartado 4653. Maracay 2101. Aragua-Venezuela.

Correo Electrónico: [agrotrop@fundacite.arg.gov.ve](mailto:agrotrop@fundacite.arg.gov.ve)  
Página Electrónica: <http://www.redpav-polar.info.ve.agrotrop>

# **AGRONOMÍA TROPICAL**

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas  
Maracay, Venezuela**

---

**Agronomía Trop. / Vol. 56 / N° 2 / Abril-Junio 2006 / ISSN 0002-192X**

---

## FUNDADORES

Luis Medina (Dir.), Bruno Mazzani<sup>†</sup>, W. S. Iljin, Rafael Pontis Videla, Jesús Silva Calvo, Gino Malagutti, Guisepppe Ravanello, Luis A. Salas F., S. Horovitz, P. Obregón y Dora M. de Zerpa.

**EDITOR:** Milagros Fernández

**EDITOR ASISTENTE:** Mónica González

## COMITÉ EDITORIAL

Milagros Fernández  
María González

Félix San Vicente  
Klaus Jaffé

## CONSEJO DE REDACCIÓN

José San José. IVIC. Caracas  
Gustavo Trujillo. UCV. Fac. de Agronomía  
María A. Sobrado. USB. Caracas  
José Pérez Roa. CIDIAT. Mérida  
Jean Marie Hétiér. ORSTOM. Francia  
Eduardo Casanova. UCV. Fac. de Agronomía  
Jorge Salas. INIA. CIAE Lara  
Eva García. UCV. Fac. de Agronomía  
Luis Avilán. INIA. CENIAP. Maracay  
Guillermo H. Eyherabide. INIA. Argentina  
Gloria I. Puerta. CINECAFÉ. Colombia  
Jon Lizaso. Iowa State University  
Gustavo Yépez. SYNGENIA. Guatemala  
María L. Izaguirre. IVIC. Caracas  
Pino. Comisión Chile. Energía Nuclear

Yolanda Guevara. INIA. CENIAP. Maracay  
Raúl Mosqueda Vásquez. INIFAP. México  
Alfredo Layrisse. UCV. Fac. de Agronomía  
Juan Comerma. PALMAVEN. Carabobo  
David Beck. CIMMYT. México  
Zaida Lentini. CIAT. Colombia  
Graciano Elizalde. UCV. Fac. de Agronomía  
Marisol Castrillo. USB. Caracas  
José Barreiro Méndez. USB. Caracas  
Juan Blanquer. Univ. Politec. Valencia. España  
Ramón Rossel. Univ. Nac. del Sur. Argentina  
Lelys Bravo. USB. Caracas  
Berto Arias. INIA. CIAE Monagas  
María Juana Pérez. INIA. CENIAP. Maracay Inés  
Segundo Urquiaga. EMBRAPA. Brasil

**Se agradece al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit)  
el apoyo financiero otorgado para la edición de este número**

## AGRONOMÍA TROPICAL

---

Vol. 56-2006

Abril-Junio

No. 2

---

ISSN 0002-192X

Depósito Legal pp 195102AR73

---

### ÍNDICE

<b>Trabajo Especial</b>	<b>Pág.</b>
ACEVEDO, M. A., W. A. CASTRILLO y U. C. BELMONTE. Origen, evolución y diversidad del arroz..... Rice origin, evolution and diversity.	<b>151</b>
<b>Artículos:</b>	
DELGADO, M., A. ORTIZ DOMÍNGUEZ y C. ZAMBRANO. Resistencia de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton al herbicida nicosulfuron en cultivo de maíz..... Resistance of <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton to nicosulfuron in maize crops.	<b>171</b>
MONTILLA, R., B. CAMACHO, A. QUINTERO y G. CARDOZO. Parasitismo por <i>Beauveria bassiana</i> sobre la broca del café, en el estado Trujillo, Venezuela..... Parasitism by <i>Beauveria bassiana</i> on the coffee berry borer, in Trujillo, Venezuela.	<b>183</b>
ORTIZ DOMÍNGUEZ, A. y M. OJEDA MUÑOZ. Evaluación del efecto de diferentes proporciones de granos Paddy de varietales de arroz maleza sobre la calidad molinera de varie- dades de arroz..... Evaluation of the effect of different proportions of weedy rice variety types on milling quality of rice varieties.	<b>199</b>

<b>Artículos:</b>	<b>Pág.</b>
RONDÓN, O., N. SANABRIA de ALBARRACÍN y A. RONDÓN. Respuesta <i>in vitro</i> a la acción de fungicidas para el control de antracnosis, <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en frutos de mango.....	<b>219</b>
<i>In vitro</i> response to the effect of fungicides to control anthracnose <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz in mango fruits.	
CARRASQUERO-DURÁN, A. Determinación de los niveles de contaminación con plomo en los suelos y polvo de las calles de la ciudad de Maracay.....	<b>237</b>
Determination of lead contamination levels in soils and dust of streets of Maracay.	
GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS, A. SARMIENTO, E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA, M. RAMÍREZ. F. RAMÍREZ y E. CONTRERAS. Evaluación de bioplaguicidas para el manejo del saltahojas verde de la caña de azúcar <i>Saccharosydne saccharivora</i> (Westwood) (Hemiptera: Delphacidae) en el valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela.....	<b>253</b>
Evaluation of bioplaguicides to control sugarcane leafhopper <i>Saccharosydne saccharivora</i> (Westwood) (Hemiptera: Delphacidae) in the valley of San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela.	
Intrucciones a los Autores	

## TRABAJO ESPECIAL

### ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD DEL ARROZ

Marco A. Acevedo\*, Willian A. Castrillo\* y Uira C. Belmonte\*\*

#### RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo presentar una revisión bibliográfica sobre el origen, evolución y diversidad del género *Oryza*, en las especies cultivadas. La especie *O. sativa* es la de mayor importancia económica, ya se cultiva en todo el mundo en climas tropicales y templados (latitud de 35° sur en la Argentina a 50° norte en la China), *O. glaberrima*, se cultiva solamente en el oeste de África. Se deduce que existen dos patrones evolutivos de origen y domesticación del arroz cultivado, uno en Asia para la especie *O. sativa* y otro en África para *O. glaberrima*. La principal consecuencia de la domesticación en *O. sativa* es la reducción del desgrane, que favorece la cosecha manual y mecanizada. Trabajos de diversidad genética demuestran que la *O. sativa* presenta mayor variabilidad genética encontrándose hasta 3 sub-especies (Indica, Japónicas y Javánicas), basadas en su ecología y morfología, la tendencia no fue observada en *O. glaberrima*. Los estudios sobre genoma realizado en la especie *O. sativa* Subsp Japónica muestran que esta formado por 430 millones de pares de bases y aproximadamente 50% está compuesto de secuencias repetidas. Finalmente, la estrecha base genética encontrada en las variedades de arroz liberadas en el mundo en los últimos años como consecuencia de la uniformidad del núcleo citoplasmática, ha traído como consecuencias un techo en la productividad y vulnerabilidad a factores bióticos. En virtud de ello numerosos investigadores de diversos países han realizado trabajos de mejoramiento genético con ayuda de la técnicas biomoleculares para incrementar la diversidad genética en la especie *O. sativa*, utilizando para ello germoplasma exótico del género *Oryza*, principalmente las especies *O. glaberrima*, *O. sativa spontánea*, *O. rufipogon*, *O. officinalis*, pertenecientes a los complejos *O. sativa* y *O. Officinalis*.

**Palabras Clave:** *Oryza sativa* L.; origen; taxonomía; diversidad; germoplasma exótico.

---

\* Investigador. INIA. Centro Investigaciones Agrícolas Estado Guárico. Km 27, carretera Calabozo San Fernando de Apure, sector Bancos de San Pedro, Apdo. 14. Calabozo, estado Guárico, Venezuela. Email: macevedo@inia.gob.ve.

\*\* Ejercicio Libre. Departamento de Genética de la ESALQ/Univesidad de São Paulo, Brasil.

RECIBIDO: julio 31, 2006.

**TRABAJO ESPECIAL****RICE ORIGIN, EVOLUTION AND DIVERSITY****Marco A. Acevedo\*, Willian A. Castrillo\* y Uira C. Belmonte\*\*****SUMMARY**

This review has the objective to present a detailed bibliographical revision about origin, evolution and diversity of *Oryza genus*, with emphasis in the cultivated species. The *O. sativa species* is the one of more economic importance and is widely cultivated throughout the world in tropical and temperate climates (latitude 35° south in Argentina to 50° north in China), while *O. glaberrima* is only cultivated in the western Africa. These studies suggest that there are two evolutionary patterns of origin and domestication of the cultivated rice, being *O. sativa* from Asia and *O. glaberrima* from Africa. The most important consequence of domestication in *O. sativa* is the reduction of dehiscence, which favors the manual and automatic harvest. Studies show that *O. sativa* presents higher genetic variability going up to three sub-species (Indica, Japonicas and Javanicas), with different ecology and morphology; however this tendency was not observed in *O. glaberrima*. Genomic studies show that *O. sativa* subsp Japonica has 430 megabases and approximately 50% are repeated sequences. Finally, the narrow genetic base found in liberated varieties of rice in the world in the last years, has resulted in a selection progress plateau in yield and vulnerability to biological factors as a consequence of the lack of variability in both the nuclear and cytoplasmic genetic background. Numerous researchers from many countries have carried out studies of breeding programs using molecular technique to increase genetic diversity in *O. sativa*, using exotic germoplasm of *O. genus*, mainly the species *O. glaberrima*, *O. sativa spontanea*, *O. rufipogon*, *O. officinalis*, belonging to the complex *O. sativa* and *O. officinalis*.

**Key Words:** *Oryza sativa* L.; origin; taxonomy; diversity; exotic germplasm.

---

\* Investigador. INIA. Centro Investigaciones Agrícolas Estado Guárico. Km 27 carretera Calabozo San Fernando de Apure, sector Bancos de San Pedro, Apdo. 14. Calabozo, estado Guárico, Venezuela. Email: macevedo@inia.gob.ve.

\*\* Ejercicio Libre. Departamento de Genética de la ESALQ/Univesidad de São Paulo, Brasil.

RECIBIDO: julio 31, 2006.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados.

El arroz pertenece a la División: Angiospermae, Clase: Monocotyledoneae, Orden: Glumiflorae, Tribu: Oryzeae, Familia: Poaceae (gramineae), siendo las especies cultivadas: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud, ambas son especies de reproducción autogama, diploides con  $2n=24$  cromosomas. El género *Oryza* tiene más de 24 especies silvestres que crecen en regiones inundadas, semi-sombreadas y bosques en el sureste Asiático, Austria, África, Sur y Centro América.

Dos hipótesis explican el origen de las especies cultivadas, estos estudios suponen que la especie ancestral de *O. sativa* puede ser *O. nivara* (Asia *perennis*) del sur y el sureste de Asia. En cuanto que de *O. glaberrima*, puede ser África *perennis* vía *O. breviligulata*, del África tropical.

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica detallada sobre el origen, evolución, domesticación, sistema de reproducción y estudio de la diversidad genética del género *Oryza*, con énfasis en las especies cultivadas, en razón que los estudios adelantados hasta el momento están publicados en idiomas distintos al español. Además la idea es colocar a disposición de los interesados una revisión bibliográfica actualizada sobre el tema.

### Taxonomía y Diversidad Genética

Las especies del género *Oryza*, por su gran importancia agronómica, han recibido una gran atención por parte de los investigadores de todo el mundo sobre estudios taxonómicos, filogenéticos, entre los cuales se pueden señalar: Linnaeus (1753), Baillion (1894), Prodoehl (1922), Roschevitz (1931), Chevalier (1932), Chatterjee (1948), Sampath y Rao (1951), Richharia (1960), Tateoka (1963), Ghose *et al.* (1956), Sharma y Shastry (1972), citados por Watanabe (1997). Además Chang (1976), Vaughan (1994), Morishima *et al.* (1984), Lu *et al.* (1998), Lu (2004),

Oliveira (2004) y más recientemente The Office of the Gene Technology Regulator de Australia (2005).

El número y nombre de las especies correspondientes a este género difiere entre dichos investigadores. Una de las mayores contribuciones a la clasificación del arroz fue dada por Roschevicz en 1931, al proponer la base para los siguientes estudios taxonómicos de género *Oryza*. En este estudio incluyó 19 especies de este género y los dividió en cuatro secciones (*Sativa*, *Granulata*, *Coartata* y *Rhynchoryza*). Chevalier en 1932 clasificó el género *Oryza* dentro de cuatro secciones (*Euoryza*, *Padia*, *Scherophyllum* y *Rhynchoryza*) y 23 especies. Ghose, Ghatge y Subrahmanyam en 1956, dividen el género *Oryza* en tres secciones (*Sativa*, *Officinalis* y *Gramulata*) y 21 especies, todos citados por Watanabe (1997).

Por su parte, Morishima y Oka (1960), calcularon el coeficiente de correlación de 42 caracteres y 16 especies del género *Oryza*, concluyendo que la sección *Sativa* propuesta por Roschericz en 1931, puede ser subdividida en tres subsecciones (*Sativa*, *Officinalis* y *Australiensis*). Más recientemente, Tateoka (1964) dividió el género en cinco secciones (*Latifolia*, *Sativa*, *Glaberrima*, *Rdleyi* y *Meyesiana*). Sharma y Shastry (1971) citado por Watanabe (1997), dividen el género *Oryza* en tres secciones (*Padia*, *Angustifolia* y *Oryza*), estableciendo dos y hasta tres series dentro de cada sección y 28 especies. Sharma (1986) estudió estas secciones del género *Oryza* y concluye que la sección *Padia* está representada por especies del sureste de Asia, siendo plantas pequeñas, *perennes*, creciendo en ambientes sombreados y adaptadas a suelos bien drenados, semillas sin aristas de tamaño medio, ejemplo (*O. schlechteri*, *O. meyeriana*, *O. ridleyi*).

La sección *Angustifolia* está representada por especies del grupo de África, adaptadas a ambientes abiertos, plantas perennes y anuales que crecen en lugares pantanosos, ejemplo (*O. perrieri*, *O. brachyantha*, *O. angustifolia*). Entretanto, la sección *Oryza* está distribuida en los trópicos, plantas altas, adaptadas a condiciones de alta humedad y en ambientes abiertos, ejemplo (*O. latifolia*, *O. australiensis* y *O. sativa*).

Los mismos autores estudiaron los principales caracteres del género *Oryza*, los cuales están resumidas en el Cuadro 1. Este estudio indica que la sección *Padia* parece ser más primitiva, mientras *Oryza* ocupa la posición avanzada. Las especies en secciones o complejos diferentes

presentan características morfológicas diferentes, y las especies dentro de una misma sección tienen una delimitación ambigua.

**CUADRO 1.** Principales caracteres primitivos y avanzados del género *Oryza*.

Caracteres	Primitivos	Avanzado
Panícula		
Terminación	Muchos raquis	En racimos
Ramificación	Abundantes	Pobres
Aspecto de la lemma y la palea	Suaves	Ásperas
Arista	Larga	Corta
Hábito de Crecimiento	Perenne	Anual

Lu (2004) propone un sistema taxonómico para el género *Oryza* basado en el sugerido por Sharma y Shastri en 1965, con ciertas modificaciones. En esta propuesta 24 especies fueron reorganizadas y colocadas en 3 secciones: la sección *Padia* (3 series y 6 especies), la sección *Oryza* (3 series y 17 especies) y la sección *Brachyantha* (en 1 serie y 1 especie).

Oliveira (2004) realizó un estudio biogeográfico y ecológico de los arrozales silvestres nativos del Brasil, entre ellos: *O. glamaepatula* (AA) diploide, *O. grandiglumis*, *O. alta* y *O. latifolia* (estas últimas aloploidoides). Concluyó que *O. grandiglumis* está restringida al Amazonas Occidental y extremo Norte de Pantanal brasileño. *O. alta* está presente en las Planicies del Litoral Atlántico, incluyendo el Valle de Ribeira Maranhense, estado de Paraná, Paraguay y Pantanal.

La especie alotetraploide *O. latifolia* está centrada en las Planicies Costera del Pacífico y en los Valles de los Ríos Andinos, habitando regiones húmedas e inundadas, también en paisajes típicamente áridos o mixtos, como la Península de la Guajira y Santa Elena de Uairén en Venezuela, así como en el Ecuador. La especie diploide *O. glamaepatula*,

presenta 3 morfotipos o razas geográficas: una en el Caribe, otra en la Amazona y la tercera en el Pantanal brasileño. Esos grupos difieren entre sí no sólo en la morfología, sino también en su estructura genética a nivel de marcadores moleculares (Akimoto, 1999), citado por Oliveira (2004).

Los estudios de filogenia y sistemática, realizados por Oliveira (2004) sobre el género *Oryza*, permitió sugerir un nuevo arreglo de la sistemática de este género, como sigue, tres secciones: *Granulata* (2 especies), *Ridleyi* (2 subsecciones y 5 especies) y *Euoryza* (2 subsecciones *Australiensis* e *Officinalis*), esta última con cuatro series y 19 especies.

Los estudios antes señalados muestran que aún existen muchas controversias sobre la taxonomía, filogenia y sistemática del arroz. Además, no existe un único sistema de nomenclatura, sin embargo, las especies cultivadas (*O. sativa* y *O. glaberrima*) y siete silvestres (*O. australiensis*, *O. eichingeri*, *O. latifolia*, *O. minuta*, *O. schechteri*, *O. ridleyi* y *O. brachyantha*) no le fueron alterados sus nombres originales.

Los nombres de las especies del género *Oryza* presentado en el Cuadro 2, son los más usados en los estudios actuales de taxonomía, debido a su consistencia en la literatura, los complejos más estudiados son *O. sativa* y *O. officinalis*.

### Origen y Evolución

Hasta el presente 24 especies son generalmente incluidas dentro del género *Oryza*. De éstas, las especies asiática *perennes* conocidas como *O. ruffipogon* y *O. nivara* (anual) son los progenitores de la especie cultivada *O. sativa* L., mientras que las especies africanas *perennes* (*O. barthii*) y anual (*O. breviligulata*) son los progenitores directos de la especie cultivada *O. glaberrima* Steud., cultivada básicamente en el oeste del África.

Existen dos hipótesis que sustentan el origen de las especies cultivadas de arroz:

- (a) Hipótesis de Chang (1976), propone que las 24 especies del género *Oryza* son originarias del “Continente Gondwanaland” (continente este formado por uno sólo antes de la separación en los cinco conocidos actualmente) y que la especie ancestral de *O. sativa* puede

ser *O. nivara* (Asia *perennis*), del sur y el sureste de Asia. En cuanto que de *O. glaberrima*, puede ser África *perennis* vía *O. breviligulata*, del África tropical. Es válido detallar que Asia, América, África y Oceanía *perennis* fueron creadas desde un ancestro común en el “Continente Gondwanaland” y que envolvió especies diferentes con la división de los cinco continentes por diferentes rutas de evolución. En la Figura 1 se representa esta hipótesis. Trabajos más recientes donde fue analizada la variabilidad fenotípica y molecular, indican que esta teoría sería la más adecuada, Morishima, Sano y Oka (1992), citados por Guimarães (1999).

(b) Morishima (1976), citado por Watanabe (1997), propone que Asia *perennis* es el ancestral de *O. sativa*, como lo muestra la Figura 2. Esta teoría está basada en: (1) la especie *perennes* presentaban mayor variabilidad genética que las especies anuales; (2) *sativa* presentaba características de *perennes* y (3) existen muchos tipos intermedios entre las especies silvestres y cultivadas que fueron encontrados en la India, presentando características de *perennes*. La especie *spontanea*, tipo anual, fue probablemente formada a partir de Asia *perennis* a través de otra ruta de evolución.

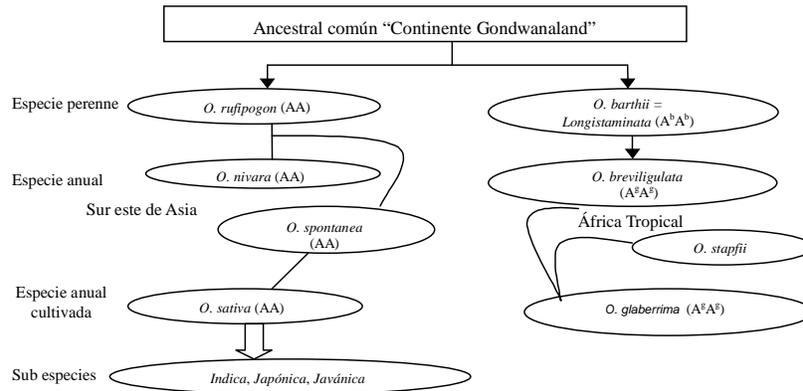
Entonces, se deduce de estos estudios que existen dos patrones evolutivos de origen y domesticación del arroz cultivado, uno en Asia para la especie *O. sativa* y otro en África para *O. glaberrima*.

Los recientes trabajos están principalmente enfocados en la determinación de la relación entre los diferentes genomas usando alopoliploides obtenidos artificialmente. Se sabe que el genoma A está presente en las especies cultivadas y en sus parentales más próximos. El genoma C está presente en las especies que tienen principalmente polinización cruzada y se conoce que los genomas B, C y D presentan alguna afinidad entre ellos. Morishima (1984) muestra que las especies cultivadas *O. sativa* y *O. glaberrima*, así como sus parentales silvestres más próximos, *perennes* (incluyendo *O. rufipogon* y *O. barthii*) y anual (*O. nivara* y *O. breviligulata*) formaron un grupo que posee el genoma A, en común. La especie *O. officinalis* y sus parentales con genomas B, C y D formaron otro grupo. Las especies que llevan el genoma A, son subdivididas en A, A<sup>b</sup>, A<sup>cu</sup> y A<sup>g</sup>, nomenclatura establecida por el IRRI para designar esterilidad parcial y menor apareamiento cromosómico entre híbridos de diferentes sub-genomas.

**CUADRO 2.** Clasificación taxonómica, distribución geográfica y tipo de genoma de las especies de arroz del mundo.

Especies <i>Oryza</i>	Tipo de genoma	África	Central o Sur América	Asia	Oceanía
<b>Complejo <i>O. sativa</i></b>					
<i>O. sativa</i>	AA	θ	θ	θ	θ
<i>O. glaberrima</i>	AA	θ			
<i>O. barthii</i>	AA	θ			
<i>O. Glumaepatula</i>	AA		θ		
<i>O. longistaminata</i>	AA	θ			
<i>O. meridionalis</i>	AA				θ
<i>O. nivara</i>	AA			θ	
<i>O. rufipogon</i>	AA		θ	θ	θ
<b>Complejo <i>O. officinalis</i></b>					
<i>O. punctata</i>	BB, BBCC	θ			
<i>O. malampuzhaensis</i>	BBCC			θ	
<i>O. minuta</i>	BBCC			θ	θ
<i>O. eichingeri</i>	CC	θ		θ	
<i>O. officinalis</i>	CC			θ	θ
<i>O. rhizomatis</i>	CC			θ	
<i>O. alta</i>	CCDD		θ		
<i>O. grandiglumis</i>	CCDD		θ		
<i>O. latifolia</i>	CCDD		θ		
<i>O. australiensis</i>	EE				θ
<i>O. brachyantha</i>	FF	θ			
<b>Complejo <i>O. granulata</i></b>					
<i>O. granulata</i>	GG			θ	
<i>O. meyeriana</i>	GG			θ	
<b>Complejo <i>O. ridleyi</i></b>					
<i>O. longiglumis</i>	HHJJ				θ
<i>O. ridleyi</i>	HHJJ			θ	θ
<i>O. schlechteri</i>	??				θ

Fuente: The Office of the Gene Technology Regulator, (2005)

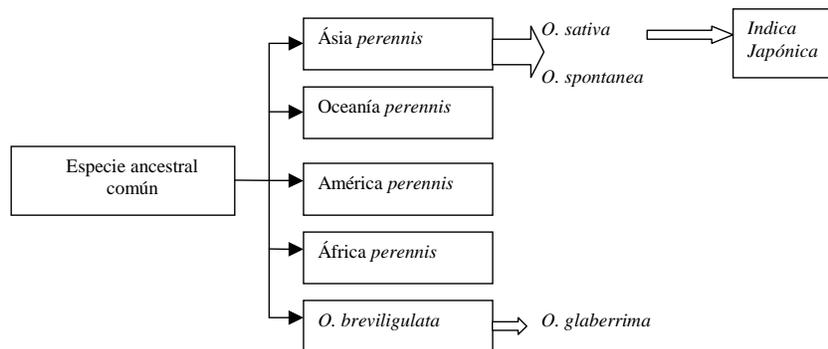


**FIGURA 1.** Hipótesis propuesta por Chang (1976) sobre el origen del arroz

Chang (2003), concluye que la especie *O. sativa* tiene un número básico de cromosomas de ( $X=12$ ), mientras que el genoma diploide ( $2n=24$ ), este es considerado relativamente pequeño cuando comparado con cualquier otro genoma estudiado con 430 millones de pares de bases, aproximadamente 50% del genoma esta compuesto de secuencias repetitivas.

De las especies cultivadas, *O. sativa* es la de mayor importancia económica, ya que es cultivada ampliamente en todo el mundo, incluyendo Asia, América del Norte y Sur, Unión Europea, Oceanía y Centro-este de África. La otra especie cultivada, *O. glaberrima*, se cultiva solamente en el oeste de los países africanos. Además de las diferencias filogenéticas entre las especies cultivadas del género *Oryza*, existen diferencias morfológicas entre ellas. Las diferentes formas de *O. glaberrima* pueden ser diferenciadas de las asiáticas, entre otras, por presentar lígula corta, 0,40 cm y 2,09 cm, respectivamente. Además de tener aspecto rudimentario y fuerte, *O. glaberrima* también presenta menor número de ramificaciones secundarias en la panícula y las plantas mueren después de la maduración (senescencia precoz). Los otros caracteres no son utilizados para diferenciar ambos genotipos.

La especie *O. sativa* presenta mayor diversidad genética encontrándose hasta tres sub-especies, las cuales son clasificadas basada en su ecología y morfología en: Indica, Japónicas y Javánicas; mientras que en *O. glaberrima*, tal tendencia no fue encontrada. Esto puede sugerir que diferencias en el sistema genético de las especies silvestres ancestrales pueden haber llevado a diferentes tipos de evolución de las formas cultivadas. La sub-especie Indica está distribuida en los trópicos y subtropicos, la Javánica se cultiva en Indonesia, siendo también conocida como Japónica tropical, mientras que la Japónica, se encuentra distribuida en zonas no tropicales (templadas), sin embargo, existe sobreposición de caracteres entre esos tipos.



**FIGURA 2.** Genealogía de la evolución del arroz cultivado, propuesta por Morishima (1976).

Glaszmann en 1987 citado por Guimarães (1999), utilizó marcadores isoenzimáticos y agrupó las variedades de arroz en 6 conjuntos, según la distancia genética. Esos grupos fueron identificados con la numeración del I al VI; el grupo I reúne las variedades consideradas Indicas por la clasificación de Oka (1958) y el último agrupa a las variedades Japónicas. De modo general, se puede decir que las variedades adaptadas a sistemas de cultivo de secano pertenecen al grupo VI y los del sistema irrigado al grupo I.

Katayama (1997) evaluó diferentes especies silvestres y cultivadas, muestreadas en varios países (India, Sri Lanka, Indonesia, China, Corea y Tailandia). Cinco características fueron empleadas para la clasificación, las cuales se muestran en el Cuadro 3.

**CUADRO 3.** Principales diferencias entre las subespecies Índica y Japónica.

Caracteres	Índica	Japónica
Forma y color de la hoja	Larga y verde clara	Estrecha y verde oscura
Ángulo (hoja bandera y tallo)	Agudo	Abierto
Forma del grano	Largo y fino	Largo y redondo
Arista	Fina y corta	Gruesa y larga
Distribución geográfica	Sur de China, India, Taiwán y Sri Lanka	Japón, Corea y Norte de China.

Existen otros caracteres empleados para diferenciar estos dos tipos, tales como la sensibilidad a la temperatura y la tolerancia a la sequía. McDonald (1994) encontró que cultivares Japónica crecen predominantemente en regiones templadas y las temperaturas bajas de 15° - 20 °C no afectan la germinación ni el crecimiento vegetativo, lo contrario ocurre con los cultivares Índica. Los arces silvestres que se encuentran en la China, Hawai, EEUU y Brasil, contienen características de las subespecies Índicas y Japónicas.

### **Domesticación, Dispersión y Modo de Reproducción**

El proceso de domesticación de la especie *O. sativa* no está bien claro. De Candoll en 1882 propone que el arroz es originario de India o de Indochina. Vavilov en 1926 y 1951 sugiere la teoría de los “Centros Dominantes de Genes”, considerando que la domesticación del arroz ocurrió en la India, esta última hipótesis recibió apoyo de un gran número de investigadores de la época. Además esta teoría está basada sobre el reconocimiento de la gran variabilidad genética, así como la estrecha relación ecológica entre las especies silvestres y cultivadas observadas en la India, todos citados por Morishima (1984).

Ho (1969), investigador chino, propone la posibilidad que la domesticación pudo ocurrir en la China, las evidencias arqueológicas e históricas encontradas apoyan esta propuesta, indicando que el cultivo de arroz ocurrió en China 1000 años antes que en la India.

Harlan (1975), consideró para el cultivo del arroz la existencia de varias localidades de domesticación como más razonable. Entonces si esta hipótesis es verdadera, esto permite inferir que la diferenciación entre Índica y Japónica también tiene un origen similar, siendo el ambiente el principal factor diferenciador.

Los estudios recientes sobre el origen y la domesticación del arroz, señalan a la región del Himalaya y suroeste de la China, como Centros de Diversificación y Domesticación de la especie *O. sativa*. Esto está apoyado por la presencia y conservación de la variación genética existente en la zona, debido a la diseminación de cruzamientos y aislamiento de dichas condiciones ambientales.

Oka (1988) y OECD (1999), señalan que como producto de la domesticación *O. sativa* ha desarrollado muchos tipos o variedades que permiten su adaptación a amplias condiciones ambientales, tales como: (a) climas tropicales o templados (desde latitud de 35° sur en la Argentina a 50° norte en la China); (b) diferentes tipos de suelo (110 países, desde el nivel del mar hasta 3 000 m de altitud) y (c) baja o alta dependencia de lámina de agua durante el ciclo de cultivo.

Morishima (1984), resaltó como principal cambio producto de la domesticación del arroz, la disminución del desgrane de la panícula, facilitando la cosecha, este carácter está dominado por un simple gen recesivo. Otros cambios provenientes del proceso de domesticación se muestran en el Cuadro 4.

Las rutas de dispersión del arroz en el mundo son presentadas en la Figura 3, iniciándose del sureste asiático (India) para la China 3000 años antes de Cristo (aC). De allí fue para Corea y posteriormente para el Japón, en el siglo I aC. También de la India fue llevado para las islas del Océano Indico, principalmente Indonesia y Sri Lanka en la misma fecha. Generalmente los cultivos domesticados en el Oriente del Asia fueron difundidos al Occidente en épocas relativamente recientes. Los comerciantes árabes fueron los primeros en traer el arroz del este de Asia para el Medio Oriente, cerca del siglo IX aC. Simultáneamente en esta época fue llevado para Egipto y otros países del África, donde sólo se cultivaba *O. glaberrima*. La introducción del arroz al Occidente ocurrió aproximadamente 320 aC, mientras que en América ocurrió en época pos-colombina, siendo traído por los colonizadores españoles, portugueses y holandeses.

**CUADRO 4.** Principales cambios ocurridos durante la domesticación de *O. sativa*.

Carácter	Aumento	Disminución
Desgrane de la panícula		X
Número de hojas	X	
Número de panículas/planta	X	
Tamaño de panícula	X	
Capacidad macollamiento	X	
Peso del grano	X	
Ciclo del cultivo	X	
Formación de rizomas		X
Aristas		X
Sensibilidad al fotoperíodo		X
Dormancia de la semilla		X
Sensibilidad a las bajas temperaturas		X
Alogamia		X
Habilidad de flotación		X

Oka y Morishima (1967) encontraron importantes diferencias en el arroz cuando compararon sus formas silvestres y cultivadas, principalmente en el sistema de polinización. Las especies cultivadas son predominantemente autógamias, mientras sus progenitores silvestres son parcialmente alógamos. Las flores de las plantas silvestres tienen varios mecanismos que favorecen la alogamia, entre ellos: grandes anteras, estigma largo que lo expone al polen de las plantas más próximas, así como mayor tiempo de emisión y viabilidad del polen después de la apertura de la flor. Al contrario de las plantas cultivadas donde las anteras son cortas y sobrepuestas al estigma y el polen es liberado antes de la apertura de la flor (cleistogamia), lo cual favorece la autogamia.

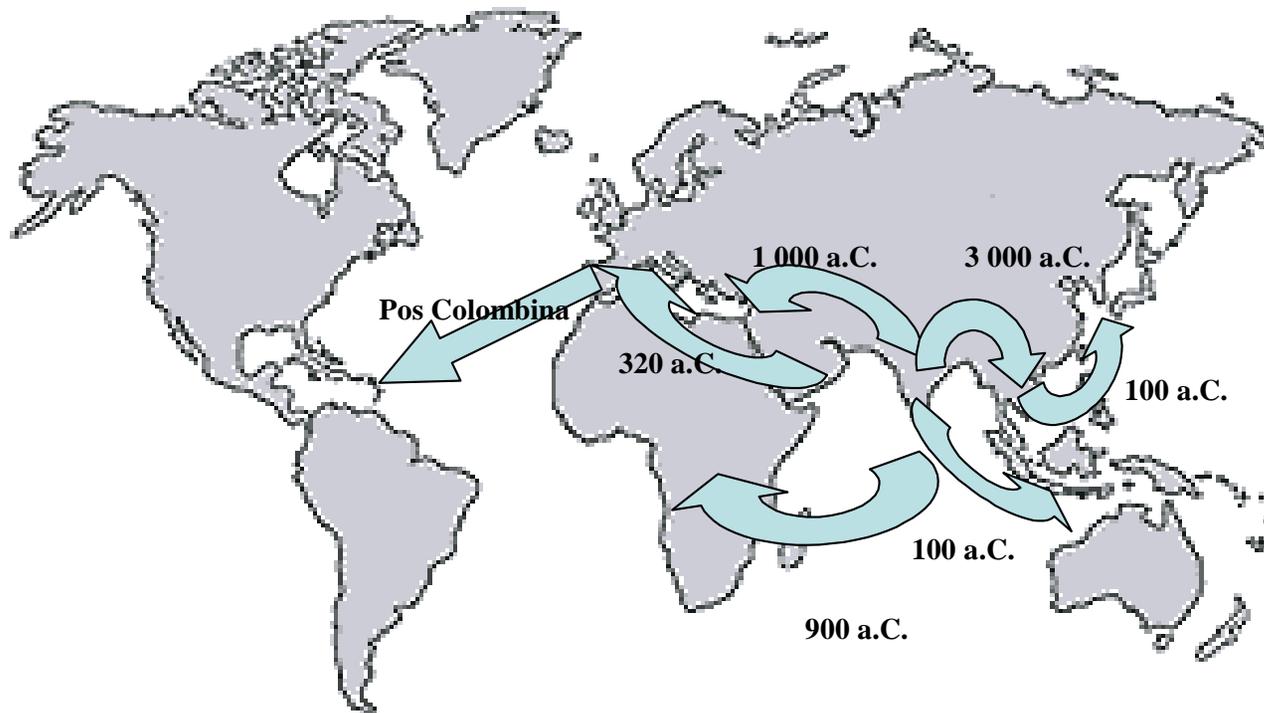


FIGURA 3. Rutas de dispersión del arroz *O. sativa* L.

La tasa de cruzamiento fue estimada en la especie Asia *perennis* (*perenne*) entre 30-50% y en la anual de 5-30%, ambas parentales directos de *O. sativa*. Las especies africana *perennis* (*perenne*) parecen ser predominantemente alógamas con parcial incompatibilidad. En la especie *O. breviligulata*, (anual), tiene polinización principalmente autógama con 5-30% de alogamia, siendo estas dos últimas, parentales de *O. glaberrima*.

### **Utilización del germoplasma silvestre en el mejoramiento genético del arroz**

Los arroces cultivados han llegado a diferenciarse de los arroces silvestres, como en otros cultivos, por la intervención del hombre al seleccionar las formas deseables, para su alimentación, principalmente. Como se mencionó anteriormente, el hombre ha desarrollado variedades de *O. sativa* que se adaptan a un amplio rango de condiciones de ambientales.

En el banco de germoplasma del IRRI existe alrededor de 100 000 accesiones, la mayoría pertenecientes a la especie *O. sativa*, estos materiales están caracterizados basado en la adaptación a diferentes condiciones de humedad, hábito de crecimiento, altura de planta, tamaño y color del tallo y la hoja bandera, así como a características de la panícula y semilla, además de su reacción a plagas y enfermedades. Todas estas características son de valiosa ayuda a los programas de mejoramiento genético del cultivo, Vaughan (1994).

En los programas de mejoramiento genético de especies autógamas, es usual la utilización de la variabilidad genética disponible en las variedades locales o introducidas (poblaciones heterogéneas y homocigotas). Los cruzamientos entre líneas emparentadas (coeficiente de parentesco F alto) y el uso de repetido número de genitores en los programas de mejoramientos, han conducido al aumento del parentesco, lo cual reduce la base genética. Por otro lado la endogamia natural, debida a la autofecundación de las especies autógamas, restringe la recombinación genética, aumentando la uniformidad genética en el núcleo y el citoplasma, limitando también de algún modo la variabilidad genética.

Cuevas Pérez *et al.* (1992), estudiaron las variedades de arroz liberadas en América Latina y el Caribe durante el período 1971-1989 y concluyeron que ellas poseen en su genealogía 14 cultivares en común, proba-

blemente provenientes de 7 países y poseen cerca de 69% de similitud en su constitución genética. Esto puede traer como consecuencia la vulnerabilidad genética del germoplasma a los estreses bióticos y abióticos, además de la dificultad para superar el techo de productividad, actualmente existente en las variedades comerciales.

Existen varios métodos en mejoramiento genético que permiten ampliar la base genética entre los cuales están: (a) la selección recurrente, ya que permite utilizar mayor cantidad de progenitores, incrementando la recombinación y aumentando la frecuencia de alelos favorables, (b) utilización de germoplasma exótico (silvestre), siendo que este flujo de genes puede ocurrir entre especies o dentro de una especie. Para que la transferencia de genes tenga éxito hay que satisfacer tres principios básicos: **(1)** sobre posición espacial, **(2)** sobre posición temporal (dentro de día y año) y **(3)** debe existir suficiente afinidad biológica, Den Nijs (2004) citado por TOGTR, (2005).

El flujo de genes a través de la hibridación sexual convencional está restringido a las líneas de *O. sativa* y especies que llevan el genoma A dentro del género. El flujo entre especies menos relacionadas, principalmente fuera del género *oryza*, está restringido a técnicas de mejoramiento artificial como rescate de embriones e hibridación somática. En la literatura, en general, sólo se presentan estudios de hibridación entre las especies *O. sativa*, *O. officinalis*, *O. minuta*, *O. glaberrima* y *O. brachyantha*, esos cruces no ocurren naturalmente, sino utilizando técnicas moleculares que permiten obtener los híbridos fértiles.

Jena (1994), relata que los híbridos obtenidos con técnicas de rescate de embriones entre *O. sativa* y *Porteresia coartata* (miembro de la tribu *oryzae*), producen plantas macho estériles, las cuales podrían favorecer la transferencia para tolerancia a salinidad en arroz cultivados.

Martínez *et al.* (2004), relatan que nuevos alelos para aumentar la variabilidad genética del rendimiento de grano en el arroz comercial en América Latina está en el uso de las 20 especies silvestres del género *oryza*. Utilizando la técnica desarrollada por la Universidad de Cornell en EE.UU, investigadores del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en Colombia, están explorando el potencial de algunas especies con la ayuda de marcadores moleculares. Ellos realizaron cruces entre *O. rufipogon* y *O. glaberrima* con las especies cultivadas (Bg 90-2, Oryzica 3 y Caiapó) donde las variedades comerciales fueron usadas

como recurrentes y las silvestres como donadoras en el programa inter específico de mejoramiento por retrocruzamiento.

Las líneas obtenidas del cruce entre Bg 90-2 y *O. rufipogon* tuvieron rendimiento superior entre 5-25% sobre la variedad comercial que produjo 7,2 t ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la calidad de grano ambos progenitores presentan baja calidad de grano, pero líneas con segregación transgresivas fueron obtenidas, con grano fino y traslúcido. Los mismos autores señalan que *Rhizoctonia solani* y *Sarocladium oryzae* son dos enfermedades que últimamente han causado importante pérdidas al cultivo en América Latina donde todas las variedades comerciales son susceptibles. Resultados obtenidos del cruce entre Oryzica 3 y *O. rufipogon* produjeron líneas con una buena tolerancia a ambas enfermedades.

En el mismo trabajo encontraron que *O. glaberrima* presentó tolerancia a una enfermedad causada por el hongo *Polymyza graminis* transmisor del virus de la necrosis rallada del arroz (RSNV), enfermedad detectada en Colombia en 1991 y recientemente en Panamá y Brasil, donde los cultivares comerciales son todos susceptibles. Resultados análogos son mostrados por Moncada (2001), trabajando con cruces interespecíficos entre *O. sativa* y *O. rufipogon*.

La literatura señala que algunas accesiones de *O. glaberrima*, así como líneas derivadas del cruzamiento con *O. sativa* (líneas NERICA), muestran tolerancia a severos estrés por sequía, mostrando diversos mecanismo de tolerancia tales como: arreglo osmótico, arreglo de los estomas y sistema radical profundo. Como se sabe esta característica está controlada por muchos genes que actúan en varios mecanismos fisiológicos, bioquímicas, fonológicos y morfológicos.

Ghneim *et al.* (2005), investigadores del IVIC e INIA en Venezuela y CIAT en Colombia, iniciaron trabajos utilizando *O. glaberrima* para estudiar tolerancia a sequía, empleando técnicas de marcadores moleculares (QTL).

En resumen a continuación se presentan algunos genes de interés agronómico introducidos a la especie *O. sativa* L., provenientes de especies silvestres de arroz:

1. Transferencia del citoplasma macho estéril desde la maleza “arroz rojo” (*O. sativa spontánea*), Lin y Yuan (1980),

2. Genes de resistencia a enfermedades causadas por hongos desde *O. officinalis*, Jena y Khush (1990),
3. Genes con resistencia a enfermedades bacterianas desde *O. longistaminata*, Khush *et al.* (1990),
4. Genes con tolerancia a la salinidad desde *Porteresia coarctata* (miembro de la tribu oryzae), Jena (1994),
5. Genes QTL para productividad de grano desde *O. rufipogon*, Moncada (2001),
6. Genes con tolerancia a sequía desde *O. glaberrima*, Martínez (2004),
7. Genes con resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades desde *O. rufipogon*, Martínez (2004).

### BIBLIOGRAFÍA

CHANG, T. T. 2003. Origin, domestication and diversification. Chapter 1.1. **In:** W. C. Smith, R. H. Dilday eds. Rice, origin, history, technology and production. John Wiley and Sons Inc. Hoboken, New Jersey. p. 3-24.

CHANG, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphytica* 25: 425-441.

CUEVAS PÉREZ, F., E. GUIMARAES, L. BERRIOS and D. GONZÁLEZ. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and Caribbean, 1971 to 1989. *Crop Sci.* 32:1 054-1 059.

GHNEIM, T., P. ALEJANDRO, I. PÉREZ, G. TORREALBA, C. MARTÍNEZ, LORIEUX M. y J. TOHME. 2005. Plant Breeding News, Edition 160 10. An Electronic Newsletter of Applied Plant Breeding by FAO and Cornell University. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/services/pbn.html>

GUIMARÃES, E. 1999. Hibridação em arroz. **In:** A. Borem eds. Hibridação artificial de plantas. Universidade federal de Viçosa, p. 101-119.

HARLAN, J. R. 1975. Crop and man. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 295 pp.

- HO, P. T. 1969. The loess and origin of chinese agriculture. *Amer. Historical Review* 75:1-36.
- JENA, K. K. 1994. Production of intergeneric hybrid between *O. sativa* L. and *Porteresia coarctata* T. *Current Science* 67: 744-746.
- JENA, K. and G. KHUSH. 1990. Introgression of gene from *Oryza officinalis* Well & Watt to cultivate rice, *O. sativa* L. *Theoretical and Applied Genetic* 80: 737-745.
- KATAYAMA, T. 1997. Relationships between chromosome numbers and genomic constitutions in genus *Oryza*. **In:** T. Matsuo, Y. Futsuhara, F. Kikuchi, and H. Yamaguchi eds. *Science of the rice plant*. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- KHUSH, G. S., E. BACALANGCO and T. OGAWA. 1990. A new gene for resistance to bacterial blight from *O. longistaminata*. *Rice Genetic newsletters* 7:121-122.
- LIN, S. and L. YUAN. 1980. Hybrid rice breeding in China. **In:** *Innovative approaches to rice breeding*. International Rice Research Institute, Manila, the philippines, pp. 35-51.
- LU, B. R. 2004. Taxonomy of the genus *Oryza* (Poaceae): Historical perspective and current status. *International Rice Research Notes IRRN*. 24:4-9.
- MARTÍNEZ, C. P., J. BORRERO, A. ALMEIDA, M. DUQUE, F. CORREA-VICTORIA, J. SILVA y J. TOHME. 2004. Utilization of new alleles from wild rice species to improve cultivated rice in Latin America. CIAT Calí. <http://www.ciat.cgiar.org>. Cali, Colombia.
- McDONALD, D. J. 1994. Temperate rice technology for the 21st century: an Australian example. *Australian Journal of experimental Agriculture* 34:877-888.
- MONCADA, P., C. P. MARTÍNEZ, J. BORRERO, M. CHATEL, H. Jr. GOUCH, E. GUIMARÃES, J THOME and S. R. McCOUCH. 2001. Quantitative trait loci for yield and yield componentes in *O. sativa* por *O. ruffipogon* BC2F2 population evaluated in an upland enviroment. *Theor. Appl. Genetic*. 102: 41-52.

MORISHIMA H. 1984. Wild plants and domestication, chapter 1. **In:** S. Tsunoda, N. Takahashi, eds. Biology of rice, Volumen 7. Elsevier, Amsterdam, p. 3-30.

MORISHIMA, H. and H. OKA. 1960. The pattern of interspecific variation in the genus *Oryza*: it's quantitative representation by stadistical methods. *Evolution* 14:153-165.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION and DEVELOPMENT (OECD). 1999. Concensus document on the biology of *Oryza sativa* rice, OECD Environmental Health and Safety Publications, Paris.

OKA, H. I. 1988. Origin of cultivated rice. Elsevier, Amsterdam, 254 pp.

OKA, H. I and H. MORISHIMA. 1967. Variation in the breeding systems of a wild rice, *Oryza perennis*. *Evolution* 21:249-258.

OLIVEIRA, G. 2004. Ecologia e evolução no gênero *Oryza* (arroz poaceae). **In:** 40 Anos de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Anais, 21 encontro sobre temas de genética e melhoramento, ESALQ/ USP, 2004. Vol 21: 26-32.

SHARMA, S. D. 1986. Evolutionary trends in genus *Oryza*. **In:** Rice genetic. Proceedings of the International Rice Genetic Symposium, IRRI Manila Phillipines.

TATEOKA, T. 1964. Taxonomic studies of the genus *Oryza*. **In:** Rice genetic cytogenet. IRRI. Elsevier, Amsterdam: 15-21.

THE OFFICE OF THE GENE TECHNOLOGY REGULATOR (TOGTR). 2005. The biology and ecology of rice (*Oryza sativa* L.) in Australia. Department of health and ageing. Australian Government, 30 pp.

VAUGHAN, D. A. 1994. The wild relative of rice. A genetic Handbook. IRRI, Manila, Phillipines.

WATANABE, Y. 1997. Genomic constitution of genus *Oryza*. **In:** T. Matsuo, Y. Futsuhara, F. Kikuchi and H. Yamaguchi eds. Science of the rice plant. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.

**RESISTENCIA DE *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D.  
Clayton AL HERBICIDA NICOSULFURON  
EN CULTIVOS DE MAÍZ<sup>1</sup>**

**Maryory Delgado\*, Aída Ortiz Domínguez\*\*  
y Cástor Zambrano\*\***

**RESUMEN**

La paja peluda, *Rottboellia cochinchinensis*, es una de las malezas más importante en el cultivo de maíz en Venezuela y su control se basa principalmente en el uso de nicosulfuron. Los agricultores han observado un bajo control de *R. cochinchinensis* en sus campos. Aunque no se conocen las causas, posiblemente la maleza ha generado resistencia a la acción del herbicida, y ello constituyó el objetivo de esta investigación. Se realizó un muestreo de áreas maiceras del estado Portuguesa, colectándose semillas maduras de 13 poblaciones de paja peluda, además se uso una población control recolectada en el jardín botánico de Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, donde nunca se ha usado nicosulfuron. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 4 repeticiones. Se montaron 2 ensayos, el primero preliminar y el segundo de prueba de resistencia. Ambos se desarrollaron bajo condiciones de invernadero y las plántulas provenientes de cada planta colectada (10 plantas por finca para el primer ensayo y 1 planta por finca para el segundo) se colocaron en potes contentivos de 3 kilogramos de suelo. En el primer ensayo se asperjó la dosis comercial de nicosulfuron (de i.a. 30 g ha<sup>-1</sup>) cuando las plantas tuvieron de 3 a 4 hojas. Las plantas que mostraron menos de 30% de control fueron seleccionadas para el segundo ensayo, en el cual se asperjaron las plantas con nicosulfuron a razón de i.a. 0; 7,5; 15; 30; 60 y 120 g ha<sup>-1</sup>. Los datos obtenidos de peso fresco fueron analizados usando el modelo de regresión log-logístico, determinando la dosis requerida para inhibir el crecimiento en un 50% (RC<sub>50</sub>) de los biotipos estudiados y el umbral del índice de resistencia (ÍR). Tres de las poblaciones evaluadas fueron susceptibles y 11 mostraron resistencia al nicosulfuron, las cuales presentaron diferentes ÍR: Randal (19,7), Phaller (17,4), Esteger (30,7), Gómez (600,1), Luchi (34,4), Cedeño (8,6), Gaester (9,4), Hhaller (2,1), Giacobucci (6,6), Jiménez (39,8) y García (2,5).

**Palabras Clave:** *Zea Mays* L.; *Rottboellia cochinchinensis*; resistencia; biotipo.

---

<sup>1</sup> Trabajo financiado por FUNDACITE Aragua.

\* Ingeniero Agrónomo MSc. Ministerio de Agricultura y Tierra.  
E-mail: marydelg@yahoo.com

\*\* Profesores. Agregado y Asistentes, respectivamente. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. E-mail: ortiza@agr.ucv.ve/ zambrano@agr.ucv.ve

RECIBIDO: mayo 25, 2005.

**RESISTANCE OF *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton TO NICOSULFURON IN MAIZE CROPS<sup>1</sup>**

**Maryory Delgado\*, Aída Ortiz Domínguez\*\*  
y Cástor Zambrano\*\***

**SUMMARY**

The control of Itchgrass, *Rottboellia cochinchinensis*, one of the most important weeds of maize in Venezuela is based on nicosulfuron, a postemergent herbicide. However, levels of control have been low, which may suggest resistance of the weed to the herbicide. Resistance of itchgrass, collected in different farms of Portuguesa State, to nicosulfuron was evaluated. The resistance of mature seeds of itchgrass collected from 13 farms was compared against the resistance of itchgrass collected in the botanic garden of the Department of Botany of the Faculty of Agronomy where nicosulfuron had never been used. Two experiments were carried out in a greenhouse, in a completely randomised block design with 4 replications, 1) to select resistance to the commercial recommended dose of nicosulfuron (30 i.a. g ha<sup>-1</sup>), and 2) to evaluate the resistance of itchgrass to increased doses of nicosulfuron (0, 7.5, 15, 30, 60 and 120 i.a. g ha<sup>-1</sup>) with selected plants from experiment 1 where there was low control of itchgrass (<30%) by nicosulfuron. In both experiments nicosulfuron was sprayed using a calibrated CO<sub>2</sub> constant flow sprayer set to 250l/ha, when itchgrass had 3 to 4 leaves. Seedlings were placed in pots with 3 kg of soil. The dose of nicosulfuron which inhibits growth of itchgrass in a 50% (RC50) was estimated through the threshold of resistance index (RI), using the log-logistic model of regression in accordance with Seefeld *et al.* (1995). We found that 3 of the evaluated populations were susceptible and 11 resistant to nicosulfuron. Resistance index fluctuated between 2.1 and 600.1: Randal (19.7), Phaller (17.4), Esteger (30.7), Gómez (600.1), Luchi (34.4), Cedeño (8.6), Gaester (9.4), Hhaller (2.1), Giacobucci (6.6), Jiménez (39.8) and García (2.5).

**Key Words:** *Zea mays*; *Rottboellia cochinchinensis*; resistance; biotype.

---

<sup>1</sup> Trabajo financiado por FUNDACITE Aragua.

\* Ingeniero Agrónomo MSc. Ministerio de Agricultura y Tierra.  
E-mail: marydelg@yahoo.com

\*\* Profesores. Agregado y Asistentes, respectivamente. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.  
E-mail: ortiza@agr.ucv.ve / zambrano@agr.ucv.ve

RECIBIDO: mayo 25, 2005.

## INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., de origen americano, es el cereal más extendido en Venezuela. Cultivándose en casi todas las pequeñas plantaciones de subsistencia, pero, además se siembra con técnicas modernas en virtud de que constituye la materia prima para varias industrias (harina precocida y de hojuelas de maíz tostado).

Las malezas, tanto anuales como perennes, son un problema mundial en el cultivo del maíz. El crecimiento de las malezas gramíneas puede provocar pérdidas de rendimiento del grano de maíz de hasta un 85%. *Rottboellia cochinchinensis* (paja peluda) reduce los rendimientos del maíz en un 90% debido a su gran potencial de competencia y posibles efectos alelopáticos (Fisher *et al.*, 1987).

La agresividad de la paja peluda ha permitido su rápida expansión y ocasionar daños severos a los cultivos, tanto por reducir el rendimiento como por dificultar la cosecha, incluso ha obligado a abandonar áreas de producción o cambiar el rubro de producción (Rodríguez, 2000).

La resistencia de malezas a los herbicidas fue señalada por primera vez en 1968 en el estado de Washington, USA, donde se identificó una población de la maleza *Senecio vulgaris* L., resistente a Simazina (Heap y LeBaron, 2001). En los siguientes 36 años se han presentado en el mundo 174 especies de malezas resistentes a una o más, de unas quince clases de herbicidas (Heap, 2004).

Actualmente se ofrecen más de 250 ingredientes activos a nivel mundial permitiendo el control de casi todas las malezas en cultivos principales y secundarios. La comprobada eficacia de los herbicidas modernos permite a los agricultores producir sus cultivos en forma continua y rentable en los mismos campos optimizando sus ingresos. Sin embargo, una de las desventajas del uso repetitivo de estos xenobióticos es la evolución de malezas resistentes a ellos y uno de los grupos de herbicidas más recientes que se considera propenso a la evolución de resistencia son los inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa ALS (Valverde *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la respuesta de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton a la aplicación del herbicida nicosulfuron con la finalidad de contribuir al conocimiento

del manejo de la resistencia de la paja peluda al herbicida nicosulfuron, herramienta básica para el diseño de estrategias de control de esta maleza en el cultivo de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1º Fase. Muestreo

En la época de lluvias del año 2003 se realizó un muestreo de áreas maiceras, con un historial de aplicación de nicosulfuron de más de 8 años (Cuadro 1) en el estado Portuguesa, colectándose semillas maduras de 13 poblaciones de paja peluda. En el jardín botánico del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía UCV se colectó la población control (susceptible), área donde nunca se ha usado nicosulfuron.

Se colectaron 10 plantas por finca y se colocaron en bolsas de papel, dejándose secar durante 15 días bajo condiciones naturales.

**CUADRO 1.** Fincas maiceras donde se colectaron las semillas de *R. cochinchinensis* en el estado Portuguesa. Ciclo de lluvias (julio-agosto 2003).

Fincas	Zona
Elio Giacobucci	Turén
Roberto Randal	Turén Carretera V
Humberto Luchi	Turén Carretera V
Gladis Gómez	Turén Carretera V
Darwin Cedeño	Turén Carretera G
Phillips Haller	El Playón
Helmont Haller	El Playón
Gregorio García	El Playón
Alberto Esteger	Chorrerones
Roberto Gaester	Chorrerones
Michael Wacker	Chorrerones
Luis Jiménez	El Ají
Alberto Esteger	La Colonia

### **Ruptura de latencia de las semillas**

Las semillas colectadas en el campo se escarificaron, eliminándoles manualmente el artículo, para someterse a un proceso de oxigenación por 24 horas y romper la latencia. Para esto se sumergieron en fiolas de 250 ml contentivas de agua destilada estéril y conectadas a una bomba de pecera. Luego fueron colocadas en bandejas sobre papel toalla humedecido con agua destilada estéril y se introdujeron en la cámara de germinación del Laboratorio de Semillas del Instituto de Agronomía FAGRO-UCV para obtener las plántulas requeridas en el ensayo.

### **2º Fase. Pruebas de resistencia**

En esta prueba se utilizó la metodología aplicada por Fischer *et al.* (1993 y 2000), en sus estudios de resistencia, la cual consiste en: Cuando la plúmula y la radícula empezaron a emerger de la cubierta seminal se transplantaron a macetas plásticas (6 plántulas por maceta) con aproximadamente 3 kg de suelo esterilizado con vapor de agua.

Las plántulas se dejaron crecer en el invernadero hasta que desarrollaron 4 hojas, aproximadamente 15 días después del trasplante, para realizar las pruebas con nicosulfuron. Antes de la aplicación del herbicida se entresacaron para dejar sólo 3 plantas por maceta. Bajo esta metodología se hicieron dos experimentos:

#### **ENSAYO 1: Prueba preliminar**

En este estudio inicial se utilizó la dosis comercial (en i.a. de 30 g ha<sup>-1</sup>) del herbicida nicosulfuron y el surfactante no iónico para seleccionar los individuos que tuvieran menos porcentaje de control. Las plantas se dejaron crecer en el invernadero hasta completar su fase de reproducción (3 meses). Cuando las semillas comenzaron a madurar se cubrieron las panículas con una bolsa de tela de tul para evitar pérdidas de semillas en el desgrane. Las semillas provenientes de plantas con menos de 30% de daño foliar se tomaron para realizar la prueba de respuesta a dosis.

En este ensayo se evaluó el porcentaje visual de daño a los diez días después del tratamiento con el herbicida.

## ENSAYO 2: Respuesta a dosis

En este experimento se utilizaron dosis crecientes y diferentes tratamientos con nicosulfuron (Cuadro 2), las cuales se aplicaron con una asperjadora de CO<sub>2</sub> de espalda, que permitió la aplicación a presión constante a razón de 250 l ha<sup>-1</sup> usando boquillas In Jeet 8002 VF.

**CUADRO 2.** Tratamientos de nicosulfuron aplicados sobre biotipos de *R. cochinchinensis*.

Tratamiento	De i.a en g ha <sup>-1</sup> nicosulfuron	Producto comercial (g ha <sup>-1</sup> )
0 X (sin aplicación)	0	0
0,25 X	0,75	10
0,5 X	15	20
1X	30	40
2X	60	80
4X	120	160

X= dosis comercial

## Diseño de experimento

En los dos experimentos se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 4 repeticiones.

## Variables evaluadas

1. Porcentaje visual de daño: Las plantas se mantuvieron en el invernadero hasta que desarrollaron síntomas de toxicidad. Diez días después del tratamiento se hizo la evaluación visual de las plantas, para lo cual se usó la escala porcentual establecida por Frans y Talbert citado por Rodríguez (1981) en la que 0 representa la ausencia de daño (crecimiento y condiciones de la planta similares a las del testigo sin tratar) y 100 corresponde a la muerte de la planta.

2. Peso fresco (biomasa fresca): Las plantas se cosecharon cortándolas al ras del suelo a los 21 días después del tratamiento (21 DDT) para determinar su peso fresco aéreo.
3.  $RC_{50}$ : Es la inhibición del crecimiento provocada por el herbicida. Este valor representa la dosis de herbicida que inhibe el 50% del crecimiento (peso fresco) de las plantas tratadas en relación con las plantas testigo.
4. Índice de resistencia (ÍR): se compararon las respuestas de la población desconocida o de la que se sospechaba resistente con la de la población conocida como susceptible (control, UCV). El ÍR se calculó como la razón entre el valor de  $RC_{50}$  de la población de interés sobre el valor de  $RC_{50}$  de la población susceptible.
5. Cuando el valor del ÍR fue mayor de 2, la población bajo estudio se consideró como resistente.

#### **Análisis Estadísticos**

Los valores de  $RC_{50}$  se calcularon basados en la curva de respuesta a dosis, usando el modelo logístico descrito por Seefeld *et al.* (1995). Este modelo usa la siguiente ecuación para expresar biomasa fresca como porcentaje de control y de la dosis  $x$  del herbicida:

$$U_{ij} = C_i + \frac{D - C_i}{1 + \exp[b_i (\log(z_j) - \log(RC_{50}(i)))]}$$

Donde  $U_{ij}$  denota la respuesta a la dosis  $j$  del herbicida  $i$ ;  $D$  representa la asíntota superior del crecimiento de las plantas a la concentración cero que se supone es similar para el experimento (tratamiento testigo), y  $C_i$  es el límite inferior a una dosis infinita del herbicida  $i$ .  $RC_{50}$  denota la dosis requerida del herbicida  $i$  para reducir el crecimiento de la planta a la mitad del valor entre  $D$  y  $C$ , y  $b_i$  es la pendiente de la curva cerca de la  $RC_{50}(i)$ .

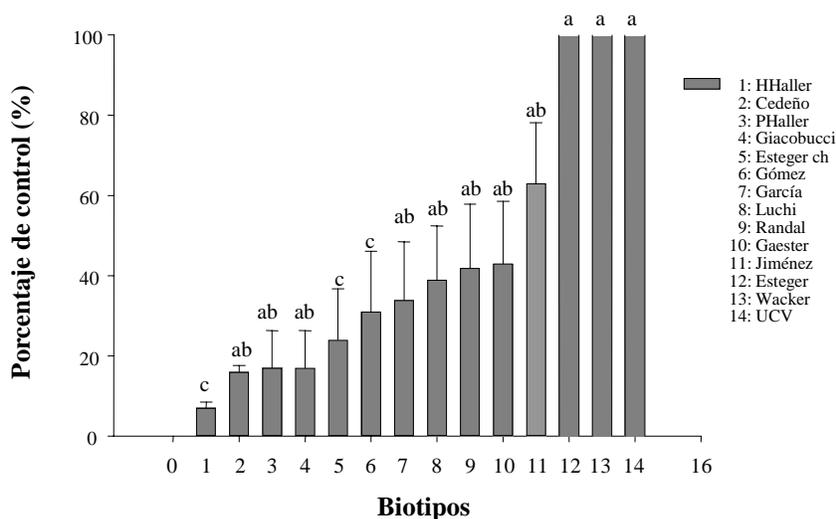
Las curvas de respuesta a dosis se generaron por análisis de regresión múltiple usando el programa estadístico SAS versión 7,0 (Seefeld *et al.*, 1995; Ferguson *et al.*, 2001) y graficando con el programa estadístico SigmaPlot versión 8,0.

La variable porcentaje de control se analizó por prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis usando el Programa Statistix por no cumplir con los supuestos del ANAVAR.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ENSAYO 1: Prueba preliminar

La Figura muestra que los biotipos de *R. cochinchinensis* que tuvieron mejor control fueron Esteger, Wacker y UCV (control), seguidos por los biotipos Randal, PHaller, Luchi, Cedeño, Gaester, Giacobucci, Jiménez y las poblaciones con menor porcentaje de control fueron Esteger ch, HHaller y Gómez.



**FIGURA.** Porcentaje de control (%) de biotipos de *R. cochinchinensis* con la dosis comercial en i.a. ( $30 \text{ g ha}^{-1}$ ) del herbicida nicosulfuron. Promedios con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Kruskal y Wallis.

Esta prueba preliminar permitió identificar que alrededor del 85% de las poblaciones colectadas en las fincas muestreadas en Portuguesa son potencialmente resistentes al nicosulfuron (Cuadro 3) y confirma lo expuesto por Heap (1999) cuando se refiere a que la resistencia no siempre es absoluta.

**CUADRO 3.** Número de poblaciones y porcentaje de control ejercido por el nicosulfuron sobre *R. cochinchinensis* colectadas en fincas maiceras del estado Portuguesa.

Zona	Poblaciones Analizadas	Poblaciones Susceptibles		Poblaciones potencialmente Resistentes	
		Nº	%	Nº	%
Turén	5	0	0	5	100
El Playón	3	0	0	3	100
Chorrerones	3	1	33,33	2	66,66
Colonia	1	1	100	0	0
El Ají	1	0	0	1	100
Total	13	2	15,38	11	84,61

## ENSAYO 2: Respuesta a dosis

En el Cuadro 4 se muestran los valores de  $RC_{50}$  y el  $\acute{I}R$  obtenidos para los biotipos Resistentes (R) y susceptibles (S), encontrándose que se formaron 5 grupos en función del  $\acute{I}R$ , los cuales se categorizaron en orden de mayor a menor en: Primer grupo, conformado por el biotipo Gómez el cual se atribuyó un  $\acute{I}R$  de 600,08 y un  $RC_{50}$  de i.a. de 3 654,5 g ha<sup>-1</sup>, es decir, que se necesita 121,8 veces la dosis comercial de nicosulfuron para alcanzar el 50% de reducción del peso fresco aéreo de las plantas. El segundo grupo lo conformaron los biotipos Jiménez, Luchi y Esteger Ch con  $\acute{I}R$  de 39,79; 34,39 y 30,68, respectivamente, además requieren de alrededor de 5,10 a 9,91 veces la dosis comercial para reducir su crecimiento en un 50%. El tercer grupo lo formaron los biotipos Randal y PHaller con  $\acute{I}R$  de 19,73 y 17,36, respectivamente y

requieren de 2,75 a 3,82 veces la dosis comercial del herbicida para reducir su crecimiento en un 50%. El cuarto grupo estuvo conformado por los biotipos Gaester, Cedeño y Giacobucci con un ÍR de 9,42; 8,64 y 6,6, respectivamente; la dosis requerida para reducir el 50% del crecimiento fueron de 1,95; 1,78 y 1,72 veces la dosis comercial, respectivamente. El último grupo mostró menores ÍR pero superiores al umbral establecido para la resistencia a herbicidas (Valverde, 2000), en este caso los biotipos que se asociaron en este grupo fueron HHaller y García con un ÍR de 2,54 y 2,12, respectivamente, lo que indicó una dosis de nicosulfuron para reducir al 50% su crecimiento de 0,48 a 0,65 veces la dosis comercial del herbicida.

**CUADRO 4.** Dosis del herbicida nicosulfuron requeridas para inhibir el 50% del peso fresco ( $RC_{50}$ ) en biotipos resistentes y susceptibles de *R. cochinchinensis* y el índice de resistencia (ÍR).

Biotipo	$RC_{50}$ Susceptible en i.a. (g ha <sup>-1</sup> )	$RC_{50}$ Resistente en i.a. (g ha <sup>-1</sup> )	ÍR
Gómez	6,09	3 654,5	600,08
Jiménez	7,47	297,3	39,79
Luchi	3,66	125,9	34,39
Esteger ch	4,99	153,1	30,68
Randal	4,19	82,7	19,73
PHaller	6,60	114,6	17,36
Gaester	6,22	58,64	9,42
Cedeño	6,19	53,54	8,64
Giacobucci	7,82	51,65	6,60
García	7,72	19,64	2,54
HHaller	6,75	14,35	2,12

ÍR= Razón entre el  $RC_{50}$  Resistente y  $RC_{50}$  Susceptible

## CONCLUSIONES

- Las evaluaciones de los diferentes biotipos de *R. cochinchinensis* permitieron identificar 3 biotipos susceptibles (UCV, Wacker y Esteger) y 11 biotipos resistentes (Randal, PHaller, Esteger ch, Gómez, Luchi, Cedeño, Gaester, HHaller, Giacobucci, Jiménez y García) al herbicida nicosulfuron.
- La dosis requerida para inhibir el crecimiento de las plantas (peso fresco) en un 50% ( $RC_{50}$ ), del biotipo susceptible osciló en i.a., entre 4,19 y 7,82 g ha<sup>-1</sup>, mientras que para los biotipos resistentes estuvo entre 14,35 y 3 654,5.
- Se encontraron diferentes niveles de respuesta de los biotipos Randal, PHaller, Esteger Ch, Gómez, Luchi, Cedeño, Gaester, HHaller, Giacobucci, Jiménez y García con índices de resistencia que oscilaron entre 2,12 y 600,08.

## BIBLIOGRAFÍA

FERGUSON, G., A. HAMILL and F. TARDIF. 2001. ALS inhibitor resistance in populations of powell amaranth and redroot pigweed. *Weed Science*. 49:448-453.

FISCHER, A., D. BAYER and J. HILL. 2000. Herbicide resistant *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* in California *Oryza sativa* fields. *Weed Science*. 48:225-230.

FISCHER, A., E. GRANADOS and D. TRUJILLO. 1993. Propanil resistance in populations of Junglerice (*Echinochloa colona*) in Colombia Rice Fields. *Weed Science*. 41:201-206.

FISHER, H., R. MENÉNDEZ, L. DALEY, D. ROBB-SPENCER and G. CRABTREE. 1987. Biochemical Characterization of Itchgrass (*Rottboellia exaltata*) Biotypes. *Weed Science*. 35:333-338.

HEAP, I. 1999. Criteria for Confirmation of Herbicide-Resistant Weeds. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.weedscience.org/resgroups/Detect%20Resistance.pdf#search=%22Criteria%20for%20Confirmation%20of%20Herbicide-Resistant%22>.

HEAP, I. 2004. Internacional Survey of Herbicide Resistant Weeds. Documento en línea. Disponible: <http://www.weedscience.org/in.asp>.

HEAP, I. and H. LeBARON. 2001. Introduction and Overview of Resistance. **In:** Herbicide Resistance and World Grains. Stephen Powles and Dale Shaner, Eds. Washington, DC. 1-22 p.

RODRÍGUEZ. 1981. Evaluación visual de malezas. **In:** I Jornadas de especialistas en el control de malezas. Sociedad Venezolana del Combate de Malezas (SOVECOM). Conferencias. Maracay. p. 72.

RODRÍGUEZ, E. 2000. Combate y control de malezas. En Maíz en Venezuela. Fundación Polar. Editores, H. Fontana y C. González. 530 p.

SEEFELDT, S., J. JENSEN and P. FUERST. 1995. Log-Logistic analysis of herbicide dose- response relationships. *Weed Technology*.9:218-227.

VALVERDE, B., C. RICHES and J. CASELEY. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Costa Rica. 156 p.

**PARASITISMO POR *Beauveria bassiana*  
SOBRE LA BROCA DEL CAFÉ,  
EN EL ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA**

**Rafael Montilla\*, Belkis Camacho\*, Amparo Quintero\*\*  
y Gloria Cardozo\*\***

**RESUMEN**

Con el fin de controlar el daño causado por la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari en Trujillo y de seleccionar un entomopatógeno adaptado a nuestras condiciones agroclimáticas, se evaluaron desde junio de 2003 hasta diciembre de 2004, cepas de *Beauveria bassiana* bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos (cepa 01, cepa 03, cepa 09 y un testigo) y cinco repeticiones. Las cepas nativas del estado fueron suministradas por el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de los Andes (ULA). Las evaluaciones y aplicaciones del hongo se realizaron cada 15 y 30 días respectivamente, comenzando 100 días después de la floración hasta poco después de la cosecha. Se determinó inicialmente, en una muestra de 200 granos, el porcentaje de infestación por broca y parasitismo por el hongo, para cada año. El análisis estadístico se realizó utilizando estadística descriptiva por medio del programa InfoStat. Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P=0,05$ ). Los porcentajes de broca y parasitismo iniciales fueron: en el 2003: 2% y 0%; y en el 2004: 2,5% y 0%, respectivamente. La presencia de parasitismo en el testigo, sugiere la versatilidad del hongo para infestar brocas sanas en diferentes sitios, así como su adaptación a las condiciones agroclimáticas del cultivo café de la región. La aplicación temprana de *B. bassiana*, en el proceso de fructificación y de consistencia del grano semilechoso, contribuyó a mantener los niveles de infestación de broca por debajo del 5%.

**Palabras Clave:** *Beauveria bassiana*; broca del café; *Hypothenemus hampei* Ferrari; control biológico; entomopatógeno; manejo integrado de plagas.

---

\* Investigadores y \*\*Técnicos Asociados a la Investigación, respectivamente. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Trujillo. Avenida principal Pampanito, frente al Ambulatorio. Apdo. 395. Pampanito, estado Trujillo. Venezuela. E-mail(s): rmontilla@inia.gob.ve - bcamacho@inia.gob.ve

RECIBIDO: junio 26, 2006

## PARASITISM BY *Beauveria bassiana* ON THE COFFEE BERRY BORER, IN TRUJILLO, VENEZUELA

Rafael Montilla\*, Belkis Camacho\*, Amparo Quintero\*\*  
y Gloria Cardozo\*\*

### SUMMARY

In order to control the damage caused by the coffee berry borer (CBB) *Hypothenemus hampei* Ferrari in Trujillo and to select an entomopathogen adapted to our agroclimatic conditions, strains of *Beauveria bassiana* were evaluated during the period of June, 2003 until December, 2004, using a randomized block design, with four treatments (isolate 01, isolate 03, isolate 09 and a control) and five repetitions. The native isolates of the state were donated by the Laboratory of Plant Pathology of the University of the Andes (ULA). Evaluations and applications of the fungus were carried out every 15 and 30 days respectively, beginning 100 days after flowering until shortly after the crop harvest. In a sample of 200 grains the percentage of infestation by coffee berry borer (CBB) and parasitism by the fungi were determined initially for each year. A statistical analysis was carried out utilizing descriptive statistics through the program InfoStat. Results indicated that no significant differences existed among the treatments ( $P \leq 0,05$ ). The percentages of CBB and initial parasitism were: in the 2003: 2% and 0%; and in 2004: 2,5% and 0%, respectively. The presence of parasitism in the control, suggests the versatility of the mushroom to infest healthy CBB in different places, as well as its adaptation to the agroclimatic conditions of the coffee crop of the region. The early application of *B. bassiana*, in the process of fructification and of semi milky grain consistency, contributed to maintain the infestation levels below 5%.

**Key Words:** *Beauveria bassiana*; biological control; coffee Berry Borer (CBB); Entomopathogen; management integrated of plagues.

---

\* Investigadores y \*\*Técnicos Asociados a la Investigación, respectivamente. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Trujillo. Avenida principal Pampanito, frente al Ambulatorio. Apdo. 395. Pampanito, estado Trujillo. Venezuela. E-mail(s): rmontilla@inia.gob.ve - bcamacho@inia.gob.ve

RECIBIDO: junio 26, 2006

## INTRODUCCIÓN

*Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), es la plaga más importante del café a nivel mundial (Bustillo *et al.*, 1998). Damón (2000) indicó que a pesar de los avances en la investigación con respecto a la broca, el control de la plaga depende ampliamente de la aplicación del insecticida organoclorado endosulfan, con los que se han obtenido resultados variables e impredecibles. Cárdenas (2000) señaló la necesidad de la búsqueda de sustitutos de los agroquímicos, y en este sentido se ha orientado el interés hacia los insecticidas de la tercera generación y dentro de estos al grupo de mediadores químicos, que son productos naturales que intervienen en las relaciones hospedero-parásito.

Entre las medidas de control más comunes contra la broca, están la utilización de entomopatógenos (Monzón, 2001), siendo *Beauveria bassiana* el más conocido y aplicado con éxito en programas de manejo integrado de plagas, el mismo es compatible con la utilización de parasitoides (Bustillo *et al.*, 1998, 2003; Reyes *et al.*, 1995; Ibarra y Varela, 2002). Benavides *et al.* (2002) destacaron que, dentro de los controles de *H. hampei*, el cultural es el componente más importante en el manejo integrado de esta plaga, con una mayor producción de café, mayores ingresos y márgenes de contribución económica, y que otros controles son menos efectivos sin este.

Según INIA (2001), el cultivo del café satisface la demanda nacional y es un rubro de exportación equivalente a un 20% de la producción total, cuyo proceso productivo genera empleo en toda la cadena agro-productiva. A pesar de esto, Parra (2001) señala que los rendimientos promedios son bajos (apenas 6 sacos ha<sup>-1</sup>), cuando un cafetal bien asistido puede producir entre 30 y 40 sacos.

En Venezuela, para 1995 *H. hampei* se señaló en cafetales del estado Táchira, encontrándose luego en otras regiones del país. En mayo del año 2000, el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA), señaló la presencia de la broca en cafetales ubicados en el sector Corojo, municipio Boconó, del estado Trujillo; por lo que en ese mismo año, basados en referencias experimentales de otros países y con la cautela de que la broca como sus agentes de regulación poblacional pueden tener un comportamiento diferente en nuestras condiciones ambientales, los investigadores del INIA iniciaron los estudios para su control, utili-

zando cepas nativas de *B. bassiana*, con el fin de evaluar el efecto parasítico del entomopatógeno sobre la broca del café y de seleccionar una cepa adaptada a las condiciones agroclimáticas de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en la finca del productor Marcelino Bencomo, ubicada en el sector Chandá, municipio Boconó, estado Trujillo. Dicho ayuntamiento es considerado como la principal zona cafetalera del estado y la que presentaba los mayores problemas con la broca del café. La zona seleccionada se caracteriza por presentar pendientes de 30 a 40%, temperaturas entre los 18 a 25 °C, precipitación entre los 640 a 1 900 mm, evapotranspiración potencial entre 510 a 1 400 mm (MARNR, 1987).

El área de estudio de la finca del productor cafetalero, estaba sembrada con plantas de café variedades caturra roja y amarilla, con edades menores a los cinco años, la cual estaba rodeada por cafetales más viejos y poco asistidos.

Es preciso señalar que en muestreos previos al montaje del ensayo se obtuvieron datos de infestación por broca superior al 50%, así como también se detectó la presencia de *B. bassiana* parasitando adultos de broca que se encontraban penetrando frutos de diferente consistencia. El experimento se inició en junio de 2003 y se continuó hasta diciembre de 2004. Antes y durante el ensayo no se aplicó ningún tipo de agroquímicos. El ensayo se instaló siguiendo un diseño de bloques al azar, con cinco repeticiones y tres tratamientos + testigo. Los tratamientos evaluados fueron: T0: testigo; T1: cepa 09\*; T2: cepa 01\*; T3: cepa 03; todas las cepas tenían una concentración de  $1 \times 10^{12}$  esporas/ mililitro, se usaron dosis de 30 g 10 l de agua en la cepa 09 y 100 g 10 l de agua para las otras dos cepas, a todos los tratamientos se les adicionó 5 cc de adherente (surfatron).

Cada parcela fue conformada por nueve plantas, de estas se seleccionaron y marcaron tres para ser evaluadas. En la parte intermedia de estas

---

\* Los biopreparados (Cepas) fueron suministrados por el laboratorio de Fitopatología Carlos Díaz Polanco del Núcleo Rafael de la Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela.

plantas, en cada evaluación, se escogieron al azar dos ramas, en las cuales fueron determinadas: total de frutos sanos, porcentajes de frutos brocados y porcentajes de frutos brocados parasitados por *B. bassiana*. Cada planta de cada parcela que conformaban el respectivo tratamiento fue asperjada cuidadosamente para evitar contacto con las otras cepas.

Se realizaron aplicaciones mensuales de las cepas del hongo, desde el mes de junio hasta diciembre, la primera aplicación se efectuó en fruto verde, aproximadamente tres meses después de la floración y la última después de la cosecha, ambas como aplicaciones preventivas (para un total de seis aplicaciones), y las evaluaciones se realizaron cada 15 días (para un total de nueve evaluaciones).

Las aplicaciones de entomopatógenos se realizaron después de las 4:00 p.m., a fin de evitar pérdidas de la viabilidad de las esporas del hongo por alta radiación solar. Antes de la instalación del ensayo se determinó el porcentaje de infestación por broca, para ello se tomaron de manera aleatoria, dentro del área seleccionada para el ensayo, 200 frutos, a los cuales se les determinó: porcentaje de frutos brocados y de frutos brocados parasitados por entomopatógenos, luego se procedió a realizar la primera aplicación del hongo.

Los datos obtenidos, fueron vaciados en una planilla diseñada para tal fin y luego analizadas por medio de un ANAVAR con una prueba de "F", utilizando el programa estadístico INFOSTAT. Este ensayo se continuó con las mismas características en el 2004.

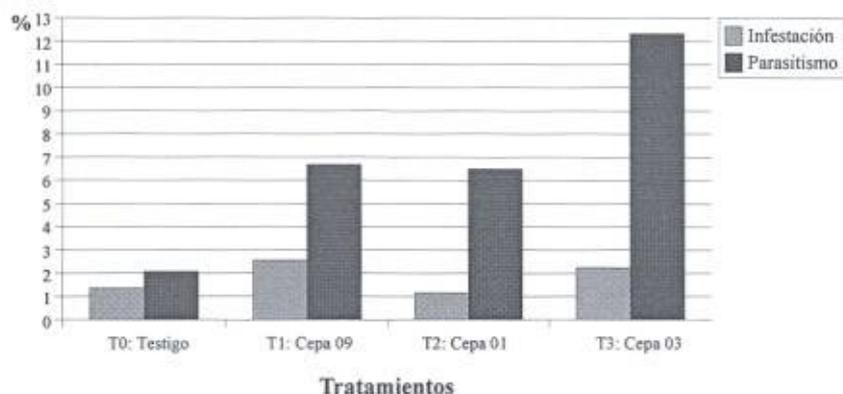
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Es preciso señalar, que previamente, se realizaron ensayos preliminares con aplicaciones de cepas del entomopatógeno de la región y de cepas comerciales. Las comerciales presentaron problemas de contaminación, concentración de esporas y consecución del producto, así como otros factores que no es el propósito del trabajo explicar, por lo que fueron descartadas. Las cepas nativas fueron procesadas y suministradas por el laboratorio de fitopatología de la Universidad de los Andes (ULA); las mismas fueron comparadas bajo un ensayo más afinado en el 2003 y 2004, cuyos resultados son los expresados en esta investigación.

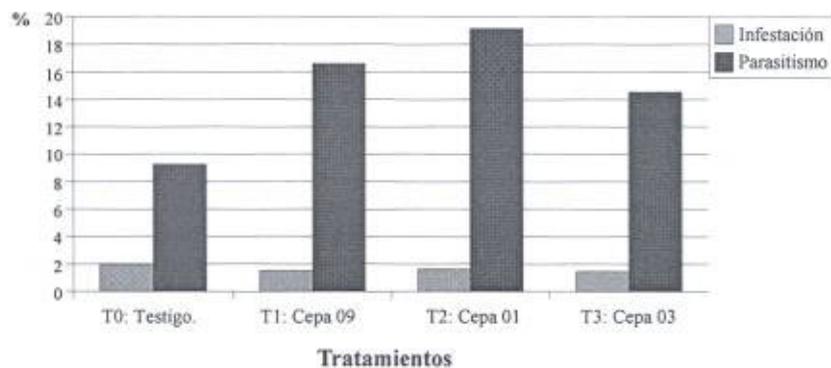
Los resultados que se obtuvieron en el muestreo inicial para cada año fueron: **a)** En el 2003: 2% de frutos brocados y 0% de frutos parasitados; **b)** En el 2004: 2,5% de frutos brocados y 0% de frutos brocados parasitados por el hongo. Los resultados del análisis estadístico para el 2003 y 2004 arrojaron que, no existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados, aspecto que se atribuyen al tiempo en que este ensayo ha estado bajo la aplicación de cepas del hongo, lo que ha permitido su establecimiento.

Sin embargo, cuando se compara gráficamente el efecto de las tres cepas y el testigo con la infestación con broca, es observable que para el 2003 (Figura 1), el tratamiento que más sobresalió fue la cepa 03 seguida de la cepa 09 y la cepa 01; situación que para el 2004 cambia totalmente (Figura 2), la cepa 01 es la que presenta mayores efectos parasíticos sobre la infestación por broca, seguida por las cepas 09 y la cepa 03 que tienen casi los mismos valores. Este aspecto sugiere que cualquiera de las cepas puede ser utilizada para reducir las poblaciones de la broca en el cafetal, y que lo pudiera haber contribuido en este comportamiento es que, las cepas involucradas en el experimento, fueron colectadas en zonas cafetaleras del estado Trujillo, con condiciones ambientales semejantes a las del ensayo, lo que posiblemente haya favorecido la permanencia y acción en campo durante el período de ensayo.

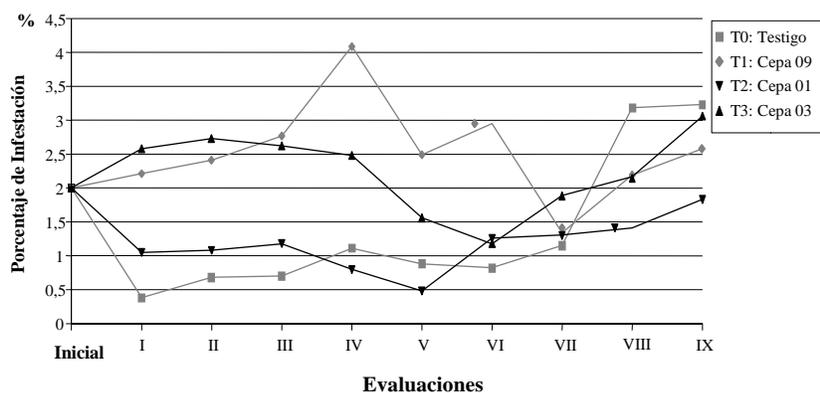
Los resultados sobre infestación con broca (Figura 3) para el 2003 fueron bastante alentadores, la aplicación temprana de *B. bassiana*, 100 días después de la floración, cuando el grano tiene una consistencia semilechosa, y los ataques por broca son bajos, permitió mantener durante el ciclo de fructificación hasta la cosecha los porcentajes de daño por debajo del 5%, valor aceptable para la producción (Bustillo *et al.*, 1998). Se observan dos grupos de curvas conformadas por los tratamientos [cepa 09 (T1)-cepa 03 (T3)], y [Testigo (T0)-cepa 01(T2)], grupos que tienden a mezclarse al final de las evaluaciones. El Testigo (T0) mantiene durante casi todo el ciclo de fructificación y endurecimiento del grano, los valores más bajos de infestación, con un comportamiento similar al de la cepa 01 (T2), aspecto que cambia bruscamente a partir de la VII evaluación, época en que el grano empieza a madurar. Lo que sugiere que posibles estrategias de control complementarias al entomopatógeno puedan ser aplicadas en esta época, de forma de reducir poblaciones y así el daño en granos a ser cosechados.



**FIGURA 1.** Relación porcentual entre el efecto parasítico de tres cepas de *B. bassiana* y la infestación con *H. hampei* en café. Año 2003.



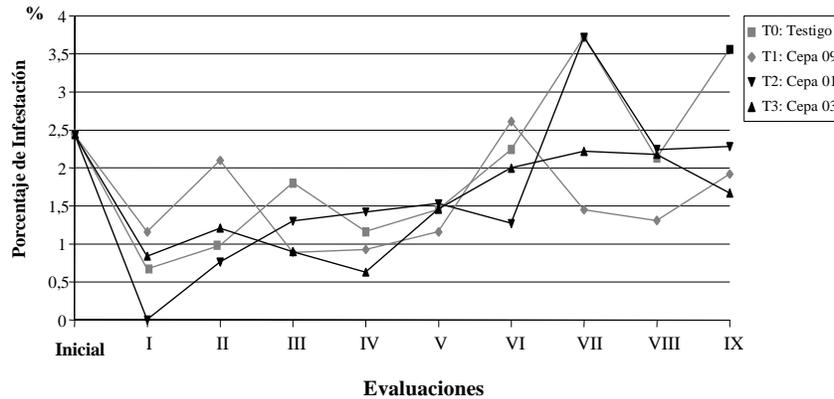
**FIGURA 2.** Relación porcentual entre el efecto parasítico de tres cepas de *B. bassiana* y la infestación con *H. hampei* en café. Año 2004.



**FIGURA 3.** Comportamiento promedio de infestación de *H. hampei* versus tres cepas de *B. bassiana* en café. Año 2003.

Llama la atención que el T0 refleje en algunos casos valores de infestación menores a aquellas parcelas que fueron tratadas con alguna cepa del hongo, aunque al final sus valores superan a cualquiera de estos; en general la infestación nunca excedió el 5%, demostrando que las aplicaciones tempranas de cepas de *B. bassiana* ejercen un cierto efecto regulador y permanente en el tiempo, a pesar de que su acción se reduzca al final del ciclo, cuando están presentes mayor cantidad de frutos maduros y coincide con el tiempo de cosecha. En este sentido Bustillo *et al.* (1998) señalaron que, la efectividad de *B. bassiana* es afectada en parte por temperatura y humedad en el macroclima, y que condiciones de microclima, luz solar y la actividad biológica de otros organismos pueden afectar la habilidad del hongo para sobrevivir e iniciar infestaciones.

Para el 2004 (Figura 4), se observó una respuesta más homogénea de la infestación frente a las cepas, no observándose una diferenciación que permita realizar un contraste, aunque los valores expresados generalmente fueron más bajos, el efecto biocida fue más marcado que el año pasado; evidenciado porque los porcentajes promedios de infestación con broca se mantienen por debajo del 4%. Sin embargo, para el final de las evaluaciones los resultados de infestación mostrados por el T0, fueron mayores que los valores porcentuales obtenidos para las cepas, coincidiendo con los resultados obtenidos para el año anterior.



**FIGURA 4.** Comportamiento promedio de infestación por *H. hampei* versus tres cepas de *B. bassiana* en café. Año 2004.

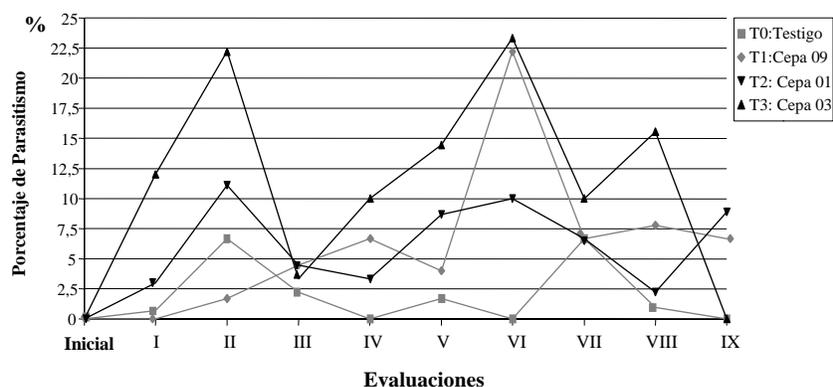
Desde el punto de vista del parasitismo, para el primer año de ensayo (Figura 5), las cepas de *B. bassiana* T2 y cepa 03 (T3), tuvieron un comportamiento bimodal, llegando a alcanzar valores superiores al 20%; no así la cepa 09 (T1) cuya máxima expresión se obtuvo en la VI evaluación.

Este comportamiento bimodal coincide con los períodos máximos de lluvia en la región así como con las etapas de endurecimiento del grano de café y de maduración del fruto, dichas etapas son consideradas las más susceptibles de ser atacadas por la broca; la primera porque se inicia el proceso de colonización del cultivo y de granos de consistencia semidura, y la segunda porque las poblaciones jóvenes, nacidas en el mismo ciclo de fructificación al final ya han expresado su potencial reproductivo, y esto puede estar ayudado por la maduración del fruto, durante esta etapa se liberan alcoholes que son atrayentes de la broca y que estimula aún más la colonización de granos sanos y en algunos casos la sobreinfestación de granos ya atacados, donde el entomopatógeno al parecer no tiene la misma capacidad de respuesta que la broca, de allí que el parasitismo sea bajo.

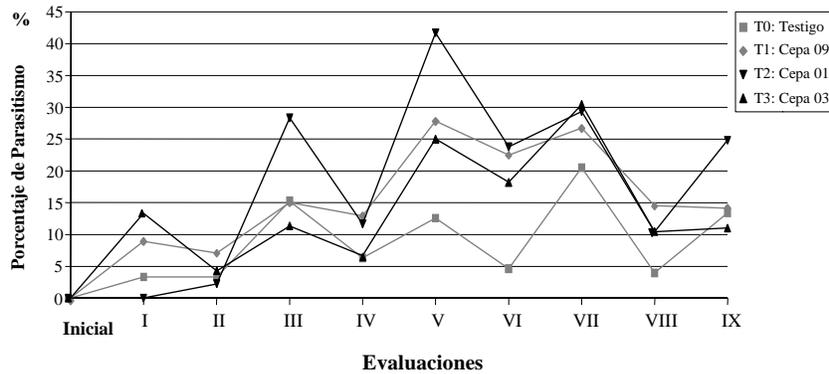
Otro aspecto importante que cabe destacar, es que aunque al tratamiento T0 no se le aplicó ninguna cepa del hongo, dicho tratamiento presentó el efecto parasítico de *B. bassiana* (Figura 5), los valores obtenidos

para este tratamiento son los más bajos y no se correlaciona con los valores porcentuales de infestación obtenidos para el mismo año (Figura 3), llamando la atención como al final del ciclo sus valores son más altos que los expresados para cualquiera de las cepas evaluadas. Es posible que el dinamismo existente en el cafetal haya favorecido la dispersión de las esporas del hongo, donde el viento y brocas colonizadoras, así como otros insectos, hayan servido de medio de transporte, contribuyendo de esta forma a incrementar y asegurar el efecto parasítico al alcanzar sitios donde las aplicaciones del entomopatógeno no llegaron.

En el 2004, el parasitismo por *B. bassiana* (Figura 6) muestra tendencia al aumento, alcanzando valores de más del 20% entre la V y VII evaluación, es posible que esta acción esté favorecida por factores ambientales en la que está envuelta el cultivo en la zona de estudio. Al igual que el año anterior, el comportamiento parasítico de las cepas del hongo, en la mayoría de las evaluaciones estuvo por encima de los porcentajes parasíticos reflejados por el testigo (T0).



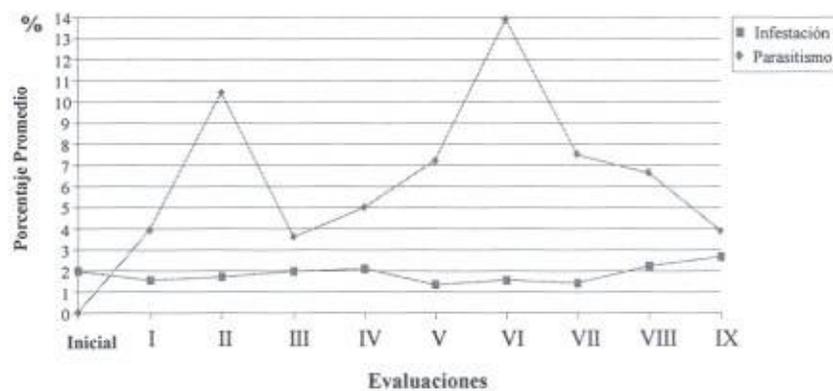
**FIGURA 5.** Comportamiento promedio del parasitismo de tres cepas de *B. bassiana* versus *H. hampei* en café. Año 2003.



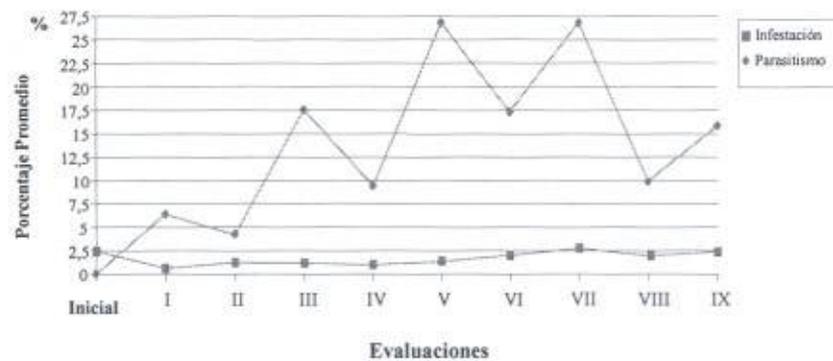
**FIGURA 6.** Comportamiento promedio del parasitismo de tres cepas de *B. bassiana* vs. *H. hampei* en café. Año 2004.

Es necesario destacar que a pesar que entre la V y VII evaluación existieron valores altos de parasitismo, el porcentaje de infestación reflejado para la fecha arroja los valores más altos (Figura 4); estos resultados sugieren que el efecto parasítico de *B. bassiana*, no tiene una relación proporcional a el número de brocas presentes en el cultivo, y aunque es capaz de establecerse en el campo, el efecto regulador es variable y depende más de condiciones óptimas de humedad, de radiación y de otros medios de dispersión, que favorezcan su permanencia y eficiencia reguladora en los cafetales, que de la densidad poblacional de la plaga.

En las Figuras 7 y 8, se compararon en forma general la distribución promedio de infestación de *H. hampei* y el efecto parasítico promedio de *B. bassiana*, se puede observar que los valores de infestación por broca se mantienen casi constantes por debajo del 3% para los dos años, durante todo el ciclo de presencia de frutos de café, en cambio que el hongo aumenta y disminuye su acción, aunque los valores parasíticos siempre están por encima de la infestación, lo que evidencia que, la actividad del entomopatógeno puede estar mas influenciada por factores ambientales que por la presencia de la broca misma, o quizás el efecto regulador del hongo haya alcanzado su máxima expresión, aspecto que requiere un estudio detallado.



**FIGURA 7.** Relación de promedios totales de infestación por *H. hampei* vs. *B. bassiana*. Año 2003.



**FIGURA 8.** Relación de promedios totales de infestación por *H. hampei* vs. *B. bassiana*. Año 2004.

Penados y Ochoa (1979) señalaron que aquellos frutos que no alcanzan cierto grado de consistencia, aunque son perforados por la broca son abandonados posteriormente. Lo mismo afirman Montoya y Cárdenas (1994), quienes indicaron de manera general que, la broca no se reproduce en frutos en formación, ya que frutos con menos de 16 semanas de edad, se tornan amarillentos, caen o se secan en las ramas de las plantas.

Pero, pudo observarse en investigaciones preliminares que, en cafetales con altos porcentajes de infestación por broca, el insecto inicia su ataque previo a la floración, royendo los pedúnculos de los brotes tiernos, de las flores y de los primeros granos de consistencia acuosa; esta misma observación fue hecha por Zambrano (2001); luego continua su ataque con los granos de consistencia más dura.

También en esos dos primeros años la presencia de brocas parasitadas por *B. bassiana* fue advertida. En los muestreos iniciales, los porcentajes de infestación por broca fueron superiores al 50% y el parasitismo por el entomopatógeno no alcanzaba el 5%. Cabe mencionar que los cafetales que rodeaban al ensayo estaban en estado de abandono, y es posible que esta condición permitió a la broca ocupar todos los espacios del cafetal en todo momento, alcanzando densidades poblacionales bastante altas, y que fueron las detectadas en los resultados de los ensayos preliminares. De allí la gran importancia de iniciar las aplicaciones del entomopatógeno poco después de la formación de los primeros granos.

*B. bassiana* no tiene un efecto biocida instantáneo, sino que lo ejerce en el tiempo al reducir las poblaciones de la broca y luego mantenerlas con bajos porcentajes de infestación, en este sentido dichos valores podrán traducirse en mayores beneficios económicos, sociales y ambientales. En caso de altas infestaciones con *H. hampei*, es conveniente complementar la acción del entomopatógeno con otras técnicas de manejo que permitan una disminución poblacional mas rápida y eficiente.

## CONCLUSIONES

- El entomopatógeno *B. bassiana* es un controlador biológico que debe ser tomado en cuenta en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), si se busca la conservación ambiental y la disminución en el uso de agroquímicos.

- La no existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, destaca la presencia de broca parasitada por *B. bassiana* en el tratamiento testigo, resaltando la capacidad de dispersión y la eficiencia del hongo en parasitización de la broca; en este sentido, aplicaciones tempranas de *B. bassiana*, en el proceso de fructificación (aproximadamente a los 100 días después de la floración), cuando el grano es de consistencia semilechosa, y se inicia el proceso de colonización de granos sanos, permitió una mayor dispersión y contaminación de la plaga y de esta forma contribuyó a mantener los niveles de infestación de *H. hampei* por debajo del 5%, valor que es aceptable para la producción del café.
- También el resultado del análisis estadístico, sugiere la adaptabilidad de las cepas del entomopatógeno *B. bassiana*, a las condiciones agroclimáticas del sector donde se desarrolló el experimento, aspecto favorecido por el hecho de ser nativas de la zona, por lo que cualquiera de dichas cepas se puede utilizar para el control de la broca. La evaluación de las mismas en condiciones cafetaleras diferentes, sería interesante realizarla.

### AGRADECIMIENTO

EL INIA-Trujillo y en especial los integrantes del proyecto, agradecemos en gran forma a Fundación LA SALLE y al productor cafetalero Sr. Marcelino Bencomo por la colaboración prestada en la ejecución de la actividad científica que ahora se encuentra plasmada en este estudio.

### BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES, P., A. BUSTILLO, E. MONTOYA, R. CÁRDENAS y C. MEJÍA. 2002. Participación del control cultural, químico y biológico en el manejo de la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (2):161-165.

BUSTILLO, A., R. CÁRDENAS, D. VILLALBA, P. BENAVIDES, J. OROZCO y F. POSADA. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. CENICAFE, Chinchiná, Colombia. 133 p.

CÁRDENAS, M. 2000. Trampas atrayentes para el monitoreo de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **In:** Simposio latinoamericano de caficultores, 19. San José (Costa Rica), Octubre 2-6. Memorias. ICAFE-PROMECAFE. 369-379.

DAMÓN, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin of Entomological Research, 90 (6): 453-465.

IBARRA, A. y A. VARELA. 2002. Aislamiento, identificación y caracterización de hongos como agentes potenciales de control biológico en algunas regiones colombianas. Revista Colombiana de Entomología, 28 (2):129-137.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA). 2001. Tecnologías al servicio del agro venezolano. 40 años de investigación agrícola 1961-2001. Compilado. Publicación especial N° 1. Maracay, Venezuela. 120 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES Y RENOVABLES (MARNR). 1987. Características generales del estado Trujillo (por Distrito). División POA, zona 7. Trujillo. S/N°.

MONTOYA, S. y R. CÁRDENAS. 1994. Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. CENICAFE, 45(1):5-13.

MONZÓN, A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Integrado de Plagas. (Costa Rica). 63:95-103.

PARRA, R. 2001. El Café... Cultivo histórico. Agrotécnico. Revista de la División de Extensión Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela. 14:24-26.

PENADOS, R. y H. OCHOA. 1979. La consistencia del fruto del café y su importancia en el control de la broca. Rev. Cafetalera de Guatemala, 181:10-16.

REYES, I., A. BUSTILLO y B. CHÁVES. 1995. Efecto de *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis*. Revista Colombiana de Entomología. 29(4):199-204.

SERVICIO AUTÓNOMO DE SANIDAD AGROPECUARIA (SASA). 2000. Detección de broca en el estado Trujillo. Diario El Tiempo, Valera, Venezuela. 30 de mayo de 2000, Información. p. 30.

ZAMBRANO CONSULTORES AGRÍCOLAS C. A. 2001. Guía práctica para el Manejo de la Broca del Café. Mimeografiado. 6 p.

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES PROPORCIONES DE GRANOS PADDY DE VARIETALES DE ARROZ MALEZA SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE VARIEDADES DE ARROZ

Aída Ortiz Domínguez\* y Marjorien Ojeda Muñoz\*\*

### RESUMEN

Los varietales de arroz maleza (VAM) producen severas pérdidas en la producción de semilla de arroz en Venezuela, sin embargo, este perjuicio no se había estudiado en la agroindustria, por tal motivo se planteó este trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de 4 VAM sobre algunos atributos de calidad molinera de 2 variedades de arroz. En 1<sup>er</sup> lugar se multiplicó la semilla de las D-Sativa con 2 varietales, uno de pericarpio beige DS-B y otro rojo DS-R y Fedearroz 50 con sus varietales FD-B (beige) y FD-R (rojo), con un aislamiento en espacio de 50 m de separación entre ellos. La cosecha de estos granos se realizó cuando alcanzaron entre 21 a 23% de humedad. Posteriormente cuando los granos redujeron el contenido de humedad (CH) a 12±1% se realizaron 4 experimentos en la planta agroindustrial ASOPORTUGUESA, Acarigua, estado Portuguesa, en los cuales se evaluaron 11 mezclas físicas de Paddy entre las 2 variedades y sus VAM con intervalos de 10%, comenzando desde 0 hasta alcanzar el 100%. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y la prueba de media de Tukey al 5%, además se hizo un análisis de regresión a cada atributo de calidad contra el porcentaje de arroz maleza de la mezcla Paddy. Se midieron algunas variables asociadas a la calidad molinera. La contaminación con VAM en el Paddy de las variedades D-Sativa y Fedearroz-50 redujeron linealmente el porcentaje de granos enteros y aumentaron los atributos de granos yesosos+panza blanca, en el caso de los arroces malezas con pericarpio rojo, estos incrementaron el porcentaje de granos de arroz rojo (AR) en el grano entero. Los VAM afectaron negativamente la calidad molinera de las variedades de arroz, indicando estos resultados que se podrían requerir más kilogramos de arroz Paddy para producir un kilo de arroz entero con bajo porcentaje de granos yesosos+panza blanca y AR en el pulido, cuando el arroz Paddy viene contaminado con esta maleza.

**Palabras Clave:** *Oryza sativa* L.; proporción mezcla Paddy; varietales arroz maleza; variedades; calidad molinera.

---

\* Profesora Agregado de la Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, estado Aragua. Venezuela. E-mail: ortiza@agr.ucv.ve

\*\* Ingeniero Agrónomo. E-mail: marorienpaola@gmail.com

RECIBIDO: septiembre 06, 2006.

## EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT PROPORTIONS OF WEEDY RICE VARIETY TYPES ON MILLING QUALITY OF RICE VARIETIES

Aída Ortiz Domínguez\* y Marjorien Ojeda Muñoz\*\*

### SUMMARY

Weedy rice-variety types (WRVT) produce severe losses in rice seed production in Venezuela, however this damage has not been evaluated in rice mills, therefore this study was proposed with the objective of evaluating the effect of four WRVT on certain attributes of milling quality of 2 rice varieties. D-Sativa seed was multiplied with its 2 WRVT, 1 of beige pericarp (DS-B) and the other 1 red pericarp (DS-R); and Fedearroz 50 with its WRVT FD-B (beige) and FD-R (red), with isolation in space of 50 m of separation between them. Grain harvest was performed when grains had between 21 to 23% of humidity. Subsequently, when the humidity content (CH) of these grains decreased to  $12\pm 1$ , 4 trials were established in ASOPORTUGUESA rice mills, in Acarigua, Portuguesa State. An evaluation was performed of 11 physical mixtures of paddy rice between the two varieties and their WRVT with intervals of 10%, beginning at 0 up to 100%. A completely randomized design was used with five repetitions. Data were subjected to analysis of variance using SAS Software and mean Tukey at the 5% level of probability, as well as to regression analyses to each milling quality attribute against the percentage of weedy rice of the paddy mixture. Certain attributes associated with milling quality were also measured. The contamination with WRVT in the rice Paddy of D-Sativa and Fedearroz varieties linearly reduced head rice (HR) and increased the attribute of chalky+white grains; in the case of WRVT with red pericarp, these increased RR percentage of RR grains in HR. WRVT had a negative effect on milling quality of rice varieties, thus indicating that more kilograms of Paddy rice might be required to produce 1 kilogram of head rice with low percentages of de chalk+white grains and RR in polished rice in polished rice, when Paddy rice contaminated with this weed.

**Keys Words:** *Oryza sativa* L.; Paddy mixed proportion; weedy rice-variety types; varieties; milling quality.

---

\* Profesora Agregado de la Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, estado Aragua. Venezuela. E-mail: ortiza@agr.ucv.ve

\*\* Ingeniero Agrónomo. E-mail: marorienpaola@gmail.com

RECIBIDO: septiembre 06, 2006.

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela se han detectado formas del arroz rojo (AR) que se parecen a las variedades de arroz cultivadas y pasan desapercibidas en los controles de calidad en campo en la producción de semillas.

En el seguimiento de la calidad de los lotes de semilla de arroz certificada producidos en el año 2005 en el estado Portuguesa, se detectó que el 63% de la semilla estaba contaminada con AR con diferentes grados, desde 1 a más de 3 granos por cada kilogramo de semilla. En ese mismo año se descalificó el 7% del total de la semilla certificada (19 209 320 kg) por presentar valores por encima de la tolerancia de 3 granos por kilogramo de semilla (Machado, 2006), lo que representó una pérdida del valor comercial de la semilla de 15% (aproximadamente 108 608 750 millones de bolívares).

El descarte por presencia de AR en la semilla de arroz debe ser superior a 7% debido a que parte de las pérdidas no están reflejadas en las estadísticas llevadas por el ente certificador (Servicio Nacional de Semillas), ya que no se toma en cuenta la descalificación que hacen las propias empresas productoras de semilla al momento de recibir el producto de los campos de multiplicación.

Del AR procedente de lotes de semilla certificada producidos en Portuguesa en el año 2004, solamente el 8,33% mostró características contrastantes con las variedades de arroz sembradas en el país, el 60,42% tuvo características mixtas entre el AR y las variedades, es decir, que pudiera estar evolucionando hacia formas miméticas de las variedades y el 31,25% exhibió una morfología similar a las variedades de arroz, tan solo éstas se diferenciaron en el desgrane de sus semillas y el ancho de los granos (Ortiz Domínguez, 2005).

En un estudio que se realizó en la agroindustria arrocera IANCARINA en el año 2003-2004, los valores de porcentaje de arroz rojo en el pulido (ARP) encontrados en los camiones que transportaron este cereal hasta la planta, osciló entre 0 a 40,54%, siendo el valor 1,5% de ARP el límite entre un arroz tipo A (500 Bs kg<sup>-1</sup>) y Tipo B (491 Bs kg<sup>-1</sup>), según la Gaceta Oficial N° 37 425 y 38 379, respectivamente (MAT, 2006). Así mismo, la empresa no acepta camiones que traigan por encima de 9,5% AR el Paddy. En el caso de las muestras analizadas con 40,54% ARP fue rechazado en la recepción, al analizar sus granos se observó que tenían glumas de color pajizas, indicando que posiblemente se trataba

de un varietal de la variedad Fedearroz 50 que venía de campos de producción de granos (Castillo, 2006).

Los arrozales maleza que se asemejan morfológicamente y genéticamente a las variedades de arroz, parecen indicar que son producto de la hibridación entre el AR y el cultivo, además de esta manera son candidatos para ser un reservorio del flujo de genes en el sistema arroz-arroz maleza (Lentini y Espinoza *et al.*, 2005).

El AR reduce la calidad molinera de los cultivares de arroz (Ottis *et al.* 2005), observaron que en la localidad de Rohwer en 2003, EE.UU., el AR redujo en 755 kg ha<sup>-1</sup> por cada planta AR en interferencia con las variedades de arroz CL161, Cocodrie, LaGrue, Lemon y el híbrido XL8, así como también produjo un aumento del porcentaje de granos rojos en el arroz pulido entre 1 y 16%, a diferentes densidades de AR.

En otro trabajo realizado en Venezuela también se encontró que el AR redujo el porcentaje de granos enteros de la variedad ZETA 15 en 3,64 a 6,13%, y aumentó el porcentaje de granos rojo en el arroz pulido de 2,98 a 12,51%, cuando se encontraban a diferentes densidades de AR. El AR sólo mostró 18,86% granos enteros menos que la variedad y tuvo 20,38% de granos rojos en el arroz pulido (Torres, 2003).

Ortiz Domínguez (2000), encontró que el AR redujo entre 2 a 11% el porcentaje de granos enteros (%GE) de las variedades de arroz Cimarrón, ZETA 15 y FONAIAP 1, también aumentó el porcentaje de granos rojos en el arroz pulido desde 0,3 a 5%, cuando se encontraba en mezcla con el arroz Paddy a diferentes proporciones de AR desde 4 a 20% con intervalos de 4%.

De los varietales de arroz maleza (VAM) no se conocía su comportamiento en molino y su efecto sobre las variedades de arroz cuando se encuentran en mezcla, en el país, por lo tanto se planteó esta investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de la mezcla física de granos Paddy de dos VAM con dos variedades de arroz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las accesiones de los VAM fueron recolectadas por Castillo (2006), en campos de multiplicación de semilla de las variedades Fedearroz 50 y D-Sativa durante el período 2004, en el estado Portuguesa.

Las semillas de las variedades D-Sativa y Fedearroz 50, categoría Genética, fueron suministradas por las empresas Fundación DANAC (San Javier- Yaracuy, Venezuela) y FEDEARROZ (Bogotá, Colombia), respectivamente.

Se hizo una multiplicación de las accesiones de VAM y variedades de arroz en el en el Campo Experimental de la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía (UCV-FAGRO), municipio Girardot, Maracay, estado Aragua, con una latitud 10° 11" N y una longitud 67° 30" O, a una altitud de 442 m.s.n.m, precipitación media anual 953 mm y una temperatura media anual de 24 °C (Perdomo, 1994).

El suelo utilizado para la siembra pertenece a la serie Maracay, Fluventic Haplustolf , Francosa gruesa isohipertermica (Perdomo, 1994), donde la textura del terreno es franca, con bajo contenido de materia orgánica (1,32%) y altos contenidos de fósforo y calcio, bajo potasio, pH 7,2 y una conductividad eléctrica de 0,200 (ds/m), según análisis de suelo realizado en el lote de transplante.

En la multiplicación de semillas, se sembraron parcelas con las variedades de arroz y sus VAM, separadas a 50 metros cada una de la otra, con el fin de evitar cruzamientos entre ellas y obtener la cantidad de arroz Paddy necesario para realizar los experimentos sobre calidad molinera de esta investigación. Se utilizó el método de siembra por trasplante donde hubo una distancia de 30 cm entre hileras y 25 cm entre plantas.

Posteriormente, los tratamientos se cosecharon cuando los granos de las variedades y sus VAM tuvieron un contenido de humedad entre 21,00 a 25,11%. Estos granos cosechados fueron secados de manera natural en el Laboratorio de Semilla de la UCV-FAGRO hasta que alcanzaron un contenido de humedad entre  $12 \pm 1\%$ , entonces se establecieron 4 experimentos de molinería, donde cada variedad fue evaluada con la mezcla de cada uno de sus dos VAM (Cuadro 1), bajo un diseño experimental completamente aleatorizado con 4 repeticiones.

Se establecieron 11 tratamientos con proporciones de mezclas desde 0 hasta 100%, con intervalos de 10%, entre cada variedad y sus respectivos VAM rojo y beige (Cuadro 1). Cada varietal se nombró con las dos primeras palabras de las variedades de donde provino y una letra indicando el color del pericarpio: DS-R de pericarpio rojo y DS-B de pericarpio beige, FD-R de pericarpio rojo y FD-B de pericarpio beige.

Los análisis de calidad molinera fueron realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa ASOPORTUGUESA ubicada en Araure, estado Portuguesa, siguiendo la metodología descrita en las variables evaluadas en este estudio.

La metodología consistió en pesar 100 gramos de arroz Paddy y descascararlo en un equipo 3 en 1, para obtener el arroz cargo. Esta masa de arroz cargo se introdujo en un pulidor del mismo equipo y se obtuvo el banco total (granos enteros y partidos). A partir de esta masa de granos se determinaron las siguientes variables:

**Granos enteros (GE):** la masa de granos blanco total se introdujo en la clasificadora cilíndrica del equipo Suzuki durante un minuto y esta operación separó los GE de los partidos, los primeros se pesaron para relacionarse con el peso inicial de la muestra (100 g) y determinar el %GE<sup>1</sup>.

**Porcentaje de granos yesosos + panza blanca (GY+PB):** de la muestra de GE, se tomaron 25 gramos colocándose sobre las bandejas de contraste, con una pinza se separaron manualmente los granos yesosos y panza blanca, estas fracciones se pesaron y calculó el porcentaje según la siguiente fórmula: (COVENIN 3404-98).

$$\% \text{ de granos Y+PB} = p_{gy+pb} / 25 \times 100$$

**Granos rojos en el pulido (GRP):** de la muestra de GE, se tomaron 25 gramos para colocarse sobre las bandejas de contraste y con una pinza se separaron manualmente los GRP, esta fracción se pesó y se calculó el porcentaje según la siguiente fórmula: (COVENIN 3404-98).

$$\% \text{ de granos rojos} = p_{gr} / 25 \times 100$$

Donde = p<sub>gr</sub> (g): peso de granos rojos

### **Análisis estadísticos**

A los datos de las variables evaluadas que cumplieron los supuestos estadísticos se les realizó un análisis de varianza y la prueba de media de Tukey al 5%, mediante el paquete estadístico SAS y un análisis de regresión.

---

<sup>1</sup> Yajaira Peña, ASOPORTUGUESA. Comunicación personal. 2006.

**CUADRO 1.** Tratamientos utilizados en el experimento sobre la evaluación de la calidad molinera de las variedades de arroz D-Sativa y Fedearroz 50 en mezclas con arroz maleza; con intervalos de 10% de contaminación hasta 100%.

<b>Exp 1</b> <b>Tratamiento</b>	<b>Paddy</b> <b>Variedad</b> <b>D-Sativa</b> <b>(g)</b>	<b>Paddy</b> <b>Maleza</b> <b>DS-B</b> <b>(g)</b>	<b>Exp 2</b> <b>Tratamiento</b>	<b>Paddy</b> <b>Variedad</b> <b>D-Sativa</b> <b>(g)</b>	<b>Paddy</b> <b>Maleza</b> <b>DS-R</b> <b>(g)</b>
100DS:0DS-B	100	0	100DS:0DS-B	100	0
90DS:10DS-B	90	10	90DS:10DS-B	90	10
80DS:20DS-B	80	20	80DS:20DS-B	80	20
70DS:30DS-B	70	30	70DS:30DS-B	70	30
60DS:40DS-B	60	40	60DS:40DS-B	60	40
50DS:50DS-B	50	50	50DS:50DS-B	50	50
40DS:60DS-B	40	60	40DS:60DS-B	40	60
30DS:70DS-B	30	70	30DS:70DS-B	30	70
20DS:80DS-B	20	80	20DS:80DS-B	20	80
10DS:90DS-B	10	90	10DS:90DS-B	10	90
0DS:100DS-B	0	100	0DS:100DS-B	0	100

<b>Exp 3</b> <b>Tratamiento</b>	<b>Fedearroz 50</b> <b>(g)</b>	<b>FD-B</b>	<b>Exp 4</b> <b>Tratamiento</b> <b>(g)</b>	<b>Fedearroz 50</b> <b>(g)</b>	<b>FD-R</b> <b>(g)</b>
100FD:0DS-B	100	0	100FD:0DS-R	100	0
90FD:10DS-B	90	10	90FD:10DS-R	90	10
80FD:20DS-B	80	20	80FD:20DS-R	80	20
70FD:30DS-B	70	30	70FD:30DS-R	70	30
60FD:40DS-B	60	40	60FD:40DS-R	60	40
50FD:50DS-B	50	50	50FD:50DS-R	50	50
40FD:60DS-B	40	60	40FD:60DS-R	40	60
30FD:70DS-B	30	70	30FD:70DS-R	30	70
20FD:80DS-B	20	80	20FD:80DS-R	20	80
10FD:90DS-B	10	90	10FD:90DS-R	10	90
0FD:100DS-B	0	100	0FD:100DS-R	0	100

Exp: Experimento. DS: D-Sativa. FD: Fedearroz 50. B: color del pericarpio Beige y R: color del pericarpio rojo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de granos enteros

El %GE mostró diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos para las diferentes proporciones entre D-Sativa y sus varietales DS-B y DS-R, así como entre Fedearroz con FD-B y FD-R (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

En la Figura 1 se observa que todas las proporciones con VAM tanto rojos como beige causaron pérdidas en el GE ( $P < 0,05$ ), sin embargo, hubo una mayor reducción del %GE entre las mezclas de las variedades D-Sativa y Fedearroz-50 con sus VAM rojos DS-R y FD-R que con los beige (DS-B y FD-B). La merma observada entre DSAT-DSR y FD50-FDR fue de 7,94% y 8,29%, respectivamente, por cada incremento de 10% de contaminación con arroz maleza, mientras que las pérdidas entre la mezcla de DSAT-DSB y FD50-FDB oscilaron entre 4,00% y 4,16%.

Así mismo se observó en la Figura 1 que las mezclas entre Fedearroz-50 y FD-R y FD-B mostraron una tendencia de mayor %GE que las de D-Sativa y sus varietales DS-B y DS-R, esto quizás se explica debido a que Fedearroz-50 sola tuvo mayor %GE (70,12%) que D-Sativa sola (67,89%).

Igualmente se encontró que las proporciones con arroz maleza por encima de 50% causaron mayor quebramiento de los granos en todas las combinaciones evaluadas, sin embargo, en la Figura 2 se muestra que hubo mayores diferencias entre el %GE de las variedades solas contra las diferentes proporciones de mezclas con varietales rojos que fueron crecientes desde 2,19 hasta alcanzar 9,82%, mientras que con los varietales beige se observaron disminuciones desde 1,02 hasta 2,42, indicando estos resultados que los varietales rojos producen un efecto negativo más marcado que los beige sobre el %GE de las variedades.

Estos resultados muestran que para lograr un kilogramo de arroz entero en la agroindustria, cuando las variedades de arroz vienen contaminadas con VAM, se necesitan más kilos de Paddy que cuando no lo están. Así mismo, se puede hacer una reflexión sobre la importancia de utilizar semilla libre de arroz maleza para no contaminar los campos de producción de arroz con esta nociva maleza y así evitar las pérdidas que ella acarrea al sistema arroz.

Torres (2003), Ortiz Domínguez (2000) y Páez (1999) encontraron resultados similares a los de este estudio, donde se evidenció que mientras mayor eran los porcentajes de AR en las muestras Paddy de variedades comerciales de arroz, menor era el %GE.

En otros tipo de estudio donde se evaluó la interferencia que produce el arroz maleza, se encontró una tendencia general en los cultivares Cl 161, Cocodrie, La Grue, Lemont y XL8 a reducir el rendimiento de GE, entre 100 a 755 kg ha<sup>-1</sup> por cada planta de AR m<sup>-2</sup> en Arkansas, EE.UU (Ottis *et al.*, 2005).

**CUADRO 2.** Porcentaje de granos enteros y granos yesosos + panza blanca, de la variedad D-Sativa con el varietal DS-B con intervalos de 10% de contaminación hasta 100%.

T	GE (%)	GY+PB (%)
0%	67,89 a	3,28 g
10%	66,96 b	3,63 g
20%	66,56 b	4,27 f
30%	66,02 c	5,00 e
40%	65,79 dc	5,23 de
50%	65,48 de	5,93 ab
60%	65,09 fe	5,83 ab
70%	64,81 fg	5,77 abc
80%	64,45 hg	5,73 bcd
90%	64,03 h	6,26 a
100%	65,83 dc	5,26 cde
CV (%)	0,22	3,52
CM	3,83 **	2,89 **

T: tratamiento; GE: granos enteros; GY+PB: granos yesosos + panza blanca; CV: coeficiente de variación; CM: cuadrados medios. N.S.: no significativo; \*\* altamente significativo; \* significativo. Promedios en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**CUADRO 3.** Porcentaje de granos enteros, granos yesosos + panza blanca y granos rojos en el pulido de la variedad D-Sativa con el varietal DS-R con intervalos de 10% de contaminación hasta 100%.

T	GE(%)	GY+PB (%)	GRP(%)
0%	67,89 a	3,28 gh	0,00 k
10%	65,70 b	3,16 h	3,13 j
20%	65,32 b	3,77 g	5,90 i
30%	64,22 c	4,30 f	7,93 h
40%	64,11 c	4,63 f	9,33 g
50%	63,14 d	4,73 ef	12,40 f
60%	62,82 d	5,17 e	15,53 e
70%	61,89 e	6,00 d	17,92 d
80%	61,17 f	6,82 c	18,81 c
90%	60,03 g	7,49 b	20,56 b
100%	58,64 h	8,16	21,50 a
CV (%)	0,35	3,43	1,84
CM	21,42**	8,56**	162,35 **

T: tratamiento; GE: granos enteros; GY+PB: granos yesosos + panza blanca; GRP: granos rojos en el pulido; CV: coeficiente de variación; CM: cuadrados medios. N.S.: no significativo; \*\* altamente significativo; \* significativo. Promedios en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**CUADRO 4.** Porcentaje de granos enteros y granos yesosos + panza blanca para la mezcla de Fedearroz-50 con el varietal FD-B con intervalos de 10% de contaminación hasta 100%.

T	GE(%)	GY+PB (%)
0%	70,12 a	3,83 fg
10%	70,68 a	3,32 h
20%	70,13 a	3,60 gh
30%	69,30 b	4,00 ef
40%	68,44 c	4,10 def
50%	68,04 cd	4,17 cdef

../... continúa

../... continuación CUADRO 4.

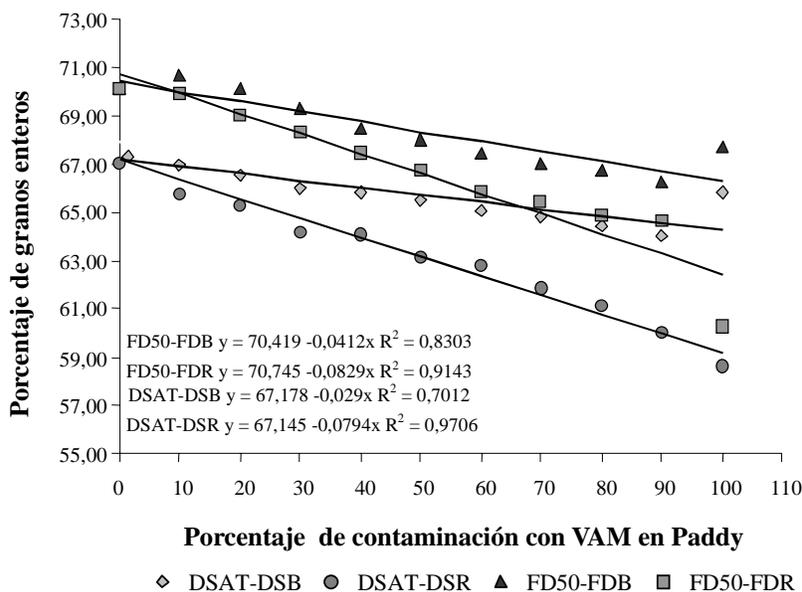
T	GE(%)	GY+PB (%)
60%	67,44 de	4,33 bcde
70%	67,07 ef	4,50 abc
80%	66,76 fg	4,62 ab
90%	66,27 g	4,81 a
100%	67,70 d	4,43 abcd
CV (%)	0,31	3,18
CM	6,74 **	0,60 **

T: tratamiento; GE: granos enteros; GY+PB: granos yesosos + panza blanca; CV: coeficiente de variación; CM: cuadrados medios. N.S.: no significativo; \*\* altamente significativo; \* significativo. Promedios en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**CUADRO 5.** Porcentaje de granos enteros, granos yesosos + panza blanca y granos rojos en el pulido para la mezcla de Fedearroz-50 con el varietal FD-R con intervalos de 10% de contaminación hasta 100%.

T	GE (%)	GY+PB (%)	GRP (%)
0%	70,12 a	3,83 de	0,00 g
10%	69,92 a	3,32 e	1,57 f
20%	69,03 b	3,64 de	1,85 ef
30%	68,36 c	4,00 cd	2,03 de
40%	67,49 d	4,14 cd	2,10 de
50%	66,74 e	4,43 bc	2,33 d
60%	65,86 f	4,82 b	2,73 c
70%	65,56 f	5,53 a	3,05 c
80%	64,90 g	5,57 a	3,78 b
90%	64,29 h	5,83 a	4,20 a
100%	60,30 i	5,53 a	4,27 a
CV (%)	0,24	4,00	4,41
CM	24,84 **	2,40 **	4,78 **

T: tratamiento; GE: granos enteros; RM: rendimiento en molino; GY+PB: granos yesosos + panza blanca; GRP: granos rojos en el pulido; CV: coeficiente de variación; CM: cuadrados medios. NS: no significativo; \*\* altamente significativo; \* significativo. Promedios en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.



**FIGURA 1.** Porcentaje de granos enteros de las variedades D-Sativa y Fedearroz 50 con contaminación de sus varietales de arroz maleza DS-B, DS-R; FD-R y FD-B, desde 0 hasta 100% con intervalos de 10%.

### Granos yesosos + panza blanca

En la Figura 3 se observa que después del 50% de contaminación con VAM, la variedad D-Sativa mostró una tendencia a producir más granos yesosos + panza blanca cuando estuvo en combinación con DS-R, sin embargo, Fedearroz 50 a partir de 30% de contaminación expresó mayor %GY+PB cuando estuvo con FD-R. La tendencia general fue de incrementar el %GY+PB en las variedades en la medida que aumentaba el % VAM en el Paddy ( $P < 0,05$ ), entre D-Sativa y sus varietales se encontró que aumentaba en 2,45 y 4,9%, en el beige y rojo, respectivamente, por cada incremento de la contaminación de 10% de VAM. En Fedearroz 50 se observó un aumento de 1,2 y 2,55%, en el beige y rojo, respectivamente, por cada aumento de 10% de la maleza.

En D-Sativa se observaron mayores incrementos en las diferencias entre la variedad sola y las diferentes proporciones de la maleza (0,12

a -4,88%) que en Fedearroz 50 (0,51 a -1,70%), es decir en la primera variedad se incrementaron en mayor cuantía el %GY+B con los aumentos de la contaminación con la maleza que en la segunda (Figura 4).

Estos resultados reflejan que la contaminación de las variedades de arroz tanto con VAM beige y rojo aumentan el porcentaje de granos yesosos+panza blanca, indeseable en la recepción de arroz debido a que afecta el aspecto final del arroz de mesa.

Ortiz Domínguez (2000), Torres (2003) y Páez (1999), encontraron que mientras mayor es la contaminación con AR presente en las variedades de arroz cultivado se incrementa el porcentaje de granos yesosos+panza blanca en las mismas.

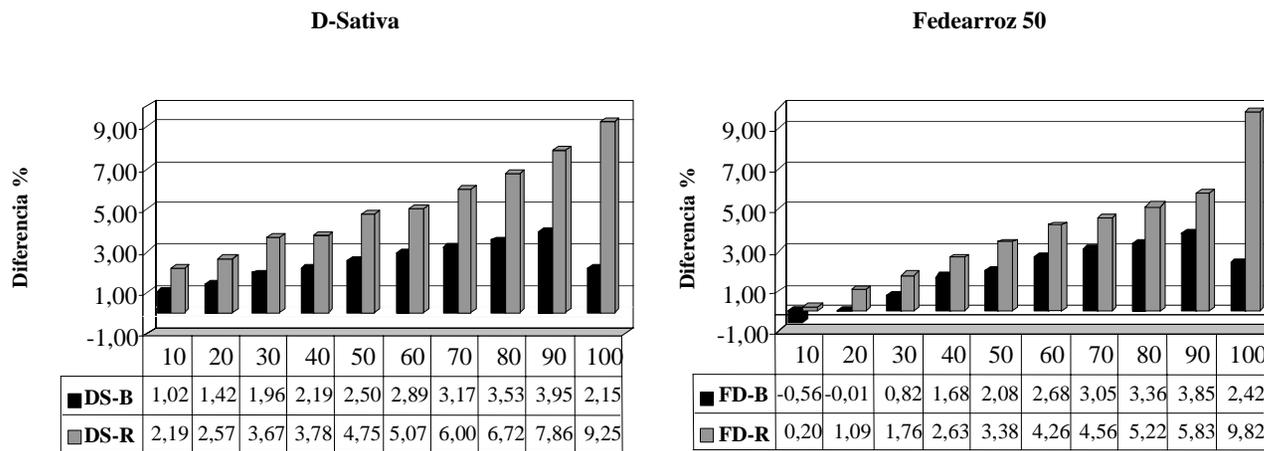
### **Granos rojos en el arroz pulido**

El porcentaje de AR en el arroz pulido exhibió diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en los tratamientos para las diferentes proporciones entre D-Sativa y DS-R, así como entre Fedearroz 50 y FD-R (Cuadros 3 y 5).

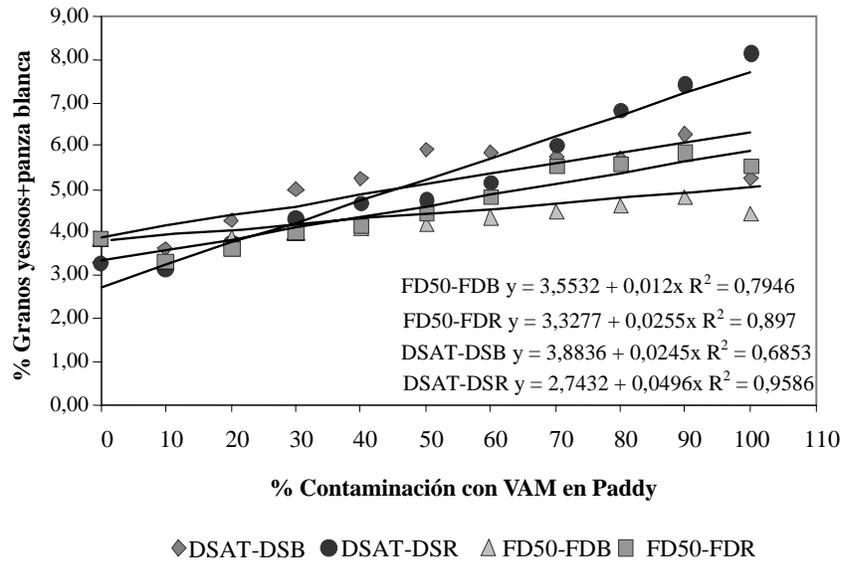
Solamente las variedades contaminadas con variedades con pericarpio de color rojo produjeron granos rojos en el arroz pulido. En la Figura 5 se observa una tendencia lineal que a medida que se aumentaba la proporción de AR en la mezcla de arroz Paddy se incrementaba el número de GRP. Así mismo, se muestra que la mezcla de D-Sativa con DS-R (pericarpio rojo) mostró mayor presencia de AR en el GE y se adjudicó un aumento de 21,93% de GRP por cada incremento de 10% en la contaminación con AR, mientras que Fedearroz-50 con FD-R tuvo menor aumento, el cual fue de 3,8% de GRP por cada incremento de 10% en la contaminación con AR.

Estos resultados quizás puedan ser explicados debido a que el varietal DS-R fue más difícil de pulir que el FD-R por ser de menor longitud y más ancho que la variedad (datos no mostrados en este artículo).

Es interesante observar que la contaminación de 10% de VAM de pericarpio rojo, tanto de DS-R como de FD-R, produce más de 1,5% de AR en el arroz pulido (Figura 6), valores que otorgarían una calificación de arroz tipo "B", por lo cual se reduciría el precio del arroz según las normas de recepción en Venezuela (MPC-MAT, 2002).



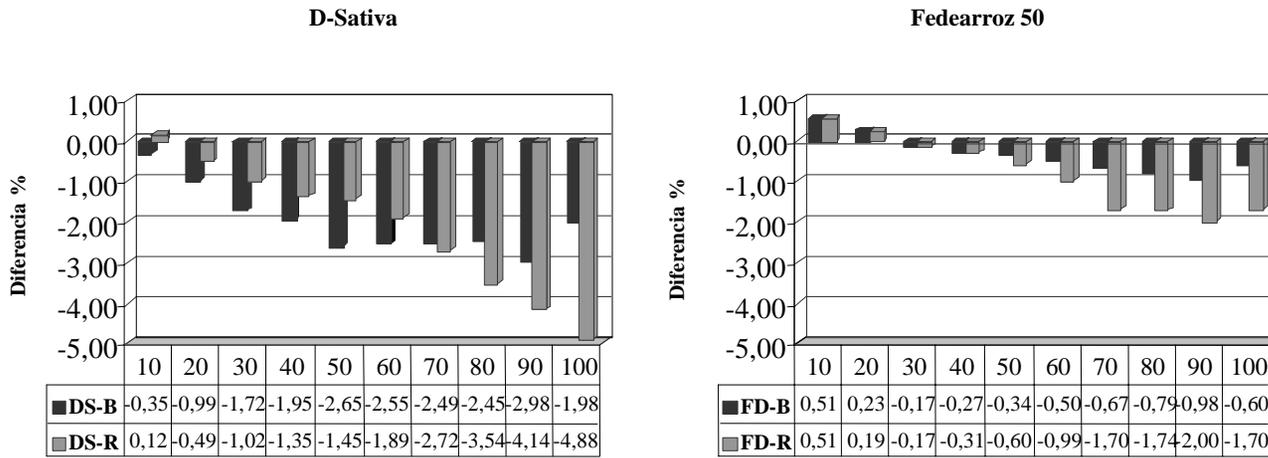
**FIGURA 2.** Diferencias entre el porcentaje de granos enteros de las variedades D-Sativa y Fedearroz 50 solas contra las mezclas de ellas con diferentes proporciones de los varietales de arroz maleza DS-B, DS-R, FD-B y FD-R desde 10% contaminación hasta 100%, con intervalos de 10%.



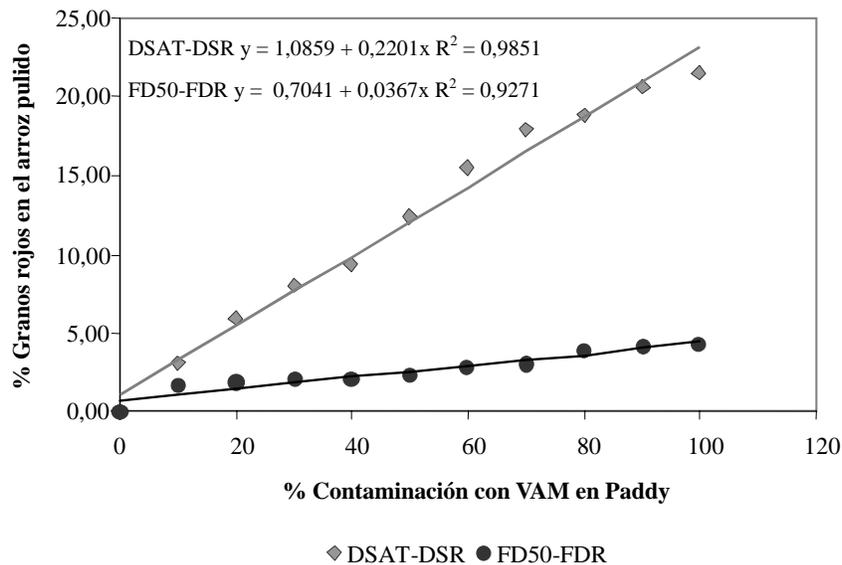
**FIGURA 3.** Diferencia entre el porcentaje de granos yesosos+panza blanca de la variedad Fedearroz 50 sola contra diferentes proporciones de los varietales de arroz maleza FD-B y FD-R, desde 10% contaminación hasta 100%, con intervalos de 10%.

Resultados similares encontraron Ortiz Domínguez (2000) y Torres (2003), donde mostraron que a mayor porcentaje de AR presente en la mezcla de arroz Paddy mayor fue la cantidad de AR encontrado en el arroz pulido. Así mismo, Soliman, Fayez y Medhat (1992); encontraron que para reducir el porcentaje de GRP, en mezclas desde 5% a 25%, se requería aumentar la energía de 19,31 a 41,95 kilowatt.hora/t, aumentando así el porcentaje de granos partidos y la cantidad de afrecho.

En estudios de interferencia con AR se ha encontrado también que a medida que aumenta la densidad de plantas de AR en campo aumenta el porcentaje de GRP, de una manera lineal en la localidad de Rohwer y Lonoke (2003), y cuadráticas en Lonoke 2002, Arkansas, EE.UU (Ottis *et al.*, 2005).



**FIGURA 4.** Diferencias entre el porcentaje de granos yesosos+panza blanca de las variedades D-Sativa y Fedearroz 50 solas contra las mezclas de ellas con diferentes proporciones de los varietales de arroz maleza DS-B, DS-R, FD-B y FD-R desde 10% contaminación hasta 100%, con intervalos de 10%.



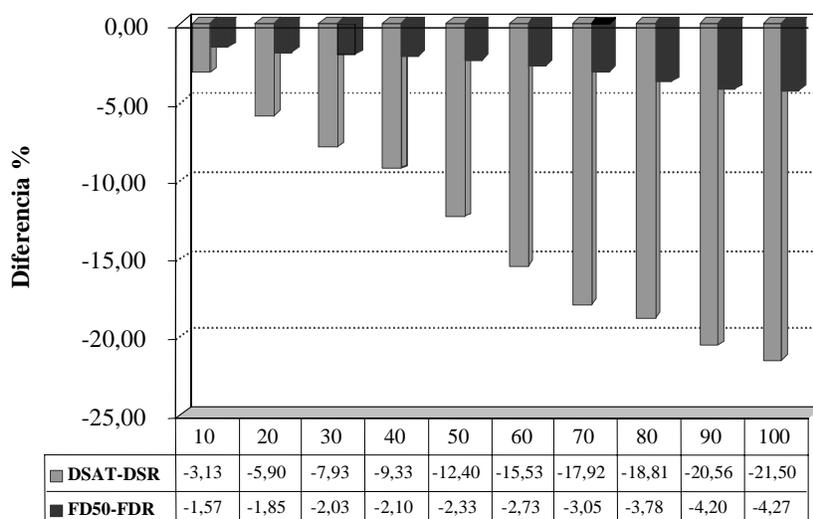
**FIGURA 5.** Diferencia entre el porcentaje de granos yesosos+panza blanca de la variedad Fedearroz 50 sola contra diferentes proporciones de los varietales de arroz maleza FD-B y FD-R, desde 10% contaminación hasta 100%, con intervalos de 10%.

## CONCLUSIONES

- Las proporciones de VAM desde 10 hasta 100% con intervalos de 10%, produjeron una disminución del porcentaje de GE en las variedades de arroz D-Sativa y Fedearroz 50, sin embargo, fueron superiores las pérdidas cuando se mezclaron con los de pericarpio rojo que con los beigeos.
- Estas mismas proporciones de los VAM produjeron un incremento del porcentaje de granos yesosos+panza blanca en el arroz pulido, disminuyendo la calidad del producto final.
- Solamente los varietales de pericarpio rojo produjeron granos rojos en el arroz pulido, encontrándose en este estudio una tendencia a aumentar el %GRP a medida que se incrementaba la proporción de

varietal rojo en la mezcla Paddy, y a su vez DS-R mostró mayor grado de contaminación del arroz de mesa que FD-R.

- Los VAM afectaron negativamente la calidad molinera de las variedades de arroz, indicando estos resultados que se podría requerir más kilogramos de arroz Paddy para producir un kilo de arroz entero con bajo porcentaje de granos yesosos+panza blanca y AR en el pulido, cuando el arroz Paddy viene contaminado con esta maleza.



% Contaminación con VAM en Paddy

**FIGURA 6.** Diferencia entre el porcentaje de granos rojos en el pulido de la variedades D-Sativa y Fedearroz 50 solas contra diferentes proporciones de los varietales de arroz maleza DS-R y FD-R, desde 10% contaminación hasta 100%, con intervalos de 10%.

## BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, J. 2006. Evaluación de la contaminación con arroz rojo en la producción de semillas y granos de arroz en el estado Portuguesa. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 90 p.

LENTINI, Z. and A. ESPINOZA. 2005. Coexistence of Weedy Rice and Rice in Tropical America - Gene Flow and Genetic Diversity. **In:** Crop Fertility and Volunteerism: A Threat to Food Security in the Transgenic Era. J. Gressel, ed. CRC Press. 303-319 p.

MACHADO, J. 2006. Seguimiento de la Calidad en la Semilla de Arroz. Senasem-Portuguesa: Caso arroz Rojo. Ciclo de charlas. Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA). 22 p.

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y COMERCIO Y MINISTERIO DE AGRICULTURA Y TIERRAS (MPC-MAT). 2002. Gaceta Oficial N° 37.425. Resolución de fecha 17 de abril de 2002. Caracas, Venezuela. 5-6 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y TIERRAS (MAT). 2006. Gaceta Oficial N° 38 379. Resolución de fecha 14 de febrero de 2006. Caracas, Venezuela. 5-6 p.

NORMAS COVENIN3404-98. 2006. Arroz blanco. Métodos de ensayo. [Revista en línea] Disponible en <http://www.aqc.com.ve> / Normas COVENIN/Catálogo Alimentos. htm. [consulta: 2006, julio].

ORTIZ DOMÍNGUEZ, A. 2005. Caracterización morfofisiológica de genotipos de arroz rojo provenientes del programa de certificación de semilla de arroz en el estado Portuguesa año 2004. Trabajo Especial. Doctorado de Ciencias Agrícolas. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

ORTIZ DOMÍNGUEZ, A., L. LÓPEZ, J. LIZASO y J. LAZO. 2002. Caracterización de poblaciones de arroz rojo y variedades de arroz en Venezuela. Maracay, Venezuela. Rev. Agronomía Trop. 52(1):23-44.

ORTIZ DOMÍNGUEZ, A. 2000. Efecto de algunos ecotipos de arroz rojo sobre el rendimiento en molino y transparencia de los cultivares de arroz FONAIAP 1, Cimarrón y ZETA 15. Agronomía Trop. 50(4):622-649.

OTTIS, B., R. SCOTT and R. TALBERT. 2005. Rice yield and quality as affected by cultivar and red rice (*Oryza sativa*) density. *Weed Science*, 53:499-504.

PÁEZ, G. 1999. Efecto de la hidracida Maléica en la viabilidad de la semilla de arroz rojo (*Oryza sativa* L.) y sobre algunos componentes de rendimiento del arroz. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. s/p.

PERDOMO, R. 1994. Efectos de la poda y la distancia de siembra sobre el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentus* Mill). Empalado. Trabajo de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 80 p.

SOLIMAN, N., M. FAYEZ and A. MEDHAT. 1992. Effect of red rice ratio on the milling quality and energy requirement. Rice Technology Training Centre. 6-7 p.

TORRES, S. 2003. Efecto de densidades de población de arroz rojo (*Oryza sativa* L.) sobre el rendimiento y calidad molinera de la variedad de arroz ZETA 15. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 65 p.

**RESPUESTA *in vitro* A LA ACCIÓN DE FUNGICIDAS  
PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS, *Colletotrichum  
gloeosporioides* PENZ, EN FRUTOS DE MANGO**

**Olivier Rondón\*, Nelly Sanabría de Albarracín\*\*  
y Amado Rondón\*\*\***

**RESUMEN**

La antracnosis del mango, *Mangifera indica* L., causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, es una de las enfermedades de mayor importancia económica a nivel mundial en este cultivo, tanto en condiciones de campo, donde el hongo ataca hojas, ramitas, inflorescencias y frutos, como en postcosecha, donde afecta los frutos almacenados y causa la pérdida del valor comercial de los mismos. Con el fin de evaluar *in vitro* el efecto de cinco fungicidas sobre la inhibición del crecimiento micelial y la esporulación del patógeno se montó un ensayo en la Clínica de Enfermedades de Plantas de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Se utilizó el método de diluciones en plato de agar y cinco fungicidas: Benomil (Benlate), Procloraz (Funcloz), Mancozeb (Dithane M-45), Sulfato de cobre (Phyton 27), Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno (Lonlife), en las dosis de 1, 10, 100, 1 000 ppm. Para la preparación de las concentraciones de los productos se empleó acetona al 95% como disolvente, como testigo se usó acetona 95% y agua destilada estéril. Cada tratamiento del hongo se incubó a 26-28 °C por 10 días, midiendo el diámetro de las colonias y la esporulación. Los productos que mostraron mayor efectividad en el porcentaje de inhibición de crecimiento (PIC) y la esporulación fueron: Procloraz en todas sus concentraciones (PIC de 100% a 100 y 1 000 ppm), Benomil en concentraciones de 10, 100 y 1 000 ppm (PIC de 100% a 1 000 ppm), Mancozeb a 100 y 1 000 ppm (PIC de 100% a 1 000 ppm), Sulfato de Cobre solo a 1 000 ppm ejerció cierto control (PIC 62%) y el Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno no controló el crecimiento micelial (PIC de 22% a 1 000 ppm) ni la esporulación en todas sus concentraciones.

**Palabras Clave:** *Mangifera indica* L.; antracnosis; mango; *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; fungicidas; Haden; Tommy Atkins.

---

\* Investigador. INIA. Estación Experimental Miranda. Venezuela.  
E-mail: orondon@inia.gov.ve

\*\* Profesor. Universidad Central de Venezuela. E-mail: salabrian@cantv.net

\*\*\* Investigador Jubilado. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Zona Universitaria. Av. Universidad, vía El Limón. Maracay, estado Aragua.

RECIBIDO: septiembre 19, 2005.

***In vitro* RESPONSE TO THE EFFECT OF FUNGICIDES  
TO CONTROL ANTHRACNOSE *Colletotrichum  
gloeosporioides* PENZ, IN MANGO FRUITS**

**Olivier Rondón\*, Nelly Sanabría de Albarracín\*\*  
y Amado Rondón\*\*\***

**SUMMARY**

Mango anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* is a disease of major economic importance to worldwide, both at the field level, where the fungus attacks leaves, branches, flowers and fruits, as well as in postharvest conditions where it may damage stored fruits and cause of their commercial value. With the purpose of evaluating *in vitro* the effect of five fungicides on the inhibition of mycelial growth and sporulation of pathogen an experiment was conducted in the Plant Disease Clinic of the Faculty of Agronomy, UCV - Maracay. The method of dilutions in agar plate was used and five fungicides: Benomil (Benlate), Prochloraz (Funcloraz), Mancozeb (Dithane M-45), Copper Sulfate (Phyton 27), I Citric extract Free of Nitrogen (Lonlife), in the doses 1, 10, 100, 1 000 ppm. Acetone 95% was used as solvent for the preparation of the concentrations of the products; the control consisted of acetone 95% and distilled sterile water. Every treatment of the fungus was incubated at 26-28 °C for 10 days and the diameter of colonies as well as sporulation were measured. The products that showed highest effectiveness in the percentage of inhibition of growth (PIC) and sporulation were: Prochloraz in all its concentrations (PIC of 100% at 100 and 1 000 ppm), Benomil in concentrations of 10, 100 and 1 000 ppm (PIC of 100% at 1 000 ppm), Mancozeb at 100 and 1 000 ppm (PIC of 100% at 1 000 ppm), Copper Sulfate at 1 000 ppm exercised certain control (PIC 62%) and the Extract of Citric Free of Nitrogen didn't control mycelial growth (PIC of 22% to 1 000 ppm) or sporulation in any of its concentrations.

**Key Word:** *Mangifera indica* L.; anthracnose; *Colletotrichum gloeosporioides*; fungicides; Haden; Tommy Atkins.

---

\* Investigador. INIA. Estación Experimental Miranda. Venezuela.  
E-mail: orondon@inia.gov.ve

\*\* Profesor. UCV. E-mail: salabrian@cantv.net

\*\*\* Investigador Jubilado. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Zona Universitaria. Av. Universidad, vía El Limón. Maracay, estado Aragua.

RECIBIDO: septiembre 19, 2005.

## INTRODUCCIÓN

La antracnosis del mango, es conocida en Florida desde 1893; también ha sido señalada en Cuba, Hawai, India, Filipinas, México, Puerto Rico y Trinidad. En Venezuela fue observada por primera vez en 1934 (Rondón, 1990).

Muchos de los cultivares de mango conocidos en el mundo, actualmente se encuentran esparcidos en casi toda Venezuela. Es común observar en las zonas húmedas del país, frutos que son atacados por enfermedades fungosas y bacterianas, las cuales afectan su valor comercial. Entre las principales enfermedades fungosas cabe destacar la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc.

Esta enfermedad tiene mucha importancia en la fruticultura tropical, por los daños económicos que ocasiona al afectar los frutos y el elevado rango de hospederos que tiene, entre los cuales se citan: mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana* M.), guanábana (*Annona muricata* L.), cítricos (*Citrus* sp), lechoso (*Carica papaya* L.), manzano (*Malus domestica* B.). El hongo ataca hojas, ramas muy jóvenes, inflorescencia y frutos, manifestándose en la mayoría los frutos la presencia de manchas necróticas que afectan el valor comercial (Cook, 1975; Galli y Tokeski, 1968; Rondón, 1988; 1995).

La importancia económica de esta enfermedad depende de varios factores, a saber: la región donde se cultive, las condiciones ambientales, la variedad sembrada y las prácticas culturales empleadas (Rondón y Guevara, 1995). Igualmente para el control de la enfermedad se han utilizado diferentes métodos siendo el control químico usado racionalmente uno de los más eficaces, Guanipa y Albarracín (1989), realizaron pruebas *in vitro* con tres fungicidas para el control de la enfermedad, encontrando que el benomil (Benlate) fue el más efectivo, ya que inhibió el crecimiento micelial.

La antracnosis es considerada como la enfermedad más perjudicial en mango, tanto en condiciones de campo como en poscosecha, constituyendo un factor limitante para la producción, de allí la importancia y motivación para el estudio del control de la misma. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar en condiciones *in vitro* el efecto de varios fungicidas sobre el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de muestras

Muestras de plantas de mango de las variedades comerciales Haden y Tommy Atkins: inflorescencias, hojas y frutos se colectaron en la finca la “Guacharaca”. Ubicada en el municipio San Casimiro del estado Aragua, las mismas fueron colocadas en bolsas de polietileno y llevadas a la clínica de enfermedades de plantas de la Facultad de Agronomía, UCV - Maracay, para su análisis.

### Análisis de Laboratorio

#### Aislamiento

El aislamiento se realizó por el método del plato con agar en el medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (P.D.A.), mediante el siguiente procedimiento:

Lavado con agua corriente de frutos, inflorescencias y hojas de mango. Se desinfectaron las partes afectadas sumergiéndolas por 2 min en hipoclorito de sodio (NaClO) al 3%, para luego seleccionar y desinfectar trocitos lesionados (márgenes) de aproximadamente 1 mm. Los mismos se ubicaron en forma equidistante en las cajas de Petri con PDA., incubándose a temperatura de 28-30 °C durante 5 a 8 días para el desarrollo de colonias. Posteriormente se seleccionaron las colonias, cortando un trocito del margen de las mismas, para colocarse en el centro de una caja con PDA e incubarse en oscuridad hasta el desarrollo de colonias puras del hongo.

#### Prueba de patogenicidad

#### Inoculación

Para la inoculación del hongo se usaron plantas sanas de las variedades comerciales Haden y Tommy Atkins, provenientes de la finca la “Guacharaca” para lo cual fueron trasladados a la unidad de Protección Vegetal del INIA – CENIAP, Maracay, estado Aragua. Tres plantas de cada variedad fueron inoculadas para comprobar la patogenicidad del hongo.

Las hojas de las plantas seleccionadas fueron previamente desinfectadas limpiándolas con hipoclorito de sodio al 3%, luego se lavaron con agua destilada estéril. Seguidamente se realizó una aspersión del hongo sobre las hojas de las plantas con una concentración de inóculo de  $2,5 \times 10^5$  conidios/ml. Las plantas inoculadas fueron cubiertas con bolsas plásticas a manera de cámara húmeda durante 7 d, evaluándose la aparición de los síntomas de la enfermedad una semana después de la inoculación.

### **Control Químico**

#### **Selección de los fungicidas**

La selección de los fungicidas comerciales para las pruebas *in vitro* se basó en las informaciones obtenidas en las revisiones de literatura y fueron probados los siguientes: Benomil (Benlate), procloraz (Funcloz), mancozeb (Dithane M-45), sulfato de cobre (Phyton 27) y extracto de cítricos libre de nitrógeno (Lonlife) tal como se observa en el Cuadro 1.

#### **Descripción de la Técnica *in vitro***

Para la fase de laboratorio se utilizó el método de dilución en plato con agar, donde la preparación de las concentraciones de los fungicidas se basó en la técnica utilizada por Palazón (1983); esta metodología consistió en pesar la cantidad equivalente a 1g del principio activo de cada fungicida, luego, en forma individual se disolvió cada uno en 5 ml de acetona (95%), completando su volumen a 100 ml con agua destilada estéril, obteniéndose así una suspensión patrón de 10 000 ppm para c/u de los fungicidas. A partir de esta concentración patrón se hicieron diluciones en serie, tomando 1 ml de cada uno y colocándolo en un tubo de ensayo que previamente contenía 9 ml de agua destilada estéril, así se obtuvieron concentraciones de 1 000, 100, 10, 1 ppm., respectivamente; simultáneamente se prepararon los testigos con acetona (95%), obteniéndose así las concentraciones de  $5 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-4}$ ,  $5 \times 10^{-5}$ ,  $5 \times 10^{-6}$  que correspondieron a las concentraciones de fungicidas de 1 000, 100, 10 y 1 ppm., y los testigos con agua destilada estéril solamente.

#### **Método de Dilución en Plato con Agar**

En cada uno de los 100 tubos de ensayo fueron vertidos 15 ml de PDA y sometidos a esterilización en autoclave por 30 min a 15 lbs y 121 °C. Posteriormente se colocaron en baño de María a 45 °C para mantenerlos

en estado líquido, luego, en condiciones de asepsia en cámara de aislamiento de flujo laminar, se mezcló los fungicidas con el PDA según la técnica de Edigntón *et al.*, descrita por Rojas (1988); Caracas, Venezuela, la cual consistió en verter 15 ml de PDA en cada caja Petri, inmediatamente se le añadió 1 ml de la concentración del fungicida respectivo, se agitó suavemente cada caja de Petri sin levantarla de la mesa, lográndose así una mezcla homogénea, esta operación se repitió para las cajas Petri utilizadas.

De cada tratamiento se realizaron 4 concentraciones de dosis de fungicidas (ppm), éstas tuvieron 4 repeticiones c/u las cuales fueron previamente identificadas, esto dio como resultado 16 cajas de Petri por fungicidas y 20 cajas de Petri para los testigos (16 para los testigos con acetona a diferentes concentraciones y 4 para los testigos con agua destilada estéril). A las 24 horas se procedió a sembrar un disco de agar de 0,6 cm de diámetro con micelio del hongo en el centro de cada caja de Petri.

**CUADRO 1.** Descripción tabulada de fungicidas probados *in vitro* para inhibir el crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Nombre del Producto	Composición Química
Benomil (Benlate)	Polvo mojable al 50% de 1-(butil carbamoil)-2-benzimidazol metil carbamato
Procloraz (Funcloraz)	Fungicida a base de Procloraz, formulado como concentración emulsionable con ingrediente activo 48%
Sulfato de cobre (Phyton 27)	Fungicida sistémico, ingrediente activo (sulfato cúprico pentahidratado <sup>1</sup> 21,36%), ingredientes inertes 78,64% <sup>1</sup> Cobre en forma metálica 5,5%
Mancozeb (Dithane M-45)	Polvo mojable, manganeso 16%, zinc 2%, etilen-bis-ditiocarbamato 62%, inertes 20%
Extracto de Cítricos libre de Nitrógeno (lonlife)*	Ingredientes químicos naturales; ácido de hidroascórbico, ácido ascórbico, grupos tocoferoles, aminoácidos, ácido palmítico, glicéridos, grandes grupos de derivados amoniacaes

FUENTE: Manual del Agricultor. AgroIsleña \* CITRADE C.A.

El material fue colocado en una estufa a una temperatura (26-28° C), durante 10 d; procediéndose después de ese lapso a evidenciar la efectividad de los productos utilizados mediante evaluaciones del crecimiento de hongo, para lo cual se hicieron 4 mediciones (4<sup>to</sup>, 8<sup>vo</sup>, 9<sup>no</sup> y 10<sup>mo</sup> día) del diámetro de las colonias, para ello se dividió la caja de Petri en cuatro cuadrantes, midiéndose con un escalímetro (1:100) a partir de la zona inoculada, y la evaluación de la esporulación fue realizada al finalizar el ensayo con la ayuda de un hematocímetro. Para ello se tomó c/u de las cajas de Petri con los tratamientos utilizados (fungicidas, testigos con acetona y agua), les fue aplicado 5 cc de agua destilada estéril, para raspar suavemente las colonias del hongo con un bisturí previamente flameado separando los conidíos y formar una suspensión que luego se filtró a través de una gasa estéril; inmediatamente con una pipeta Pasteur se colocó una gota de suspensión filtrada en la superficie del hematocímetro. Las observaciones se realizaron con la ayuda de un microscopio compuesto, haciéndose 2 mediciones por gota de suspensión y obteniendo un número de conidíos/cc aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{CONIDÍOS/CC} = \text{Suma de conidíos en 5 cuadros secundarios} \times 50\,000$$

Para este ensayo se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado y con los valores del diámetro se procedió a determinar el porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC), mediante la fórmula siguiente:

$$\text{PIC} = \frac{\text{Crecimiento Testigo} - \text{Crecimiento Tratamiento}}{\text{Crecimiento Testigo}} \times 100$$

Los valores de diámetro y del PIC en porcentaje fueron analizados estadísticamente mediante una prueba de comparaciones paramétricas (Kruskal-Wallis), donde la significación de los tratamientos se evaluó en función de  $X^2$  y  $P \geq$ , debido a que los datos no se distribuyeron normalmente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efectividad de los fungicidas sobre el crecimiento del hongo:

En el Cuadro 2 se muestran los PIC micelial en relación con el testigo (acetona). Realizando una comparación entre fungicidas, se observa, en la 4<sup>a</sup> evaluación, que el Procloraz (Funcloraz) en sus diferentes concen-

traciones indujo el mayor PIC (100%) para las concentraciones a 100 y 1 000 ppm, siendo el efecto en su baja concentración (1 ppm) bastante satisfactorio, ya que la inhibición fue del 89,66%. Estos resultados concuerdan con los señalados por Vargas (1992), quien realizando diferentes pruebas en mango comprobó que el Procloraz proporcionaba resultados satisfactorios, ya que en la mayoría de las evaluaciones hubo control efectivo del hongo. AgroIsleña (1996), señala que el Procloraz (Funcloz 40 CE) es un fungicida eficaz para el control del hongo causante de la antracnosis debido a que actúa como protector y erradicante, matando el hongo por contacto, tiene acción translaminar, por lo cual se puede emplear para el control de la enfermedad en campo y en tratamiento postcosecha.

También se observa en el Cuadro 2, que el Benomil (Benlate) a 1 000 ppm alcanzó un PIC de 100%. Este producto en las concentraciones de 100 y 10 ppm mostró buena efectividad, ya que tuvieron una inhibición en el crecimiento del hongo superior al 90%. En este sentido, Pathak (1976), trabajando a nivel de campo en el cultivo de mango, encontró que el benomil (Benlate) es el tratamiento más efectivo para el control de *C. gloeosporioides*, asperjado en frutos verdes y maduros a razón de 1 000 ppm. De las investigaciones realizadas en Colombia por DUPONT (1981), se desprende que posiblemente el Benomil (Benlate) en dosis de 1 000 y 100 ppm actúa a nivel de las tubulinas de las células, afectando las proteínas ubicadas en el citoplasma, lo que impide la realización de la mitosis y por ende el crecimiento micelial.

El Mancozeb (Dithane M-45), presentó un efecto inhibitor del 100% en su concentración a 1 000 ppm (Cuadro 2), revelando también una acción aceptable a 100 ppm con un PIC 75,89%; pero en concentración de 1 ppm la inhibición fue débil (16,27%). Rondón (1990, 1992, 1995) recomienda el Dithane M-45 (a razón 2-3 g/l) mezclado con un adherente para asegurar la cobertura apropiada de la superficie cerosa de follaje y fruto y así poder controlar eficazmente la antracnosis en mango.

Así mismo, Fortune (1992), evaluando el efecto de Dithiocarbamato (Dithane M-45) en el control de *C. gloeosporioides*, encontró buenos resultados a una concentración de 1 000 ppm por el método de plato con agar. Los tratamientos con sulfato de cobre (Phyton 27) y Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno (Lonlife), a concentraciones de 100, 10 y 1 ppm no revelaron diferencias significativas con respecto al testigo, lo cual indica que no son efectivos para el control de la antracnosis en

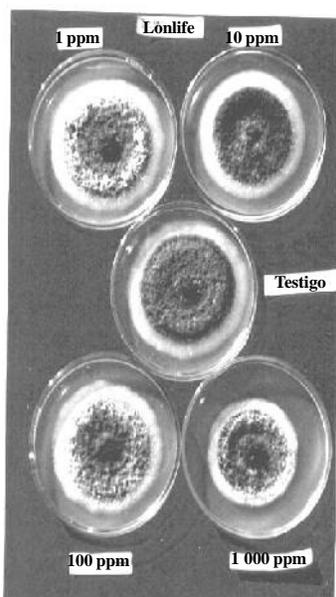
condiciones *in vitro* (Cuadro 2). Sólo el Phyton 27 a concentración de 1 000 ppm ejerció un cierto control (61,82%). El Lonlife en su concentración más alta presentó un PIC inferior al 23%, siendo este valor de poca significación si se compara con los demás tratamientos, de tal modo que estos resultados lo sitúan como el fungicida de menor efecto para el control del hongo.

**CUADRO 2.** Efecto de los fungicidas en el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* por el método de dilución en plato con agar (en sus diferentes concentraciones).

Fungicida	Ingrediente Activo PIC	PIC	Comparaciones múltiples no paramétricas (Kruskal-Wallis)
Funcloraz	1	89,66 <sup>1</sup>	c <sup>2</sup>
	10	98,63	ab
	100	100	a
	1 000	100	a
Benlate	1	58,88	e
	10	93,14	bc
	100	98,48	ab
	1 000	100	a
Lonlife	1	3,02	hi
	10	3,47	hi
	100	1,93	i
	1 000	22,04	f
Phyton 27	1	4,29	hi
	10	4,57	hi
	100	10,34	gh
	1 000	61,82	e
Dithane M-45	1	16,27	fg
	10	62,70	e
	100	75,89	d
	1 000	100	a

<sup>1</sup> Media de 4 repeticiones <sup>2</sup> Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al nivel 5%, según comparaciones múltiples no paramétricas.

Estos resultados difieren con la información suministrada por CITRADE (1996), al señalarlo como un fungicida de origen natural, obtenido de las semillas de cítricos, el cual no causa aparición de cepas resistentes de *Colletotrichum* sp., tiene buen poder de penetración y magnífica acción residual en dosis de 200-400 ppm. En este experimento se observó que en la concentración de ese producto a 100 ppm, el PIC fue menor que en las concentraciones más bajas (10 y 1 ppm) del Procloraz (fungloraz), lo cual hace suponer que a una concentración de 100 ppm hubo un estímulo al crecimiento del hongo, actuando el fungicida como medio de cultivo apropiado al desarrollo del mismo (Figura 1).



**FIGURA 1.** Inhibición del crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* por el fungicida extracto de cítricos libre de nitrógeno (Lonlife) mediante el método de dilución en plato con agar.

En el Cuadro 2 es observable que el sulfato de cobre (Phyton 27), resultó ser un fungicida poco efectivo para el control del hongo, ya que a concentraciones de 10 y 1 ppm el PIC fue menor a 5%, observándose un cierto

control a dosis de 1 000 ppm (61,82%). Sin embargo por ser el único fungicida basado en sulfato de cobre de acción sistémica en el mundo, y por combinar doble acción preventiva y curativa contra bacterias principalmente, se debería tener presente en cualquier programa de manejo integrado de enfermedades en mango.

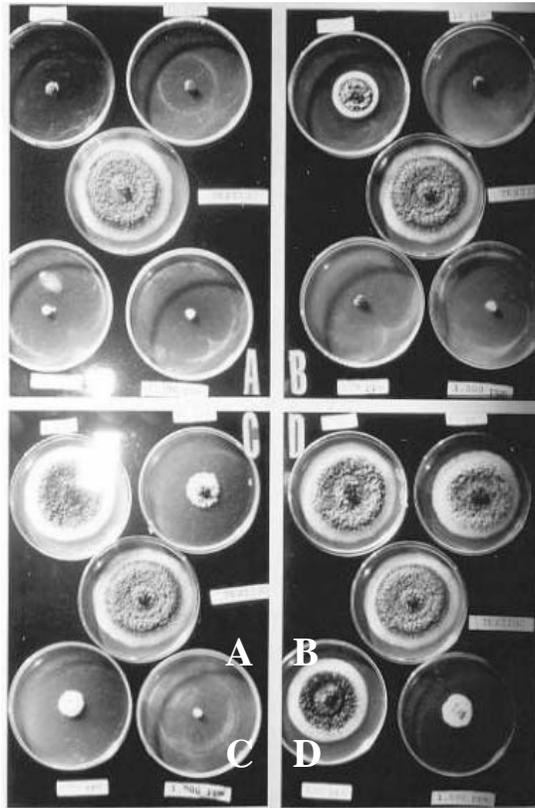
Comparando la efectividad de los tratamientos se obtuvo diferencias significativas entre ellos, destacándose Procloraz (Funcloz) en concentraciones de 1 000 y 100 ppm, Benomil (Benlate) a 1 000 ppm y Mancozeb (Dithane M-45) a 1 000 ppm, todos con un PIC de 100%. Los productos menos efectivos fueron el Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno (Lonlife) en todas sus concentraciones y el sulfato de cobre (Phyton 27) a 100, 10 y 1 ppm. Procloraz y Benomil en sus concentraciones más bajas, al igual que mancozeb a 1 000, 100 y 10 ppm, tuvieron mejor comportamiento que el Lonlife en todas sus dosis, así como el sulfato de cobre a 100, 10 y 1 ppm (Figura 2). Se puede señalar que los valores de todos los tratamientos (testigos y los 5 fungicidas) en cuanto a diámetro de las colonias y PIC, siguieron la misma tendencia a lo largo de las 4 evaluaciones realizadas en el experimento.

#### **Efectividad de los fungicidas sobre la esporulación:**

En el Cuadro 3 se nota el efecto de los tratamientos sobre la esporulación del hongo, de acuerdo con la cantidad promedio de conidios/cc para cada uno de los tratamientos en sus respectivas dosis (1 000, 100, 10 y 1 ppm), observándose en la comparación de medias (Kruskal-Wallis) que existen diferencias significativas. Ningún fungicida inhibió totalmente la esporulación del hongo, existiendo casos en donde el comportamiento del fungicida fue similar al testigo. Sin embargo, los fungicidas Procloraz en concentraciones a 1 000 y 100 ppm, Benomil a 1 000 ppm, inhibieron la esporulación del hongo en más de 90%. El fungicida que resultó menos efectivo fue el Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno, con valores similares al testigo en todas sus concentraciones.

Cabe señalar que el sulfato de cobre causó cierta inhibición de la esporulación, superando al Mancozeb a 100 y 10 ppm. Estos valores concuerdan con los obtenidos por Rojas (1988), quien señala para el *C. dematium* var *truncatum* bajo diferentes tratamientos, que no hay una relación directa entre la inhibición de crecimiento micelial y la inhibición de la esporulación por acción de diversos fungicidas. La efectividad

obtenida con el Benlate coincide, en parte, con los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.* (1972), quienes encontraron que con este fungicida se logró una completa inhibición del crecimiento y esporulación de *Colletotrichum* sp en algodón.



**FIGURA 2.** Inhibición del crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* por los fungicidas a diferentes concentraciones mediante el método de dilución en plato con Agar (A-Prochloraz “Funcloraz”, B- Benomil “Benlate”, C- Mancozeb “Dithane M-45”, D- Sulfato de Cobre “Phyton 27”).

**CUADRO 3.** Efecto de los fungicidas a diferentes concentraciones sobre IA esporulación del *Colletotrichum gloeosporioides* por el método de dilución en plato con agar.

Fungicida	ppm	Esporulación	Comparaciones múltiples no paramétricas (Kruskal-Wallis)
Funclofaz	1	5 300 000 <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>
	10	4 300 000	ab
	100	4 200 000	ab
	1 000	2 100 000	cde
Benlate	1	987 500	f
	10	162 500	f
	100	37 500	f
	1 000	25 000	f
Lonlife	1	825 000	f
	10	325 000	f
	100	137 500	f
	1 000	50 000	f
Phyton 27	1	3 900 000	ab
	10	2 375 000	cd
	100	975 000	def
	1 000	537 000	ef
Dithane M-45	1	3 850 000	abc
	10	3 275 000	cd
	100	1 875 000	def
	1 000	50 000	f

<sup>1</sup> Media de 4 repeticiones; <sup>2</sup> Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al nivel 5%, según comparaciones múltiples no paramétricas.

En el Cuadro 4, se muestra la esporulación del *C. gloeosporioides* bajo diferentes concentraciones de acetona (95%) y de agua destilada estéril que actuaron como testigo, evidenciándose que el hongo esporuló en cantidades parecidas en todos los casos, lo cual fue corroborado por las comparaciones múltiples no paramétricas, donde se mostró que no existen diferencias significativas entre los testigos con acetona y agua destilada estéril. Esta situación demuestra que esta técnica puede ser aplicada con confianza debido a la efectividad en la dilución de los fungicidas y por no causar efectos en el crecimiento del hongo. Resultados similares fueron señalados por Rojas (1988), quien utilizó Ethanol (95%) como disolvente para probar la efectividad de fungicidas *in vitro*.

**CUADRO 4.** Esporulación de *Colletotrichum gloeosporioides* en los Testigos con Acetona (95%) y agua destilada estéril solamente.

Testigo	Concentración (ppm)			
	1	10	100	1 000
	Conidíos/cc			
Acetona	2 x 10 <sup>6</sup> *	4,2 x 10 <sup>6</sup>	4,3 x 10 <sup>6</sup>	5,3 x 10 <sup>6</sup>
Agua destilada estéril		3,965 x 10 <sup>6</sup>		

\* Media de 4 repeticiones

## CONCLUSIONES

- El mejor control sobre la inhibición de crecimiento y esporulación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., se logró con Procloraz (Funclozaz) en todas sus concentraciones (PIC del hongo de 100% a 100 y 1 000 ppm), seguido del Benomil (Benlate) en las concentraciones de 1 000, 100 y 10 ppm (PIC de 100% a 1 000 ppm) y Mancozeb (Dithane M-45) a 100 y 1 000 ppm (PIC de 100% a 1 000 ppm).

- Los fungicidas sulfato de cobre (Phyton 27) y el Extracto de Cítricos Libre de Nitrógeno (Lonlife), fueron los que mostraron menor efectividad sobre el control del hongo (PIC del hongo de 62% y 22% a 1 000 ppm, respectivamente).
- La esporulación de *C. gloeosporioides* en los testigos, en las diferentes concentraciones de acetona (95%) y agua destilada estéril, evidenciaron que el hongo esporuló en cantidades similares en todos los casos, no existiendo diferencias significativas entre los testigos con acetona y agua destilada estéril. Esta situación demuestra la efectividad de la técnica en la dilución de los fungicidas y su confianza ya que no causa efectos sobre el crecimiento del hongo.
- Determinar la efectividad de los fungicidas Prochloraz (Funcloz), Benomil (Benlate) y Mancozeb (Dithane M-45) para el control de *Colletotrichum gloeosporioides* mediante pruebas a nivel de invernadero y campo, a fin de comprobar el efecto inhibitorio de los mismos y recomendar la utilización del producto de mayor efectividad en estas condiciones, como una alternativa válida en el control integrado de la antracnosis del mango.
- Realizar pruebas con los fungicidas Phyton 27 y Lonlife a mayores concentraciones de las utilizadas en este trabajo para evaluar su control sobre el hongo *C. gloeosporioides*.
- Finalmente se espera que esta investigación permita sentar nuevas bases para que el productor de mango utilice estos resultados en el manejo integrado del patógeno en condiciones de campo y postcosecha.

## BIBLIOGRAFÍA

AGROISLEÑA C.A. Editorial. 1996. Productos Agroquímicos. X edición. Caracas. 4 p.

CITRADE C.A. 1995. Uso del fungicida y bactericida Lonlife (extracto de Cítricos libre de Nitrógeno). Caracas - Venezuela. 10 p.

COOK, A. A. 1975. Diseases of tropical and subtropical fruits and nut. Heffner press. A division of Mc Millan Publishing Co., Inc. New York. 317 p.

DUPONT DE COLOMBIA. 1981. Información Técnica: Modo de acción de los fungicidas. 11 p.

FORTUNE, M. 1992. Laboratory assessment of fungicides used against *Colletotrichum gloeosporioides* the mango anthracnose pathogen. **In:** IV International Mango Symposium, Florida, USA. Department of plant science, Faculty of agriculture, University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad, WEST INDIES. 133 p.

GALLI, F. et H. TOKESHI. 1968. Manual de Fitopatología. Doenças das plantas e sem controle. Ed. Agronómica "Ceres", LTDA. São Paulo, Brasil. 640 p.

GUANIPA, J. y N. S. de ALBARRACÍN. 1989. Evaluación 'in vitro' de tres fungicidas para el control de *Colletotrichum gloeosporioides*, causante de la enfermedad antracnosis en el café. Fitopatología Venezolana. 2(2):60-61.

PALAZÓN, I. 1983. Primer Curso Internacional sobre la Protección Fitosanitaria en Plantaciones Frutales, Zaragoza, España. 16 p.

PATHAK, V. and P. SHEKHAWAT. 1976. Efficacy of some fungicides and hot water in control of anthracnose and Aspergillus rot of mango fruits. Indian Phytopatology. 29:315-317.

RODRÍGUEZ, H., C. NAVA y M. ALFONZO. 1972. Efectos de los fungicidas sobre el crecimiento *in vitro* de *Colletotrichum* sp. CIARCO. 2(2):11-14

ROJAS, T. 1988. Características culturales y control químico *in vitro* de *Colletotrichum dematium* (Pers ex Fr) Grove var. *truncatum* (Schw) aislado de soya (*Glycine max* L.) Merrill. Tesis de grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 43 p.

RONDÓN, A. 1988. Problemas patológicos en Aguacate, Mango y Cítricos. Sección de fitopatología. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. CENIAP-FONAIAP. 20 p.

RONDÓN, A. 1990. Enfermedades de los frutales en Venezuela. Instituto de Investigaciones Agronómicas, CENIAP - FONAIAP. Maracay, Venezuela. 96 p. (Serie B No. 9).

RONDÓN, A. 1992. Manejo Integrado de enfermedades en frutales. **In:** I Curso sobre fruticultura tropical. FONAIAP, Monagas, Maturín - Venezuela. pp. 86-106.

RONDÓN, A. y Y. GUEVARA. 1995. El cultivo del Mango en Venezuela. X Principales enfermedades y su control. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Fonaiap Divulga. Año XII, N° 50. Maracay. pp. 20-21.

RONDÓN, A. 1995. Principales enfermedades del mango en Venezuela y su control. **In:** Seminario Internacional y II Encuentro Nacional de Productores y Exportadores de Mango en Guatemala. Guatemala. 71 p.

VARGAS, L. 1992. Investigación fitopatológica en el combate de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en el cultivo del mango. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 12 p.

## DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN CON PLOMO EN LOS SUELOS Y POLVO DE LAS CALLES DE LA CIUDAD DE MARACAY

Armando Carrasquero-Durán\*

### RESUMEN

En el presente trabajo se cuantificaron los niveles de Pb en suelos y polvos de las calles del casco central de la ciudad de Maracay por medio de una digestión ácida con agua regia y por espectrofotometría de absorción atómica de llama. Se tomaron 243 muestras superficiales de suelo y 36 de polvo acumulado en calles y aceras de las principales vías de comunicación de la ciudad. Los niveles de Pb total se ubicaron en el intervalo entre 33 y 11 113  $\mu\text{g g}^{-1}$  con un predominio de valores entre 2 000 y 4 000  $\mu\text{g g}^{-1}$ , en general los suelos superan los valores máximos para suelos no contaminados según algunas regulaciones internacionales. Los sitios más contaminados se localizaron en avenidas como Sucre, Casanova, Fuerzas Aéreas y Constitución, lo que fue atribuido al intenso tránsito de vehículos que utilizan gasolina con plomo. Las muestras de polvo de las calles también mostraron elevadas concentraciones del metal pesado, lo cual aumenta el riesgo de exposición a la contaminación ya que este polvo puede ser arrastrado por el viento dispersando la el agente contaminante. La distribución vertical del metal pesado en los suelos refleja una alta acumulación en los estratos superficiales que es consistente con un proceso de contaminación de origen antropogénico. En general se puede afirmar que los suelos de la ciudad de Maracay están fuertemente impactados por la contaminación plúmbica cuyo origen puede asociarse con la combustión de la gasolina tratada con tetraetilo de plomo.

**Palabras Clave:** Plomo; contaminación; suelos; digestión ácida; polvo de las calles; Maracay.

---

\* Profesor. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Departamento de Química. Apdo. Postal 1017. Av. Las Acacias. Maracay, estado Aragua. Venezuela.  
RECIBIDO: agosto 23, 2005

## DETERMINATION OF LEAD CONTAMINATION LEVELS IN SOILS AND DUST OF STREETS OF MARACAY

Armando Carrasquero-Durán\*

### SUMMARY

In this work the levels of lead in soils and street dusts taken from the urban area of Maracay city were quantified by flame atomic absorption spectrometry after and acid digestion with *aqua regia*. A total of 243 surface soil samples and 36 street dust samples of the most important avenues were taken. Lead level were in the range of 33 to 11,113  $\mu\text{g g}^{-1}$  with a prevalence of values between 2,000 and 4,000  $\mu\text{g g}^{-1}$  which are significantly higher than the accepted levels for uncontaminated soils in several international regulations. The most polluted sites were located in the Sucre, Casanova, Fuerzas Aéreas and Constitución avenues, which was attributed to the intense traffic of vehicles which used lead treated gasoline. Street dusts also showed high levels of lead pollution increasing the risks of lead exposition, because the finest polluted particles could be transported by the wind dispersing the contaminant. Vertical distribution of lead in soils reflected a high metal accumulation in the surface being consistent with a process of anthropic pollution. In general, soils of Maracay City are strongly impacted by lead pollution whose origin may be associated with the combustion of gasoline treated with lead tetraethyl.

**Key Words:** Lead; pollution; soils; acid digestion; street dust; Maracay.

---

\* Profesor. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Departamento de Química. Apdo. Postal 1017. Av. Las Acacias. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

RECIBIDO: agosto 23, 2005

## INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento urbano de las principales ciudades venezolanas en los últimos 30 años ha provocado un incremento importante de las emisiones de plomo proveniente de la combustión de la gasolina. Por ejemplo, Fernández y Ramírez (2002), encontraron niveles de plomo en partículas depositadas en cinco túneles del área metropolitana de Caracas de 5 500 a 13 000  $\mu\text{g g}^{-1}$ , lo cual fue atribuido, principalmente, al intenso tránsito de vehículos. Asimismo, Morales *et al.* (1999), señalaron que las plantas que crecen cerca de las vías de mayor circulación acumulan elevadas cantidades de plomo. Lo mismo fue señalado por Díez *et al.* (1996), quienes determinaron hasta 15  $\text{mg kg}^{-1}$  de Pb en árboles de coníferas localizados en las principales vías de circulación de la ciudad de Mérida.

En el caso de la ciudad de Maracay, son escasos los trabajos de investigación publicados sobre el impacto de las actividades industriales y del tránsito automotor en las concentraciones de metales pesados en el ambiente y en las personas, lo que dificulta la planificación de medidas de control o remediación de aquellas zonas potencialmente contaminadas donde puede verse afectada la salud de los habitantes. No obstante, la presencia de Pb en seres humanos ha sido señalada por Almeida *et al.* (1999), quienes encontraron concentraciones promedio en muestras de sangre de niños de una escuela de Maracay de  $10,5 \pm 2,5 \mu\text{g dL}^{-1}$ , siendo el máximo valor permitido de  $10 \mu\text{g dL}^{-1}$ . En un estudio semejante, Nazila *et al.* (1998) señalaron un intervalo de valores de plomo sanguíneo de 7,8 a  $15,1 \mu\text{g dL}^{-1}$  en una muestra de 180 niños, el 75% de los cuales tuvieron concentraciones superiores a la permitida.

Por otro lado Fernández *et al.* (1997), determinaron los niveles de plumbemia en diferentes grupos de personas expuestas a la contaminación con Pb debida a la recuperación manual del metal en el vertedero de San Vicente, Maracay. La concentración promedio de Pb en sangre fue de  $79,7 \pm 16,1 \mu\text{g kg}^{-1}$  en las personas que recuperaban plomo, mientras que aquellos otros individuos que trabajaban recuperando otros metales, el promedio estuvo en el intervalo de  $21,3 \pm 8,8 \mu\text{g kg}^{-1}$ . El 100% de los recuperadores de Pb y el 8,6% de los que no trabajan con Pb presentaron niveles de plumbemia superiores a  $30 \mu\text{g dL}^{-1}$ . Igualmente se encontró que tanto los familiares de los recuperadores de Pb

como las familias que vivían cerca de los sitios de recuperación, presentaron niveles de Pb en sangre superiores a los  $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ , siendo relevante el hecho de que dentro de este grupo se encuentra niños con edades entre 9 y 11 años.

Todd *et al.* (1996) indican que el plomo es un elemento tóxico para el sistema nervioso y reproductivo de hombres y mujeres. En el caso de los hombres, produce una disminución del número de espermatozoides y reduce la fertilidad en la mujer. En el caso de los niños, puede generar problemas de retardo mental, dificultades en el aprendizajes debido a daños del sistema nervioso (Assenato *et al.*, 1986), por esas razones, el Pb es considerado en la actualidad como el mayor contaminante químico.

El propósito de este trabajo fue el de cuantificar las concentraciones de plomo en muestras de suelos y polvo de las calles del área central de la ciudad de Maracay como un indicador del impacto ambiental producido por la combustión de la gasolina tratada con tetraetilo de plomo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de junio, julio y agosto del año 2003 se realizó un muestreo intencional en las principales avenidas y calles del casco central de la ciudad. Se seleccionaron 243 puntos de muestreo correspondientes a parques, plazas públicas e islas que separan los canales de circulación de vehículos. Se tomaron muestras simples de los primeros 5 cm de profundidad con una espátula de acero inoxidable de las que se utilizan en jardinería. Se recolectaron muestras de 1 kg en bolsas plásticas que fueron trasladadas al laboratorio donde se secaron al aire por tres días. Posteriormente fueron tamizadas a 2 mm y cuarteadas hasta obtener una masa total de aproximadamente 100 g. Las muestras fueron guardadas en bolsas plásticas herméticamente cerradas.

### Muestras de polvo de las calles

En las principales vías de circulación de vehículos se tomaron al azar muestras de polvo acumulado en las aceras e islas, utilizando una escobilla. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas y trasladadas al laboratorio donde se secaron al aire y tamizaron a  $75 \mu\text{m}$ .

### **Distribución vertical del Pb-total**

Se seleccionaron tres sitios de muestreo, dos de ellos con niveles altos de Pb-total, mientras que el tercero tenía niveles bajos y cercanos a una condición no contaminada. Con un barreno se tomaron muestras a distintas profundidades con un barreno de evaluar la distribución vertical del metal pesado. Las muestras fueron tratadas en la misma forma que las superficiales.

### **Determinación de Pb**

El Pb-total fue determinado siguiendo la metodología propuesta por Sillanpa y Janson (1992), una masa adecuada de la muestra (0,2 g aproximadamente dependiendo del contenido de Pb-total) fue colocada en un vaso precipitado de 250 ml agregando 20 ml de agua regia. Se tapó con un vidrio de reloj, colocándose en una plancha de calentamiento a 120 °C. Se dejó calentar por 2 horas, agregando agua regia para evitar el desecamiento de la muestra. Al final del período, se enfrió y filtró a un balón de 50 ml utilizando agua destilada. La fracción de Pb soluble fue extraída utilizando dos soluciones extractoras: cloruro de magnesio 1 M y acetato de amonio 3,5 M a pH 7. El procedimiento consistió en tomar muestras de 0,5 g de suelo que fueron colocadas en tubos de centrífuga de 100 ml y se agitó por 4 horas. Posteriormente las suspensiones fueron centrífugas a 3 000 g por 15 minutos y filtradas en frascos de plástico previamente enjuagados con ácido nítrico 1 m. Los patrones para las curvas de calibración fueron preparados en la misma forma que las muestras.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se determinó el contenido de plomo total en tres materiales certificados de referencia (Cuadro 1) correspondientes a rocas certificadas por el US Geological Survey (SDC-1 y G-2) y a un suelo contaminado CRM 020-05 (RT-Corp USA), aplicando el mismo método para el análisis de las muestras de suelo. En todos los casos se obtienen valores que coinciden con los intervalos de confianza señalados para cada material de referencia, lo que demuestra que el método de digestión ácida utilizando agua regia y la determinación por espectrofotometría de absorción atómica empleados en este trabajo producen resultados de confiabilidad

satisfactoria. Los coeficientes de variación cercanos al 5% se obtuvieron de 10 determinaciones simultáneas del contenido de plomo, reflejando una reproducibilidad satisfactoria de la metodología analítica.

### Concentración de Pb-total

En Venezuela no existen regulaciones que determinen la máxima concentración de plomo permitida en los suelos agrícolas o urbanos a partir de la cual se pudiera establecer el nivel de contaminación de un área determinada. Si se consideran válidos los valores señalados en la literatura para otros países, se puede afirmar que apenas el 24,7% de las muestras (Figura 1) presentan concentraciones del metal pesado inferiores a  $500 \text{ mg g}^{-1}$  que de acuerdo a Mellor y Bevan (1999) es el máximo permitido para suelos no contaminados de acuerdo a la legislación de Inglaterra, la cual es menos estricta que la holandesa, que establece un valor máximo de  $150 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ . Tomando en cuenta este último valor como referencia, sólo el 6,6% de los sitios estudiados corresponderían a áreas no contaminadas.

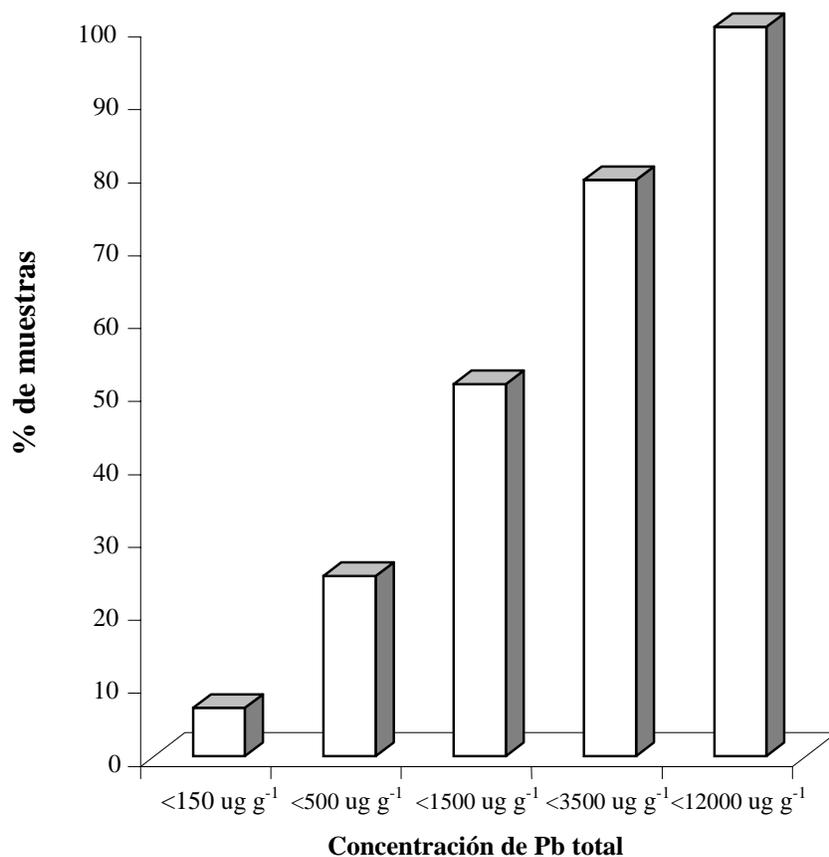
**CUADRO 1.** Determinación de Pb en materiales certificados de referencia.

Identificación	Valor certificado* ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Valor encontrado* ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	CV%
SDC-1 (US Geological Survey)	$25,1 \pm 0,5$	$24,6 \pm 1,3$	5,3
G-2 (US Geological Survey)	$49,5 \pm 0,3$	$51,3 \pm 2,5$	4,9
CRM 020-050 (RT-Corp, Estados Unidos)	$5\ 111 \pm 622$	$4\ 907 \pm 215$	4,4

\*  $\bar{X} \pm s$

CV% = Coeficiente de variación porcentual

$$\text{CV\%} = \frac{s}{\bar{X}} * 100$$



**FIGURA 1.** Distribución porcentual de las muestras en función a la concentración de Pb-total.

Se ha detectado un 21% de sitios de muestreo con concentraciones del metal pesado superiores a  $3\,500 \mu\text{g g}^{-1}$  que constituyen sitios altamente contaminados que requerirían de estudios más profundos a fin de evaluar el impacto que pudiera tener esta contaminación sobre las personas que habitan en lugares cercanos. La presencia del plomo pudiera asociarse a la combustión de gasolina con tetraetilo de plomo, tal como lo señalaron Xiandong *et al.* (2001) en una situación semejante en suelos urbanos contaminados en Hong Kong. Así mismo, Madrid *et al.* (2002) encon-

traron que los suelos de la ciudad de Sevilla contienen niveles de Pb que superan los máximos tolerables de la Unión Europea y se asocian directamente con la densidad de tráfico automotor, alcanzando valores superiores a  $5\ 000\ \mu\text{g g}^{-1}$ .

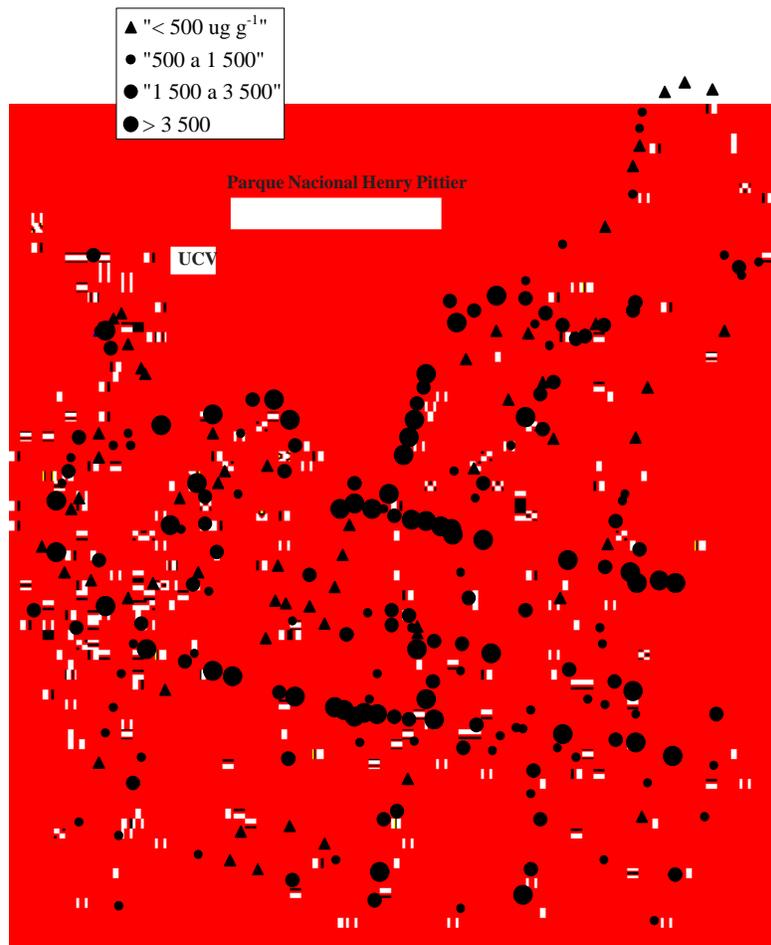
Según Imperato *et al.* (2003), muestras de suelos de zonas urbanas en la ciudad de Nápoles presentaron concentraciones elevadas de Pb en zonas urbanas altamente impactadas por el tránsito. De esta manera, en un estudio sobre los niveles de referencia en suelos de Sicilia, Manta *et al.* (2002) detectaron concentraciones de Pb de  $22\ \mu\text{g g}^{-1}$  en suelos no contaminados de Palermo, mientras que dentro de la ciudad el contenido promedio del contaminante fue de  $200\ \mu\text{g g}^{-1}$ , lo que llevo a la conclusión de que el plomo es un elemento que puede ser empleado como trazador en la evaluación de la contaminación antropogénica.

La Figura 2 muestra una tendencia hacia la mayor acumulación de plomo en los suelos de las principales avenidas de la ciudad, alcanzándose valores superiores a  $3\ 500\ \mu\text{g g}^{-1}$ . Los sitios más contaminados tienden a agruparse hacia la zona céntrica de la ciudad, principalmente en las intersecciones de las avenidas Sucre, Casanova y Las Delicias, en esta última se llegaron a cuantificar hasta  $11\ 133\ \mu\text{g g}^{-1}$  de Pb-total. Es importante señalar que en esas zonas de la ciudad hay una alta densidad de edificaciones destinadas a viviendas, oficinas y negocios, por lo que se puede pensar en una posible exposición de las personas a la contaminación con el metal pesado.

Las concentraciones de plomo discriminadas por avenidas (Cuadro 2) ilustran el efecto del tránsito de vehículos; por ejemplo, en todos los puntos de muestreo seleccionados en las avenidas Casanova, Constitución y Fuerzas Aéreas se tienen concentraciones superiores a los  $500\ \mu\text{g g}^{-1}$ . Las restantes avenidas también presentan niveles altos de contaminación, un hecho notable es que la Avenida Bolívar, la más antigua mostró un grado de contaminación menor que avenidas más recientes.

Los coeficientes de variación se ubican en el intervalo de 50 a 120%, indicando que la contaminación no se distribuye uniformemente a largo de las avenidas evaluadas. En ese sentido, la distribución espacial mostrada en la Figura 2 sugiere una acumulación del metal pesado más acentuada en la dirección noroeste. Además, hay que considerar que las

avenidas Sucre y Las Delicias son las vías de comunicación entre el norte y sur de la ciudad; mientras que la avenida Casanova comunica las zonas este y oeste, siendo es la razón de la alta densidad de flujo de vehículos.



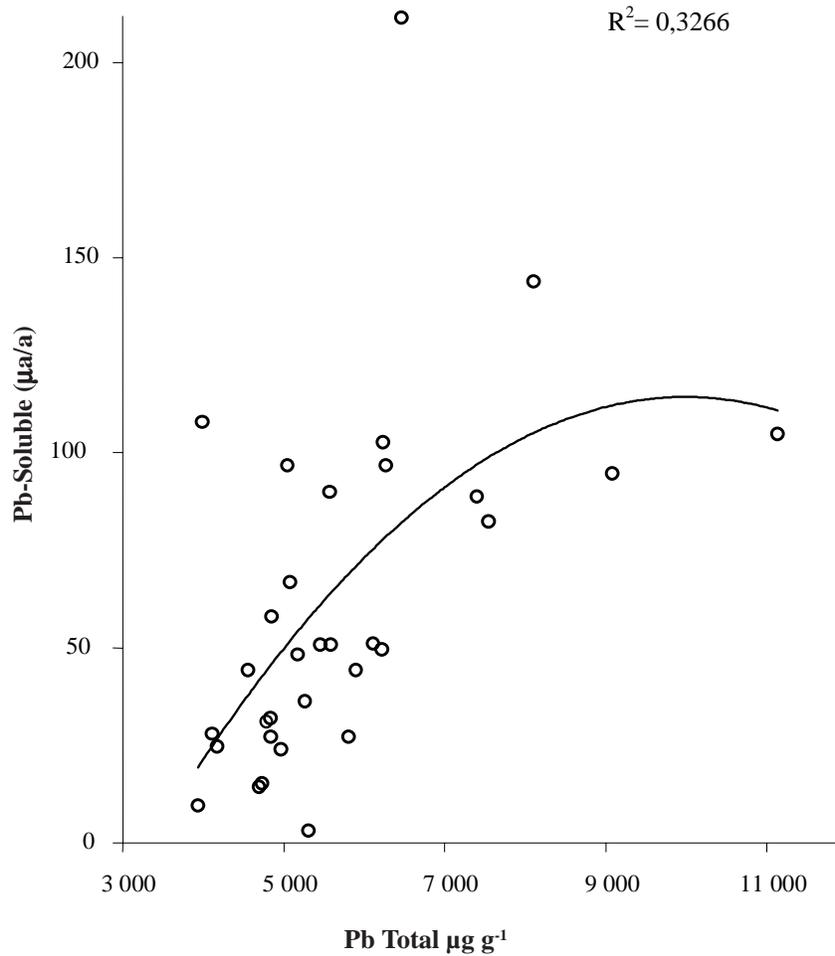
**FIGURA 2.** Concentraciones de Pb total en los sitios de muestreo

**CUADRO 2.** Contenido de plomo total promedio correspondiente a las Principales Avenidas del área estudiada.

Avenida	Nº de Muestras	Pb promedio	Desviación Estándar	CV%	Valor máximo	Valor mínimo
Casanova	23	5 141,4	2 392,6	46,5	11 133	789,9
Constitución	23	4 175,4	2 157,3	51,7	9 079,6	773,4
Fuerzas Aéreas	4	3 293,3	1 135,0	34,5	4 882,5	2 324,8
Bolívar	10	2 817,1	1 594,3	56,6	6 215,3	378,7
Sucre	21	2 393,3	2 192,5	91,6	6 816	146
Bermúdez	10	2 281,6	1 447,7	63,5	4 839	173,1
Las Delicias	16	1 818,5	992,6	54,6	3 658,4	286,8
Ayacucho	11	1 306,2	1 291,8	98,9	4 728,8	216
Aragua	4	741,4	901,4	121,6	2 059,7	37,7

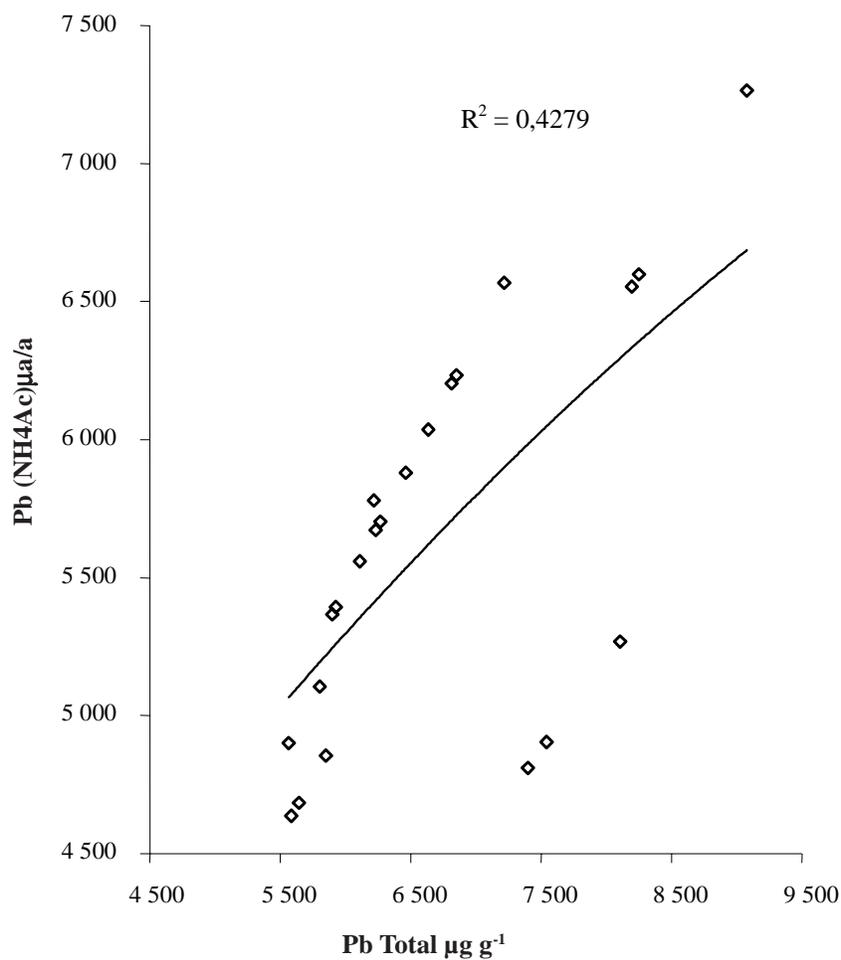
### Concentración de plomo soluble en $MgCl_2$ y acetato de amonio

El plomo extraíble con cloruro de magnesio representa la fracción del total que se encuentra disuelta en la solución del suelo y adsorbida reversiblemente en el complejo de intercambio, constituyendo la fracción de mayor disponibilidad para los seres vivos y que también podría contaminar cuerpos de agua. La Figura 3 muestra que si bien esta fracción se incrementa con el total, representa menos del 3% del plomo acumulado en los suelos, sugiriendo la presencia de formas químicas poco solubles en agua o de mecanismos de inmovilización en los suelos. Con la solución de acetato de amonio 0,5 M a pH 7 y sometida a calentamiento a 80° se buscaba disolver los sulfatos de plomo presentes (Vogel 1974). Los resultados indican (Figura 4) que más del 75% del plomo podría encontrarse bajo la forma de  $PbSO_4$  lo que refuerza la idea de que el elemento contaminante proviene de la combustión de la gasolina, en la cual los compuestos sulfurados se oxidan formando sulfato que precipita como  $PbSO_4$ .



**FIGURA 3.** Relación entre el Pb-Soluble y el contenido total en los suelos más contaminados.

Por otro lado, la extracción con esta solución requiere de condiciones menos exigentes y peligrosas que uso el agua regia a 120 °C pudiendo sustituirla en futuros estudios para la evaluación de la contaminación en suelos.



**FIGURA 4.** Relación entre el Pb extraído con acetato de amonio y el contenido total en los suelos más contaminados.

#### Plomo total en el polvo de las calles

El polvo de las calles está constituido por las partículas sólidas que escapan del sistema de combustión de los vehículos y se mezclan con las partículas finas de suelo que son arrastradas por el viento. Este polvo incluye la fracción de materiales sólidos de tamaños lo suficientemente

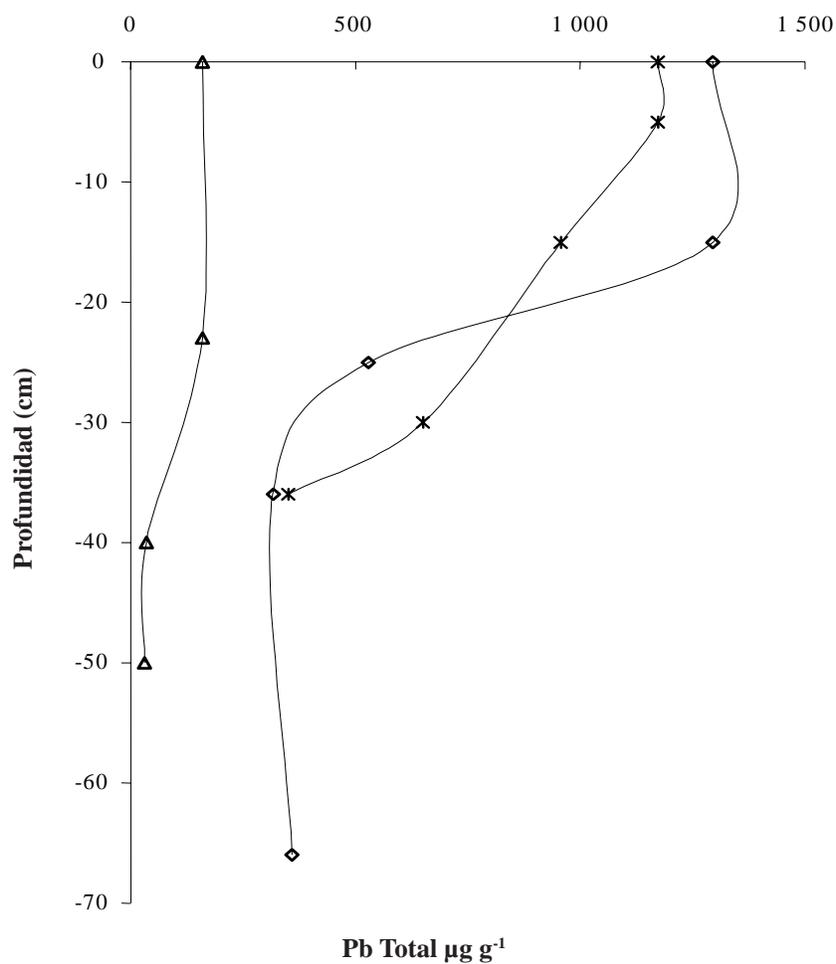
pequeños como para ser respirados por las personas o incluso, ingerido accidentalmente por los niños que consumen alimentos sin lavarse las manos o que juegan en las calles y se introducen las manos u objetos sucios en la boca, de allí que el Pb presente pueda ser considerado como potencialmente biodisponible. El Cuadro 3 muestra que la concentración de plomo en este material es semejante a la señalada para los suelos, es decir, valores elevados que superan los máximos permitidos en algunas legislaciones a nivel mundial. Las muestras tomadas en las vías de mayor densidad de tráfico presentaron los niveles más elevados de contaminación.

**CUADRO 3.** Contenido de Pb-total en las muestras de polvo de las calles.

Media	2475,4
Error típico	343,5
Mediana	2063
Desviación estándar	206,9
Mínimo	734,0
Máximo	11 493,0

### Distribución vertical del Pb-total

Las funciones de profundidad de los sitios más contaminados (Figura 5) muestran una elevada acumulación en los primeros 20 cm, disminuyendo notablemente a medida que se alcanzan estratos más profundos, indicando de esta forma un proceso de deposición superficial de origen antropogénico. Por otro lado, el sitio menos contaminado con una concentración superficial de  $158 \mu\text{g g}^{-1}$  mostró una curva semejante con los mayores niveles de Pb en el estrato más superficial acompañado de una reducción en la concentración hasta alcanzar el valor mínimo de  $33 \mu\text{g g}^{-1}$  a los 50 cm, que podría estar cercano a la línea base o contenido natural de plomo en el área estudiada. De ser esto cierto, los resultados de este estudio muestran un elevado enriquecimiento de Pb en los suelos de la ciudad y por lo tanto un proceso acelerado de contaminación ambiental que podría afectar a la salud de los habitantes.



**FIGURA 5.** Funciones de profundidad del Pb-Total.

### CONCLUSIONES

- Los niveles de contaminación con plomo en los suelos y polvo de las calles de la ciudad de Maracay son elevados, alcanzándose valores que superan los  $10\,000\ \mu\text{g g}^{-1}$  con una concentración promedio cercana a los  $4\,000\ \mu\text{g g}^{-1}$ . Los sitios más contaminados coinciden

con los ejes de circulación de vehículos en las principales avenidas, lo que sugiere que el plomo cuantificado en las muestras sea el resultado de un proceso de acumulación que tiene su origen en las emisiones hacia la atmósfera del plomo proveniente de la combustión de la gasolina y que luego es depositado en los suelos donde queda retenido.

- El plomo depositado en los suelos podría estar presente bajo la forma de sales insolubles como por ejemplo el  $\text{PbSO}_4$ , las cuales se disuelven en una solución de acetato de amonio  $3,5 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 7, la cual podría sustituir al agua regia en la cuantificación del contenido total de Pb en los suelos.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, D., J. ARAGUREN, Y. HERNÁNDEZ y G. ROLO. 1999. Niveles de Pb en sangre de escolares. *Acta Científica Venezolana* 50:273.

ASSENATO G., C. PACI, M. E. BASER, R. MOLININI, R. B. CANDELA, B. M. ALTAMURA y R. GIORGINO. 1986. Sperm count suppression without endocrine dysfunction in lead-exposed men. *Arch. Environment Health* 4:387-390.

DIEZ, H., Q. A. CONTRERAS, M. QUINTERO y G. SOLÓRZANO. 1996. Determinación de PB en madera en la ciudad de Mérida. *Acta Científica Venezolana* 47:294.

FERNÁNDEZ, R. y A. RAMÍREZ. 2002. Geoquímica de la contaminación urbana. *Ciencia* 10(1):94-101.

FERNÁNDEZ, M. A. RODRÍGUEZ, A. NAZILA, H. MORA, A. FERNÁNDEZ y V. LORETO. 1998. Contaminación con Pb en los recuperadores del vertedero San Vicente y de la comunidad cercana. Maracay 1996-1997. **In:** VIII Jornadas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente. UC. Maracay.

IMPERATO, M., P. ADAMO, D. NAIMO, M. ARIENZO, D. STANZIONE and P. VIOLANTE. 2003. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy) *Environmental Pollution* 124(2):247-256.

MADRID L., E. and F. DÍAZ-BARRIENTOS. 2002. Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville Chemosphere (10):1.301-1.308.

MANTA, D. S., M. ANGELOTE, A. BELLANCA, R. NERY and M. SPROVIERI. 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy The Science of The Total Environment 300(1-3):229-243.

MELLOR, A. and J. R. BEVAN. 1999. Lead in the soil and stream sediments of an urban catchment in Tyneside UK. Water, air and soil poll. 112:327-348.

MORALES, R., M. MELO, A. LLANOS y L. MELO. 1999. Determinación de la concentración de Pb en dos tipos de plantas en distintas zonas de Caracas. Acta Científica Venezolana. 50:167.

NAZILA, A., I. MEDINA, N. FERNÁNDEZ, V. LORETO y H. MORA. 1998. Contaminación ambiental por plomo y sus efectos en la población infantil del Estado Aragua. **In:** VIII Jornadas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente. Universidad Central. Maracay.

SILLANPA, M. and H. JANSON. 1992. Status of lead, cadmium, selenium and cobalt in soils and plants of thirty countries. Fao Soil Bulletin Nº 56. Rome. 358 p.

TODD A. C., J. G. WTMUR, J. M. MOLINE, J. H. GODBOLD, S. H. LEVIN and P. J. LANDRIGAN. 1996. Unraveling the chronic toxicity of lead: An essential priority for environmental health. Environ. Health Perspective. 104:141-146.

VOGEL, A. 1974. Química Analítica Cualitativa. 5ta edición Ed. Kapelusz S.A. Buenos Aires. 625 p.

XIANGDONG, LI, CHI-SUN POON and PUI SUM LIU. 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong Applied Geochemistry 16(11-12):1.361-1.368.

**EVALUACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS PARA  
EL MANEJO DEL SALTAHOJAS VERDE DE LA CAÑA  
DE AZÚCAR *Saccharosydne saccharivora* (WESTWOOD)  
(HEMIPTERA:DELPHACIDAE), EN EL VALLE SAN  
ANTONIO-UREÑA, TÁCHIRA, VENEZUELA**

**Humberto Giraldo-Vanegas\*, Álvaro Vargas\*,  
Avelino Sarmiento\*, Edith Hernández\*, Freddy Amaya\*,  
Miguel Ramírez\*\*, Freddy Ramírez\*\* y Eligio J. Contreras\*\***

**RESUMEN**

El saltahojas verde, *Saccharosydne saccharivora* Westwood, actúa como vector del síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar. No obstante, tener una gran cantidad de enemigos naturales, ha generado que algunos productores utilicen insecticidas altamente tóxicos para su control. Ante la preocupación de los cañicultores del Valle San Antonio-Ureña, se procedió a evaluar otras alternativas de control. El ensayo se realizó en la Granja Experimental CAZTA, Ureña, en parcelas de 120 m<sup>2</sup>, sembradas con el cultivar V 75-6, en soca 1. Se evaluó la efectividad de los bioplaguicidas extractos de hojas y semillas de nim (*Azadirachta indica*), los hongos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y el depredador *Chrysoperla externa*, para reducir los niveles poblacionales del saltahojas, estimada mediante evaluaciones semanales de enero a abril de 2003, utilizando una escala visual del 0 al 100% correspondiendo el último a la lámina foliar completamente cubierta por las colonias del insecto. Se utilizó un Diseño en Bloques Completamente al Azar. La eficacia de los tratamientos se evaluó a través de un Análisis de Varianza. Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una Prueba de Tukey. Después de los tratamientos se detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); así, los extractos de hojas y semillas de nim redujeron las poblaciones del insecto de 62,92% a 10,28% y de 63,75% a 8,19%, respectivamente; los entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, de 59,58% a 26,25% y de 61,25% a 20,14%; mientras que con *C. externa* y el Testigo, la reducción de la población fue de 62,08% a 41,25% y de 65,42% a 36,92%, respectivamente.

**Palabras Clave:** *Saccharosydne saccharivora*; bioplaguicidas; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; *Chrysoperla externa*; caña de azúcar; *Saccharum* spp.

---

\* Investigadores y \*\*Técnicos Asociado a la Investigación, respectivamente. INIA. CIAE Táchira. Bramón. Venezuela. E-mail: hgiraldo@inia.gob.ve - ehernandez@inia.gob.ve - avargas@inia.gob.ve - asarmiento@inia.gob.ve

RECIBIDO: agosto 27, 2006

**EVALUATION OF BIOPLAGUICIDES TO CONTROL  
SUGARCANE LEAFHOPPER *Saccharosydne saccharivora*  
(WESTWOOD) (HEMIPTERA:DELPHACIDAE)  
IN THE VALLEY OF SAN ANTONIO-UREÑA,  
TACHIRA, VENEZUELA**

**Humberto Giraldo-Vanegas\*, Álvaro Vargas\*,  
Avelino Sarmiento\*, Edith Hernández\*, Freddy Amaya\*,  
Miguel Ramírez\*\*, Freddy Ramírez\*\* y Eligio J. Contreras\*\***

**SUMMARY**

The leafhopper, *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) the existence of many natural predators, several canegrowers control this pest by using highly toxic chemical products. This situation has lead the San Antonio-Ureña Valley sugarcane growers to ask for new studies in the biological control of the insect. The research was conducted in the Tachira Sugar Mill (CAZTA) Experimental Farm at Ureña, Tachira State where 120 m<sup>2</sup> plots planted with the cultivar V 75-6 in first ratoon stage were used. The treatments evaluated were; extracts of neem (*A. indica*) seeds, extracts of neem leaves, the fungus *M. anisopliae* and *B. bassiana* and the predator *C. externa* whose effectiveness in controlling *Saccharosydne saccharivora* populations was estimated by weekly observations from January through April 2003. A completely randomized block design was used and data was analyzed by ANOVA and Tukey test. Significant differences were detected. For neem leaves and neem seeds population reduction were from 62,92% and 63,75% to 10,28% and 8,19%, respectively. For *B. bassiana* reductions were from 59,58% to 26,25% and for *M. anisopliae* from 61,25% to 20,14%. Predator *C. externa* reduced population from 62,08% to 41,25% and finally control from 65,42% to 36,92%.

**Key Word:** *Saccharosydne saccharivora*; bioplaguicidas; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; *Chrysoperla externa*; sugarcane; *Saccharum* spp.

---

\* Investigadores y \*\*Técnicos Asociado a la Investigación, respectivamente. INIA. CIAE Táchira. Bramón. Venezuela. E-mail: hgiraldo@inia.gob.ve - ehernandez@inia.gob.ve - avargas@inia.gob.ve- asarmiento@inia.gob.ve

RECIBIDO: agosto 27, 2006

## INTRODUCCIÓN

El saltahojas verde *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera: Delphacidae), es un insecto de importancia económica del agroecosistema de la caña de azúcar en los trópicos. En Venezuela ha sido registrado en los estados Sucre, Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy, Lara, Falcón, Trujillo y el Distrito Federal (Guagliumi, 1962; Early, 1986). Luego, Giraldo-Vanegas *et al.* (2003; 2004a), informan su presencia en el estado Táchira.

Las condiciones agroclimáticas de baja humedad y altas temperaturas son favorables para su desarrollo, presentándose altas poblaciones en los períodos secos (Guagliumi, 1962; Early, 1986; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; 2004a); causando daños severos en plantaciones menores a los seis meses de edad. Esta plaga puede causar un retraso en el crecimiento de las plántulas por la extracción de líquidos, llegando las plantas a presentar un cuadro de estrés; además de producir heridas en el tejido laminar al alimentarse y al ovipositar. Estas heridas, sirven de entrada a patógenos como *Dreschlera sacchari* (V. Breda de Haan; Buttler), causante de la mancha de ojo y *Colletotricum falcatum* Went, ocasionando la podredumbre roja del tallo y las nervaduras (Guagliumi, 1962; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003a y b; 2004a).

Las ninfas y los adultos producen sustancias azucaradas que excretan, cayendo sobre el haz de las hojas inferiores; sirviendo este “melao” como sustrato para la reproducción del hongo saprofita-epifita *Fumago sacchari* Speg.(=*Capnodium* spp.), el cual cubre las hojas con una costra gruesa negra compuesta por las esporas del hongo, impidiendo el intercambio gaseoso a través de las hojas, afectándose severamente la transpiración y la fotosíntesis y, por consiguiente, limita el crecimiento de las plantas y la producción de los azúcares (Guagliumi, 1962; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; 2004a y b; 2005).

El síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar se describió por primera vez en el país en 1975 en la zona de La Pastora, estado Lara y es causado por un luteo virus que es transmitido en los propágulos o esquejes para la siembra, por medio de los áfidos *Melanaphis sacchari* (Zehutner) y *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) no se ha comprobado que este virus sea transmitido mecánicamente. Igualmente, informan que en variedades susceptibles tales como PR 69-2176 se pueden observar daños severos en la lámina foliar y en las vainas,

por la obstrucción de los haces vasculares (China *et al.*, 2000; Izaguirre *et al.*, 2002). Recientemente, Arocha *et al.* (2005) registran por primera vez que *S. saccharivora* actúa como vector de un fitoplasma causante de la enfermedad del síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar.

El saltahoja verde, *S. saccharivora*, tiene gran cantidad de estos enemigos naturales en el agroecosistema de la caña de azúcar (Guagliumi, 1979; Terán, 1988; Sáenz *et al.*, 1999; Triapitsyn, 2002; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003a y b; Duran, 2004; MAG, 2005; Maes y Duverger, 2005; Maes y O'Brien, 2005); sin embargo, en la mayoría de los casos para su control, se recurre exclusivamente al control químico con insecticidas sintéticos altamente tóxicos (Faloon, 1981; Mayorga-Castillo, 1990; McComie *et al.*, 2001; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Cenicaña, 2005; MAG, 2005; Danac, 2006); causando esto problemas graves como es el incremento de las poblaciones del saltahoja verde; eliminación de entomófagos que controlan naturalmente a los artrópodos asociados al cultivo de la caña de azúcar; problemas de intoxicación y contaminación del ambiente.

Ante la preocupación de los productores de caña de azúcar del Valle San Antonio-Ureña (Táchira, Venezuela), por las altas poblaciones del insecto que se presenta todos los años, decidieron financiar el presente trabajo de investigación, el cual consistió en evaluar alternativas biorracionales de control con la finalidad de encontrar un manejo agroecológico para el saltahoja verde de la caña de azúcar *S. saccharivora*; probándose cinco bioplaguicidas (extractos de semillas y hojas de nim, los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* y el entomófago *Chrysoperla externa*).

Los bioplaguicidas son agentes biológicos, sustancias activas o mezclas de sustancias de origen químico o biológico utilizados para disminuir, prevenir, combatir, controlar, regular, o repeler la acción de organismos que son plagas en cultivos de importancia agrícola (Duran, 2004).

Los productos naturales extraídos de ciertas plantas, como el nim (*Azadirachta indica* A. Juss), tienen como ventaja ser biodegradables y no producir desequilibrio en los ecosistemas, al ser de origen vegetal. Estos bioinsecticidas provocan un impacto mínimo sobre la fauna benéfica; son efectivos contra las plagas agrícolas y no tienen restricciones toxicológicas (Ma *et al.*, 2000; Sutherland *et al.*, 2002).

Forster y Moser (2000) registran más de 400 especies de insectos que pueden ser controladas con bioplaguicidas basados en nim. Igualmente, este insecticida vegetal actúa como nematocida, fungicida, molusquicida, acaricida, bactericida y se conocen casos como viricida (Rembold, 1995).

Los extractos de nim actúan en los insectos como fagodisuasivo antialimentario, inhibidor de crecimiento, disminuye la fecundidad y la oviposición, disminuye los niveles de proteínas y aminoácidos en la hemolinfa e interfiere la síntesis de la quitina. Estas características hacen que las sustancias obtenidas del nim no funcionen como tóxicas sino que intervienen en los procesos químicos y fisiológicos de los insectos. Se ha demostrado que insecticidas a base de nim, ayudan a disminuir la resistencia de algunos insectos; pues el nim reduce los niveles de enzimas de detoxificación, haciendo a los insecticidas más eficaces (Lowery y Smirle, 2000). También se ha demostrado el efecto sinergista del nim combinado con *Bacillus thuringiensis* (Say), pues se rompe la resistencia de *Leptinotarsa decemlineata* al Bt (Trisyono y Whalón, 2000).

El nim contiene miles de componentes químicos, de los cuales hay más de 100 limonoides (terpenoides), compuestos por C, H y O; lo cual los hace muy solubles en agua y otros compuestos orgánicos, facilitando esto su extracción. La extracción se puede realizar con solventes orgánicos (alcoholes, ketones, éteres), por destilación a vapor y por extractos crudos con agua. El terpenoide más importante es la azadirachtina, de la que existen varios tipos que varían desde la azadirachtina A a la azadirachtina K. La azadirachtina, es un limonoide complejo que presenta nueve isómeros, y fue aislado de semillas de nim en 1968 por Butterworth y Morgan. Además, de la azadirachtina, en las semillas, existen otros compuestos importantes como la azadirona, geduninina, nimbina, nimbolina y salanina; mientras que en las hojas frescas de nim se encuentran la amorastaitina, vilasinina, nimbina y salanina (Saxena, 1996).

La compleja molécula de azadirachtina, es el principio activo más importante del nim, no puede ser sintetizada artificialmente; en los laboratorios y las pruebas de campo se han demostrado que es demasiado compleja para que las plagas desarrollen resistencia. Esta condición ha evitado su síntesis, lo cual es un obstáculo para su uso más generalizado como pesticida. La azadirachtina, interfiere en el sistema hormonal, en las glándulas anexas al cerebro, la corpora cardiaca y la corpora allata, donde se produce la neurohormona PTTH, que regula la biosíntesis de

las hormonas de la metamorfosis, la gonadotropiecdysona y la hormona juvenil. La azadirachtina, inhibe la biosíntesis de PTTH y como consecuencia no hay biosíntesis de estas hormonas, lo que imposibilita los pasos de la muda e inhibe la maduración de los huevos (Morgue (Luntz) y Nisbet, 2000).

Los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, se presentan naturalmente dentro del agroecosistema de la caña de azúcar realizando un control natural en muchos insectos asociados al cultivo (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003a y b). Desde hace algunos años estos entomopatógenos son una herramienta importante en el Manejo Integrado de Plagas de varios insectos como *Diatraea* spp., *Aeneolamia* spp., *Metamasius* spp., *Elasmopalpus lignosellus* Zeller, *Catantopha lineator* (Drury) y *Perkinsiella saccharicida* (Kirkaldy). Usándose con más éxito en el MIP de la candelilla y el taladrador de la caña de azúcar, principalmente (Salazar, 1994; Estrada *et al.*, 1997).

*Chrysoperla externa* se encuentra desde el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica, las Antillas, hasta Suramérica. Es un depredador comúnmente usado, comercialmente disponible en varios países y tiene un gran potencial como un agente exitoso de control biológico contra insectos plaga de los cultivos agrícolas de campo, de invernadero, ornamentales y bosques. Una larva, durante todo su desarrollo larval, puede consumir un total aproximado de 300 áfidos pero el 80% es consumido por la larva del 3<sup>er</sup> instar. En el caso de huevecillos de *Sitotroga cerealella*, puede consumir 8 000 de ellos, así mismo, puede alimentarse en cada caso, de 250 ninfas de chicharrita de la vid, 370 huevecillos del barrenador europeo del maíz, 510 pupas de mosquita blanca, 640 huevecillos o 2 050 larvas recién nacidas de gusano cortador negro, 3 780 escamas de la familia Coccidae, 6 500 huevecillos de escamas del pino, 11 200 arañas rojas (Tauber *et al.*, 2000; Figueira *et al.*, 2002).

Zambrano y Reyes (2004), encontraron que *C. externa* fue detectada en todos los cultivos agrícolas del estado Falcón, ubicados desde los 13 m.s.n.m., hasta los 1 040 m.s.n.m., Cardoso y Lazzari (2003), determinaron que las larvas son activas a temperaturas de 12 a 35 °C y la temperatura óptima para su mayor actividad es de 19 a 32 °C. Todas estas condiciones, sumadas a que las larvas se caracterizan por una alta capacidad de búsqueda, intensa actividad, movimientos rápidos y por ser muy agresivas, depredando diferentes especies de insectos, convierten a *C. externa* en un enemigo natural excelente para ser incluido en Programas de Manejo Integrado de Plagas, en muchos agroecosistemas.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar alternativas biorracionales de control con la finalidad de encontrar un manejo agroecológico para el saltahojas verde de la caña de azúcar *S. saccharivora*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Granja Experimental del Central Azucarero del Táchira, en Ureña, estado Táchira, localizada a 314 m.s.n.m. La variedad utilizada fue la V 75-6, siendo uno de los cultivares más susceptibles a los ataques del saltahojas verde de la caña de azúcar (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003).

El diseño experimental consistió en 6 tratamientos (nim semillas, nim hojas, *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *C. externa* y Testigo), 4 bloques al azar. Las parcelas consistían de 8 hileras a 1,5 m, de 10 m de largo; teniendo cada parcela 120 m<sup>2</sup>. Los tratamientos eran realizados en los 6 hilos centrales de cada parcela, dejando los 2 hilos externos sin tratar. Para las evaluaciones semanales del saltahojas verde de la caña de azúcar, se tomaron completamente al azar 6 tallos, en los 2 hilos centrales de cada parcela. En cada tallo se estudiaron 3 hojas; la hoja TVD (la primera con labio visible) y las 2 hojas inferiores a ella, las cuales eran evaluadas utilizando porcentajes de área infestada en el envés de las hojas, por las colonias formadas por ninfas y adultos del saltahojas verde.

Los muestreos se realizaron en la hoja TVD y las 2 inferiores a ella, debido a que las hojas más jóvenes que la TVD aún se encuentran muy erectas, y no son las preferidas por el insecto para establecer sus colonias. La hoja TVD y las 2 hojas inferiores eran examinadas con mucho cuidado para evitar que los adultos y las ninfas presentes saltaran, realizando la apreciación como porcentaje del tamaño de la colonia en el envés de la hoja, según la metodología propuesta por Giraldo-Vanegas *et al.* (2005). Se utilizaron los siguientes porcentajes:

---

Porcentaje	Apreciación (área afectada)
0	Hoja limpia, sin colonia
10	Hoja con colonia entre 1-10% de área afectada
30	Hoja con colonia entre 11-30% de área afectada
60	Hoja con colonia entre 31-60% de área afectada
90	Hoja con colonia entre 61-100% de área afectada

---

Se realizaron 9 evaluaciones, en la primera evaluación (24/02/03), las plantas en soca 1 tenían 13 semanas de edad. La 9<sup>na</sup> y última evaluación se realizó el día 21 de abril de 2003; ya que el cultivo estaba completamente cerrado, teniendo para esta fecha 23 semanas de edad.

### **Preparación artesanal de los extractos de nim**

Hojas de nim, cosechadas el día anterior a la preparación de los extractos acuosos y semillas maduras de nim cosechadas con una semana de anticipación eran despulpadas, lavadas y secadas al sol. La dosis de hojas de nim se formuló, triturando 50 gramos de hojas verdes/litro de agua (5% P/V; 0 kilos de hojas ha<sup>-1</sup>) y la dosis de semillas de nim fue formulada triturando 40 g de semillas litro<sup>-1</sup> de agua (4% P/V; 8 kilos de semillas ha<sup>-1</sup>). Los extractos acuosos de nim fueron preparados por trituración de las hojas y semillas, con la ayuda de un molino casero; dejándose reposar la mezcla por 24 h en un recipiente plástico, filtrando al momento de la aplicación.

### **Aislamiento de los entomopatógenos nativos**

Los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, fueron aislados de ninfas y adultos del saltahojas verde enfermos, colectados sobre plantas de caña de azúcar cultivadas en la Estación Experimental del Central Azucarero del Táchira (CAZTA). Los hongos se multiplicaron sobre ninfas y adultos sanos del insecto, resultando altamente patogénicos ambos a nivel de laboratorio. Luego fueron sembrados en medios puros (PDA). Su aplicación se hizo a concentraciones de 10<sup>11</sup> esporas ml<sup>-1</sup>.

### **Obtención y liberación de *Chrysoperla externa***

Las larvas de *C. externa* fueron suministradas por los Laboratorios Servicio Biológico C. A. Se liberaron 10 000 larvas/ha, en tres oportunidades. Las mismas fueron colocadas en cascarilla de arroz, para evitar que las larvas fueran maltratadas durante el manejo y liberación en el campo. Las larvas fueron distribuidas al azar dentro de cada parcela, colocando cascarilla de arroz con larvas de crisopas en las axilas de las hojas TVD. Se realizaron tres liberaciones semanales, en horas de la tarde.

Para mejorar la calidad del agua a utilizar en la preparación de los bioplaguicidas (entomopatógenos y extractos de nim), se uso un agente humectante, surfactante y buferizante con indicador de pH (ácido inor-

gánico-ortofosfórico), agregando lentamente al agua hasta que adquiriera un color púrpura, indicador que el pH óptimo había sido alcanzado.

Las aplicaciones de extractos de hojas y semillas de nim, de *M. anisopliae*, de *B. bassiana* y las liberaciones de *C. externa*, fueron realizadas en horas de la tarde. Todo con la finalidad de evitar la fotodegradación de la azadirachtina y de los entomopatógenos aplicados, y proteger a las ninfas de chrisopas liberadas. Se realizaron tres aplicaciones, la primera el día 11 de marzo, la segunda el día 18 de marzo y la tercera el día 25 de marzo.

El diseño experimental utilizado consistió en un Diseño en Bloques Completamente al Azar. La eficacia de los tratamientos se evaluó a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA). Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de Diferencias Verdaderamente Significativas de Tukey (INFOSTAT, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la primera evaluación, el día 24 de febrero de 2003 hasta la 3<sup>era</sup> evaluación el día 10 de marzo de 2003; no se detectaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en los niveles poblacionales del saltahoja verde (Cuadro 1, 2 y 3). En la 1<sup>era</sup> evaluación (24/02/03), los promedios estuvieron entre 60,14% y 66,67%. En la 2<sup>da</sup> evaluación (03/03/03), los promedios estuvieron entre 58,33% y 65,00%; mientras que en la 3<sup>era</sup> evaluación (10/03/03), los promedios estuvieron entre 59,58% y 65,42%. Esto permitió inferir que los niveles poblacionales del saltahoja verde se habían estabilizado y era el momento adecuado para iniciar los tratamientos. Es de hacer notar que los niveles poblacionales crecieron libremente, pues no se realizó ningún tratamiento hasta después de la 3<sup>ra</sup> evaluación.

El día 11 de marzo se realizaron los primeros tratamientos, manifestándose el efecto de estos a partir de la 4<sup>ta</sup> evaluación (Cuadro 4). Así, para esta evaluación se detectaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), entre los 6 tratamientos, formándose 5 grupos; un 1<sup>er</sup> grupo con el tratamiento de nim semillas con 41,67%; un 2<sup>do</sup> grupo con el tratamiento de nim hojas con 48,33%; un 3<sup>er</sup> grupo con el tratamiento *M. anisopliae* con 56,25%; un 4<sup>to</sup> grupo formado por los tratamientos *B. bassiana* y *C. externa*, con 58,33% y 61,67%, respectivamente, y un 5<sup>to</sup> grupo con el Testigo con 65,00% (Cuadro 4).

**CUADRO 1.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 1<sup>ra</sup> evaluación (24/02/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	60,14 <b>a</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	60,83 <b>a</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	62,50 <b>a</b>
Testigo	72	64,17 <b>a</b>
nim hojas	72	64,17 <b>a</b>
nim semillas	72	66,67 <b>a</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ )

**CUADRO 2.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 2<sup>da</sup> evaluación (03/03/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	58,33 <b>a</b>
nim hojas	72	59,58 <b>a</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	60,14 <b>a</b>
Testigo	72	60,42 <b>a</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	62,08 <b>a</b>
nim semillas	72	65,00 <b>a</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ )

**CUADRO 3.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 3<sup>era</sup> evaluación (10/03/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
<i>Beauveria bassiana</i>	72	59,58 a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	61,25 a
<i>Chrysoperla externa</i>	72	62,08 a
nim hojas	72	62,92 a
nim semillas	72	63,75 a
Testigo	72	65,42 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ )

**CUADRO 4.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes (6 días después del 1<sup>er</sup> tratamiento en la 4<sup>ta</sup> evaluación (17/03/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	41,67 a
nim hojas	72	48,33 ab
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	56,25 bc
<i>Beauveria bassiana</i>	72	58,33 cd
<i>Chrysoperla externa</i>	72	61,67 cd
Testigo	72	65,00 d

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ )

Se pudo observar que los tratamientos basados en extractos de nim tenían un efecto inmediato al bajar las poblaciones del saltahoja verde; el extracto de semillas reduce la población de 63,75% en la 3<sup>ra</sup> evaluación a 41,67% en la 4<sup>ta</sup> evaluación; mientras que el extracto de hojas de nim bajo las poblaciones de 62,92% en la 3<sup>ra</sup> evaluación a 48,33% en la 4<sup>ta</sup> evaluación, 6 días después de la 1<sup>ra</sup> aplicación (11/03/03).

Este efecto inmediato de los extractos de semillas de nim se puede deber al alto contenido de azadirachtina la cual actúa como relente y fagodi-suasivo (antialimentario), como lo registran varios autores trabajando con otros insectos (Trumm y Dorn, 2000; Viana y Prates, 2003). En los demás tratamientos no se observaron variaciones significativas en los niveles poblacionales del saltahoja verde; así, el tratamiento de *M. anisopliae* de 61,25% bajo a 56,25%; *B. bassiana* de 59,58% a 58,33%; *C. externa* de 62,08% a 61,67% y el Testigo de 65,42% a 65,00%.

En la 5<sup>ta</sup> evaluación (24/03/03), a 6 días de la 2<sup>da</sup> aplicación de los tratamientos (18/03/03), se formaron 6 grupos con diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). El 1<sup>er</sup> grupo formado por nim semillas con 32,78%; un 2<sup>do</sup> grupo con nim hojas con 42,08%; un 3<sup>er</sup> grupo con *M. anisopliae* con 50,42%; un 4<sup>to</sup> grupo con *B. bassiana* con 52,50%; un 5<sup>to</sup> grupo con *C. externa* con 59,58% y un 6<sup>to</sup> grupo con el Testigo con 62,64% (Cuadro 5). Comparando los Cuadros 4 y 5; se puede observar que el tratamiento con semillas de nim continúa bajando los niveles poblacionales del insecto, de 41,67% a 32,78%; el tratamiento de hojas de nim reduce la población de 48,33% a 42,08%; *M. anisopliae* de 56,25% a 50,42%; *B. bassiana* de 58,33% a 52,50% y sin mayores variaciones *C. externa* de 61,67% a 59,58% y el Testigo de 65,00% a 62,64%.

En la 6<sup>ta</sup> evaluación (31/03/03), a 6 días de la 3<sup>era</sup> y última aplicación de los tratamientos (25/03/03), se formaron 5 grupos con diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). Un 1<sup>er</sup> grupo formado por los tratamientos con semillas y hojas de nim, con 17,22% y 21,53%, respectivamente, continuando estos 2 tratamientos sin diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) hasta la 9<sup>na</sup> y última evaluación (Cuadros 6, 7, 8 y 9). Un 2<sup>do</sup> grupo con el tratamiento a base de *M. anisopliae* con 40,56%; un 3<sup>er</sup> grupo con *B. bassiana* con 50,28%; un 4<sup>to</sup> grupo con *C. externa* con 55,69% y el 5<sup>to</sup> grupo con el Testigo con 61,25%.

Después de la 3<sup>ra</sup> aplicación de los tratamientos, se puede observar que los tratamientos de extractos de semillas y hojas de nim son los

más eficientes para controlar las poblaciones del saltahojas verde (Cuadro 6). En la 3<sup>ra</sup> evaluación (10/03/03), un día antes de la aplicación del 1<sup>er</sup> tratamiento (11/03/03), los niveles poblacionales eran 63,75% para semillas de nim y 62,92% para hojas de nim; después de realizados los 3 tratamientos, los niveles poblacionales se redujeron a 17,22% y 21,53%, respectivamente (Cuadros 3 y 6).

**CUADRO 5.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes (6 días después del 2<sup>do</sup> tratamiento), en la 5<sup>ta</sup> evaluación (24/03/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	32,78 <b>a</b>
nim hojas	72	42,08 <b>b</b>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	50,42 <b>bc</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	52,50 <b>cd</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	59,58 <b>de</b>
Testigo	72	62,64 <b>e</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ )

Esto se debe principalmente al efecto de los compuestos de los extractos de hojas y semillas de nim, que además de causar efectos de repelencia y antialimentarios, puede haber tenido un efecto negativo en el desarrollo de los insectos, manifestándose como una reducción de los niveles poblacionales del saltahojas verde, en las parcelas tratadas con estos bioinsecticidas.

En el Cuadro 7, se observa la formación de 4 grupos con diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). Un 1<sup>er</sup> grupo integrado por los tratamientos de nim semillas y nim hojas con 12,22% y 17,64%, respectivamente; un 2<sup>do</sup> grupo con *M. anisopliae* con 33,33%; un 4<sup>to</sup> grupo con *B. bassiana* con 45,14% y un 5<sup>to</sup> grupo formado con los tratamientos *C. externa* y el Testigo con 53,33% y 57,22%, manteniéndose ambos tratamientos sin diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) hasta la 9<sup>na</sup> y última evaluación. Posiblemente, los tratamientos de extractos de hojas y semillas de nim,

afectaron la sobrevivencia de las larvas de crisopas liberadas, debido a que estos depredadores no realizaron el control esperado; además, no se logró observar la presencia de las larvas de crisopas en el campo.

**CUADRO 6.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes (6 días después del 3<sup>er</sup> tratamiento), en la 6<sup>ta</sup> evaluación (31/03703), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	17,22 <b>a</b>
nim hojas	72	21,53 <b>a</b>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	40,56 <b>b</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	50,28 <b>c</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	55,69 <b>cd</b>
Testigo	72	61,25 <b>d</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

**CUADRO 7.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 7<sup>ma</sup> evaluación (07/04/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	12,22 <b>a</b>
nim hojas	72	17,64 <b>a</b>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	33,33 <b>b</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	45,14 <b>c</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	53,33 <b>d</b>
Testigo	72	57,22 <b>d</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

**CUADRO 8.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 8<sup>va</sup> evaluación (14/04/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	9,86 <b>a</b>
nim hojas	72	14,58 <b>a</b>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	27,64 <b>b</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	35,97 <b>c</b>
Testigo	72	52,08 <b>d</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	46,67 <b>d</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

**CUADRO 9.** Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde en cada tratamiento, expresado en porcentajes, en la 9<sup>na</sup> evaluación (21/04/03), en la Granja Experimental de CAZTA.

Tratamiento	n	Nivel Poblacional (%)
nim semillas	72	8,19 <b>a</b>
nim hojas	72	10,28 <b>a</b>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	72	20,14 <b>b</b>
<i>Beauveria bassiana</i>	72	26,25 <b>b</b>
Testigo	72	36,92 <b>c</b>
<i>Chrysoperla externa</i>	72	41,25 <b>c</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

La aplicación de los tratamientos de extractos de hojas y semillas de nim, el mismo día de la liberación de las larvas de las crisopas, pudo haber afectado su establecimiento en el cultivo. Viñuela *et al.* (2000); Medina *et al.* (2002); Ahmad *et al.* (2003); encontraron efectos negativos sobre el desarrollo de estados inmaduros de *Chrysopa carnea*; a nivel de laboratorio y cuando los campos eran asperjados con insecticidas a base de nim.

Esto indica que los tratamientos con insecticidas basados en extractos de nim deben realizarse, al menos 2 ó 3 días antes, o después de realizar las liberaciones de especies de crisopas y otros enemigos naturales que sean incluidos en programas de Manejo Integrado de Plagas. Ermel *et al.* (1987), determinaron la destrucción fotoquímica de la azadiractina, en un 65% por los rayos ultravioleta, después de las 14 horas de exposición. Después de 7 días de exposición a las radiaciones ultravioleta, la azadiractina, se degrada en un 100%.

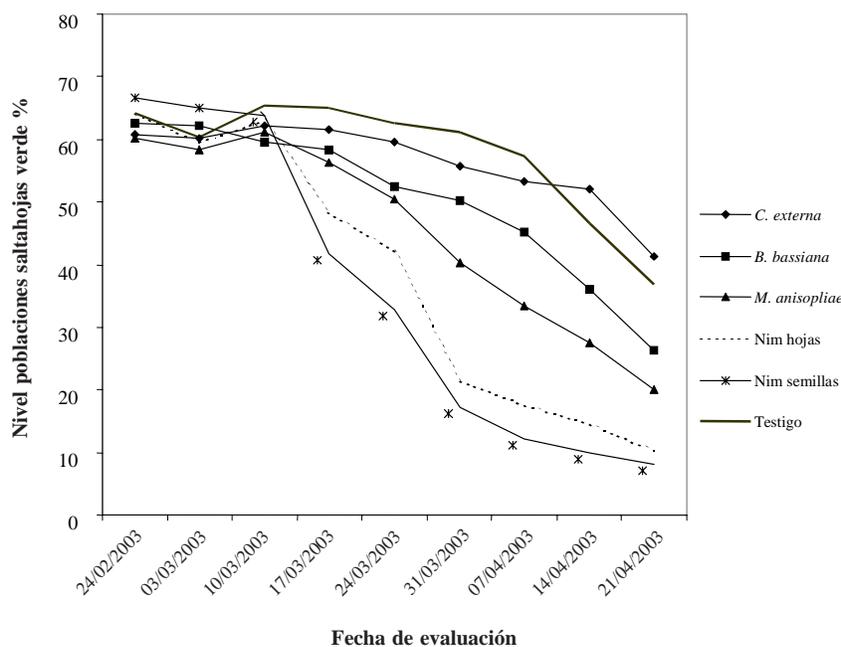
La 8<sup>va</sup> evaluación se realizó el 14 de abril de 2003, detectándose 4 grupos con diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). El 1<sup>er</sup> grupo continúa con los tratamientos nim semillas y nim hojas con 9,86% y 14,58%, respectivamente; un 2<sup>do</sup> grupo con *M. anisopliae* con 27,64%; un 3<sup>er</sup> grupo con *B. bassiana* con 35,97% y el 4<sup>to</sup> grupo con el Testigo y *C. externa* con 46,57% y 52,08%, respectivamente (Cuadro 8).

En el Cuadro 9, se presentan los promedios de los niveles poblacionales del saltahojas verde de la caña de azúcar, en la 9<sup>ma</sup> evaluación realizada el 21 de marzo de 2003, en la Granja Experimental de CAZTA. Se formaron 3 grupos con diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). El 1<sup>er</sup> grupo formado por los tratamientos de nim semillas y nim hojas con 8,19% y 10,28%, respectivamente; el 2<sup>do</sup> grupo integrado por *M. anisopliae* y *B. bassiana* con 20,14% y 26,25%, respectivamente y el 3<sup>er</sup> grupo constituido por el Testigo y *C. externa* con 36,92% y 41,25%. Esto demuestra el efectivo control de los extractos de hojas y semillas de nim.

Los niveles poblacionales del saltahojas verde, antes de la 1<sup>ra</sup> aplicación de los extractos (10/03/03), era de 62,92% para hojas de nim y de 63,75% para semillas de nim. Después de realizados los 3 tratamientos, y en la última evaluación (21/04/03); los niveles poblacionales bajaron a 8,19% en el tratamiento de semillas y a 10,28% en el tratamiento de hojas de nim. Para esta evaluación, las plantas tenían 23 semanas de edad. La

10<sup>ma</sup> evaluación no se pudo realizar, pues la plantación ya tenía 6 meses de edad y el cultivo había cerrado completamente y las colonias habían desaparecido por las nuevas condiciones del microclima dentro de la plantación y al régimen pluviométrico.

En la Figura puede observarse fácilmente la efectividad de los diferentes tratamientos. Los tratamientos basados en hojas y semillas de nim, fueron los más efectivos para reducir las poblaciones del saltahoja verde de la caña de azúcar, los entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, tuvieron un control intermedio; mientras que el entomófago *C. externa*, no manifestó ser eficiente para controlar las poblaciones del saltahoja verde, siendo igual al Testigo; posiblemente debido a la aplicación de los extractos acuosos de hojas y semillas de nim el mismo día de la liberación de las larvas de *C. externa*.



**FIGURA.** Niveles poblacionales del saltahoja verde, en cada fecha de muestreo para cada tratamiento.

## CONCLUSIONES

- El uso de bioplaguicidas en el agroecosistema de la caña de azúcar es viable, pudiendo ser incluidos en los Programas de Manejo Integrado de muchos artrópodos asociados al cultivo.
- El bioplaguicida basados en extractos acuosos de semillas de nim fue el más efectivo para reducir los niveles poblacionales del saltahoja verde de la caña de azúcar, en el Valle San Antonio-Ureña, Táchira.
- El efecto inmediato de los extractos de semillas de nim se puede deber al alto contenido de azadirachtina la cual actúa como relente y fagodisuasivo (antialimentario), como lo registran varios autores trabajando con otros insectos.
- Después de la 3<sup>ra</sup> aplicación de los tratamientos, se puede observar que los tratamientos de extractos de semillas y hojas de nim son los más eficientes para controlar las poblaciones del saltahoja verde de la caña de azúcar.
- Los extractos de hojas y semillas de nim, afectaron la sobrevivencia de las larvas de crisopas liberadas, debido a que estos depredadores no realizaron el control esperado; además, no se logró observar la presencia de las larvas de crisopas en el campo.
- La aplicación de los tratamientos de extractos de hojas y semillas de nim, el mismo día de la liberación de las larvas de las crisopas, se vio afectado su establecimiento en el cultivo.
- Esto indica que estos tratamientos deben realizarse, al menos 2 o 3 días antes o después de realizar las liberaciones de especies de crisopas y otros enemigos naturales que sean incluidos en programas de Manejo Integrado de Plagas.
- Se determinó que los tratamientos más eficientes para controlar las poblaciones del saltahoja verde de la caña de azúcar fueron los extractos de hojas y semillas de nim; pues redujeron las poblaciones de 62,92% a 10,28% y de 63,75% a 8,19%, respectivamente.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las Asociaciones de cultivadores de caña de azúcar del Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira (ASOCATA y SOCAOCCIDENTE), por el financiamiento del presente trabajo de investigación. De la misma manera, al Central Azucarero de Táchira (CAZTA), por el apoyo mediante el Convenio INIA-CAZTA.

## BIBLIOGRAFÍA

AHMAD, M., H. R. OBIEWATSCH and T. BASEDOW. 2003. Effects of neem-treated aphids as food/hosts on their predators and parasitoids. *Journal of Applied Entomology* 127(8):458-464.

AROCHA, Y., M. LÓPEZ, M. FERNÁNDEZ, B. PIÑOL, D. DORTA, E. L. PERALTA, R. ALMEIDA, O. CARVAJAL, S. PICORNELL, M. R. WILSON and P. JONES. 2005. Transmisión of sugarcane yellow leaf phytoplasma by the delphacid planthopper *Saccharosydne saccharivora*, a new vector sugarcane yellow leaf síndrome. *Plant Pathology* 54:634-642.

BUTTERWORTH, H. H. and E. D. MORGAN. 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*:23-24.

CARDOSO, J. T. and M. N. LAZZARI. 2003. Development and consumption capacity of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) fed with *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) under three temperatures. *Rev. Bras. Zool.* 20(4):573-576.

CENICAÑA. 2005. Saltahojas Antillano. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. [www.cenicana.org.co](http://www.cenicana.org.co).

CHINEA M., A., H. A. NASS, C. DABOIN y M. D. DIEZ. 2000. Enfermedades y Daños de la Caña de Azúcar en Latinoamérica. INIA-INICA-FUNDAZUCAR-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. 107 p.

DANAC. 2006. Índice Agropecuario. Plagas: Saltahojas Verde de la Caña *Saccharosydne saccharivora*. [www.danac.org.ve](http://www.danac.org.ve).

DURAN M., J. 2004. Guía de Ingredientes Activos de Bioplaguicidas. Serie Técnica. Manual Técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 92 p.

EARLY, M. 1986. Report on an exploratory trip to Costa Rica, Panama, Venezuela and Brazil. February 10-April 22, 1986. Hawaii Dept. Agr. unpubl. report. 21 p.

ERMEL, K., E. PAHLICH and H. SCHMUTTERER. 1987. Azadirachtin content of neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity, and light. **In:** H. Schmutterer y K.R.S. Ascher (eds.). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceedings of the Third International Neem Conference. Nairobi, Kenya, GTZ, Eschborn. p.p. 171-184.

ESTRADA, M. E., M. ROMERO and M. SNOWBALL. 1997. Aplicación de *Beauveria bassiana* en la lucha biológica contra *Diatraea saccharalis*. Caña de Azúcar 15(1):39-46.

FALOON, T. 1981. West indian canefly *Saccharosydne saccharivora* Westwood (Homoptera:Delphacidae): Biology and recent investigations in chemical control in Jamaica. **In:** Memorias Segundo Seminario Interamericano de la caña de azúcar: Plagas de Insectos y Roedores. Miami. p. 254-259.

FIGUEIRA, L. K., F. M. LARA et I. CRUZ. 2002. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). Neotropical Entomology, Londrina. 31(1):133-139.

FORSTER, P. and G. MOSER. 2000. Status Report on Global Neem Usage. 2º ed rev. Universum Verlagsanstalt, Wiesbaden, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Division 45 Rural Development, Eschborn, Germany. 122 p.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P. y J. O. LINDARTE. 2003a. El saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), en el estado Táchira. Resúmenes. **In:** XVIII Congreso Venezolano de Entomología. Maracay, julio 2003. p. 115.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P., A. SARMIENTO, E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA y J. O. LINDARTE. 2003b. Estrategias de control para el Manejo Integrado del saltahoja verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en el Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira. Resúmenes. **In:** V Congreso Azucarero Nacional. Carora, noviembre 2003. p. 66.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P. y J. O. LINDARTE. 2004a. El saltahoja verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), en el estado Táchira. Revista INIA-Divulga N°3:25-27

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P., E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA, M. RAMÍREZ, F. RAMÍREZ y V. GALEANO. 2004b. Influencia del paisaje agroecológico en la presencia de artrópodos-plagas, en el cultivo de la caña de azúcar, en el estado Táchira. Resúmenes. **In:** Jornadas Internas INIA-Táchira. Bramón.

GIRALDO-VANEGAS, H., H. NASS, E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA, A. VARGAS P., M. RAMÍREZ, F. RAMÍREZ, M. RAMON y J. O. LINDARTE. 2005. Incidencia del saltahoja verde de la caña de azúcar en el Valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela. *Agronomía Trop.* 55(4): 553-567.

GUAGLIUMI, P. 1962. Las Plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. Monografía N° 2. Tomo I. 482 p.

INFOSTAT 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

IZAGUIRRE, M. O., O. CARBALLO, C. ALCESTE, M. ROMANO y H. NASS. 2002. Physiological performance of asymptomatic and yellow leaf syndrome affected sugarcane in Venezuela. *Journal of Phytopathology* 150:13-19.

LOWERY, D. T. and M. J. SMIRLE. 2000. Toxicity of insecticides to obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*, larvae and adults exposed previously to neem seed oil. *Entomol. Exp. Appl.* 95:201-207.

MA, D. L., G. GORDH and M. P. ZALUCKI. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera:Noctuidae) and predators in cotton field. *International J. Pest Management* 46:237-240

MAES, J. M. and C. DUVERGER. 2005. Familia Coccinellidae. [www.insectariumvirtual.com/fauna/entomologica/nicaragua/coleoptera/coccinellidae.htm](http://www.insectariumvirtual.com/fauna/entomologica/nicaragua/coleoptera/coccinellidae.htm)

MAES, J. M. y L. O'BRIEN. 2005. Familia Delphacidae. [www.Bio-nica.org/ento/homop/delphacidae](http://www.Bio-nica.org/ento/homop/delphacidae)

MAYORGA-CASTILLO, R. 1990. Combate de *Saccharosydne saccharivora* Westwood 1833 (Hom.:Delphacidae), en caña de azúcar, con insecticidas sistémicos granulados. Tesis Ingeniería Agronómica. costa Rica. Universidad de Costa Rica. 58 p.

McCOMIE, L. D., C. KELLY, C. HENRY and T. LEWIS. 2001. Evaluation of Management practices against the west indian canefly *Saccharivora*, in Kitts. 12 p. [www.wistonline.org/papers/proceedings/220\\_mccomie.pdf](http://www.wistonline.org/papers/proceedings/220_mccomie.pdf)

MEDINA, P., F. BUDIA, H. VOGT, P. DEL ESTAL y E. VIÑUELA. 2002. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas, en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopiidae). *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* 28(3):375-384.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (Costa Rica). 2005. Plagas de la Caña de Azúcar: Insectos dañinos y su control. [www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-caña.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-caña.pdf)

MORGUE (LUNTZ), A. J. and A. J. NISBET. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *An. Soc. Entomol. Bras.* 29(4):615-632.

REMBOLD, H. 1995. Effect on viruses and organisms. Growth and metamorphosis. **In:** H. Schmutterer (ed.) *The Neem Tree*. Weinheim, VHC. 696 p.

SÁENZ, C., D. ALFARO, J. D. SALAZAR, A. RODRÍGUEZ y R. OVIEDO. 1999. Evolución histórica del manejo de plagas, en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. **In:** XI Congreso Nacional Agronómico y V Congreso Nacional de Entomología (Costa Rica). Conferencia 62:147-153.

SALAZAR, J. A. 1994. Protección del ambiente mediante el uso del control biológico como parte del MIP, en caña de azúcar, en Venezuela. *Revista Caña de Azúcar* 12(1):45-58.

SAXENA, R. C. 1989. Insecticides from neem. **In:** J. T. Arnason; B. J. R. Philogene and P. Morand (ed.) *Insecticides of plant origin*. Washintong: American Chemical Society. 213 p.

SUTHERLAND, J. P., V. BAHARALLY and D. PERMAUL. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera:Pentatomidae) in Guyana. *Entomotropica* 17:97-101

TAUBER, M. J., C. A. TAUBER, M. DAANE and K. S. HAGEN. 2000. Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewings (Neuroptera:Chrysopiidae:Chrysoperla). *American Entomologist* 46(1):26-36.

TERAN B., J. 1980. Lista preliminar de Hymenoptera parasitos de otros insectos en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* XI(1-4):283-398.

TRIAPITSYN, S. V. 2002. Descriptive notes on a new and other little known species of *Anagrus* Haliday, 1833 (Hymenoptera: Mymaridae) from the New World tropics and subtropics. *Entomotropica* 17(3):213-223.

TRUMM, P. and A. DORN. 2000. Effects of azadirachtin on the regulation of midgut peristalsis by the stomatogastric nervous system in *Locusta migratoria*. *Phytoparasitica* 28:7-26.

TRYSYONO, A. and M. E. WHALÓN. 2000. Toxicity of neem applied alone and in combination with *Bacillus thuringiensis* to Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 92:1 281-1 288.

VIANA, P. A. et H. T. PRATES. 2003. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extracto aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. *Bragantia* 62(1):69-74.

VIÑUELA, E., A. ADAN, G. SMAGGHE, M. GONZÁLEZ, M. P. MEDINA, F. BUDIA, H. VOGT and P. DEL ESTAL. 2000. Laboratory effects of ingestion of azadirachtin by two pest (*Ceratitidis capitata* and *Spodoptera exigua*) and three natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opius concolor* and *podisus maculiventris*). *Biocontrol Science and Technology*. Oxford, Vol 10, 165-177 p.

ZAMBRANO, B. y S. REYES. 2004. Identificación de especies de la familia Crysopidae (Neuroptera), en algunas zonas agrícolas del estado Falcón. *Croizatia* 3(1-2).

## **AGRONOMÍA TROPICAL**

**REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGRÍCOLAS VENEZUELA**

### **INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES**

**Agronomía Tropical** publica trabajos originales producto de la investigación en el área de la agronomía. Se reconocen por trabajos originales aquellos que son producto de la investigación o experimentación, que tienen como objetivo concreto desarrollar nuevos conceptos o tecnologías y adaptar las existentes a las condiciones locales.

El envío de trabajos a **Agronomía Tropical** implica que no han sido presentados para su publicación en otra revista.

Los trabajos cortos, que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, o especies nuevas, serán publicados en la revista como notas. También se aceptan reseñas de libros recientemente publicados.

#### **Manuscritos**

Se requieren un original y tres copias legibles, mecanografiadas a doble espacio en papel blanco tamaño carta (28,0 x 21,5 cm), utilizando una sola cara con márgenes de 2 cm en la parte superior y 3 cm en los demás lados. Las páginas deben ser numeradas consecutivamente. La versión final del trabajo, en la cual se han acogido las observaciones de los revisores, deberá remitirse tanto en un original mecanografiado como en un disquette transcrito en MS Word 6,0 o superiores.

La secuencia en la presentación de un trabajo es como sigue: título, autor(es), palabras clave, resumen, introducción la cual debe incluir la revisión de literatura, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones (si las hubiere), resumen (summary) y título en inglés, agradecimiento (si hubiere), bibliografía.

Los títulos de cada una de las partes del trabajo deben insertarse en el texto en letras mayúsculas y en el centro de la página.

La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo en ellos cuadros, figuras y referencias.

**Título.** Escrito en letras mayúsculas, debe ser claro y conciso, procurando no excederse de 20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos, etc., cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos.

---

**Autor(es).** Primer nombre completo, inicial del 2<sup>do</sup> y apellidos completos. Después de los nombres se usarán asteriscos para identificar al pie de página el cargo, la institución y dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o sigla entre paréntesis. Al pie de página puede identificarse, si es necesario, la institución que financió el trabajo, o si es parte de una tesis de grado.

**Resumen.** Debe tener un máximo de 250 palabras (150 para las notas), en un sólo párrafo. Específicamente debe exponer cuál es el objetivo del trabajo, cómo se realizó, los resultados cuantitativos más relevantes, por qué son relevantes, y la conclusión. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y en el summary y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, tanto en castellano como inglés, y no deben repetirse en el cuerpo del artículo.

**Palabras Clave.** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto y que faciliten la elaboración del índice de materias, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos.

**Introducción.** Debe estar formada por una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; igualmente debe incluir la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. También incluirá el objetivo del mismo. Para las referencias bibliográficas se usará el sistema de apellidos del primer autor y el año de publicación.

**Materiales y Métodos.** La presentación debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deben ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas.

**Resultados y Discusión.** Esta sección debe satisfacer los objetivos que se señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros o figuras a fin de transmitir en forma clara el significado de los resultados obtenidos. Es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura.

**Agradecimiento.** Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación.

---

**Cuadros.** Cada cuadro se presentará en hoja separada, colocada a continuación del texto donde se haga alusión a él por primera vez, y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. Los asterísticos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (\*), 0,01 (\*\*) y 0,001 (\*\*\*); los asteriscos deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo.

**Figuras.** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo (gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, mapas). Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Las figuras pueden dibujarse a mano alzada con tinta china en papel albanene, o elaboradas con un software y reproducidas en impresora láser. De ser posible, use figuras de 1/2 página (9 x 11 cm). No es deseable usar letras mayúsculas en el título el cual debe colocarse en la parte inferior de la figura.

En caso de usar fotografías, las leyendas se describirán en hoja aparte, con el respectivo número de la figura. Se requieren los negativos o diapositivas, marcadas por detrás con lápiz suave, con el número de la figura y el título del artículo.

Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato TIFF (cmyk). En cuanto a los gráficos (líneas, barras, tortas...) se recomienda utilizar Harward Graphic o Excel, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser modificada en la oficina de edición de la revista. No use innecesariamente gráficos tridimensionales.

Debe evitar el uso del color en los gráficos y demás figuras, ya que esto encarece la edición de la revista. De requerirse el uso del color en las fotografías, agrúpelas y numérelas secuencialmente.

**Bibliografía.** Sólo deben ser incluidas publicaciones que estén disponibles en las bibliotecas; las comunicaciones personales serán citadas en el texto al pie de página indicando el nombre completo y la dirección del autor de la comunicación, el año en que se produjo. Las citas bibliográficas deben ser ordenadas alfabéticamente siguiendo el siguiente esquema:

- Artículos de revistas: autor(es), colocar el apellido del primer autor y luego la inicial del nombre, para los otros autores, primero la inicial del nombre y luego el apellido (en mayúscula); año de la publicación; título del artículo; abreviatura del nombre de la revista; volumen; página inicial y final del artículo.

- 
- Libros y folletos: autor(es), año de la publicación, título, editor o traductor, número de la edición, lugar de la publicación (ciudad), casa editorial, paginación y serie.
  - Artículos en una publicación colectiva: autor(es), año de la publicación, título del artículo, preposición latina **In** subrayada o en negrita, y seguida de dos puntos (:) y luego la referencia completa del libro.
  - Tesis: autor, año, título, la palabra tesis, el grado académico en forma abreviada y en el mismo idioma en que está redactada la tesis, ciudad, país, universidad, facultad y número de páginas.

Dos o más artículos del mismo autor(es) deben ser ordenados cronológicamente, en caso de ser del mismo año debe usarse letras minúsculas a, b, c, d, etc.

**Revisión de los Manuscritos.** La revista garantiza la confidencialidad en el proceso de revisión de los trabajos por parte de especialistas reconocidos.

#### **Estilo.**

Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título (cuando se requiera así como en el resumen, summary y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.

Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilícelo seguido del símbolo®.

Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el summary y en el cuerpo del artículo.

Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.

Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.

Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.

La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop.

## Instrucciones a los Autores

---

Para más detalles de estilo y presentación obsérvese los últimos números de la revista.

Los símbolos a usar son:

<b>Símbolo/abrev,</b>	<b>reemplaza</b>	
metro,	m,	
kilómetro,	km ( $10^3\text{m}$ )	
decímetro,	dm	
centímetro,	cm ( $10^{-2}\text{m}$ )	
milímetro,	mm ( $10^{-3}\text{m}$ )	
micra	m	
micromilímetro,	mm ( $10^{-6}\text{m}$ ),	microm
nanómetro,	nm ( $10^{-9}\text{m}$ ),	Angstrom
metro cuadrado,	$\text{m}^2$	
hectárea,	ha	
metro cúbico,	$\text{m}^3$	
litro,	l	
gramo,	g	
kilogramo,	kg	
tonelada,	t	
mega gramo,	Mg,	
miligramo,	mg ( $10^{-3}\text{g}$ )	
microgramo,	$\mu\text{g}$ ( $10^{-6}\text{g}$ )	
nanogramo,	ng ( $10^{-9}\text{g}$ )	
kilogramo/hectárea,	$\text{kg ha}^{-1}$	
toneladas/hectárea,	$\text{t ha}^{-1}$	
megapascal,	M Pa,	bar
grado Celsius,	$^{\circ}\text{C}$	
grado Joule,	J,	caloría
grado Kelvin	$^{\circ}\text{K}$	
centimole por kilogramo,	$\text{c mol kg}^{-1}$ ,	meq por 100g
gramo por kilogramo,	$\text{g kg}^{-1}$	
miligramo por kilogramo,	$\text{mg kg}^{-1}$ ,	ppm
metro sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	

La revista proporcionará gratis a los autores 25 separatas de sus trabajos.

Para reproducir un material o parte de él, deberá obtenerse el permiso de la revista.

Los manuscritos deben ser enviados al Editor de **Agronomía Tropical**, INIA, Apdo. 2103, Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela, acompañados de una comunicación en la cual se señale el autor a quien deberá dirigirse la correspondencia, su dirección, teléfonos de oficina y domicilio y la firma de cada uno de los autores del trabajo.

Composición: Carmen Elena Solórzano  
Montaje: Nury Castillo  
Fotolito: Mario Pino y Nury Castillo  
Impresión: Juan Salas y Eliseo Ureña

Impreso en el Taller Gráfico del INIA  
Maracay, estado Aragua, Venezuela  
Febrero 2007

