

Revista APF

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

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

Instituciones Auspiciadoras

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

Correspondencia:

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

José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista APF

José Amado Soler 50, Ensanche Paraíso,

Santo Domingo, República Dominicana

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

Teléfono: 809-565-5603 Ext 0 (Cedaf)

Fax: 809-544-4727 Atención Sodiaf

Email: sodiaf@sodiaf.org.do • editor.revista@sodiaf.org.do

Sitio Web: www.sodiaf.org.do

Cita correcta: Revista APF. 2015. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Santo Domingo, DO. Volumen 4(2).

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

Editor en Jefe

José Richard Ortiz, Idiaf

Editor Asociado

Elpidio Aviles, Sodiaf

Consejo Asesor:

*José Pablo Morales
Universidad de Puerto Rico*

*Graciela Godoy
Idiaf*

*Modesto Reyes
UASD*

*Jesús Rosario
Sodiaf*

*Birmania Wagner
Sodiaf*

*Freddy Contreras
Idiaf*

*Elpidio Aviles
Idiaf/ Sodiaf*

Comité Editorial:

*Colmar Serra
Idiaf*

*José Choque
Idiaf*

*Máximo Halpay
Idiaf*

*Maira Castillo
UASD*

*Daniel Valerio
FAO*

*Quisqueya Pérez
Codocafe/UASD*

*Genaro Reynoso
Ministerio de Agricultura/UASD*

*Elpidio Aviles
Idiaf/Sodiaf*

Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales
Cedaf/Sodiaf*

Foto de Portada:

Buba (*Albonectria rigidiuscula* = *Fusarium decemcellulare*) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Francisco de Macoris, provincia Duarte, República Dominicana

Foto: Juan de Dios Moya Franco, investigador en cacao del Idiaf

Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaf



Revista APF - Vol 4 No 2, 2015

Contenido y Autores

Pág.

- iii Editorial**
Ing. Elpidio Aviles, MSc.
Presidente de la Junta Directiva Sodiaf 2014-2016
- 1 Comparación granulométrica y organoléptica entre las variedades de café (*Coffea arabica* L.) 'Typica', 'Caturra' y tres catimores**
Benjamín Toral
- 7 Evaluación de tres densidades de siembra de cacao y dos arquitecturas provenientes de reproducción asexual**
José González, Orlando Rodríguez, José De La Cruz y Juan Almonte
- 13 Aprovechamiento de nitrógeno mineral (¹⁵N-urea) y eficiencia del fraccionamiento del fertilizante en el cultivo de arroz**
Freddy Contreras, Bernardo Viña, Karuppan Sakadevan y Takashi Muraoka
- 17 Situación de la Buba (*Albonectria rigidiuscula*=*Fusarium decemcellulare*) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en fincas de San Francisco de Macorís, República Dominicana**
Juan Moya y Julio Borbón
- 31 Efectividad *in vitro* de 18 cepas nativas *Trichoderma* spp en el control de *Rhizoctonia solani*, patógeno de suelo en cultivos protegidos**
Socorro García, Graciela Godoy y Colmar Serra
- 43 Efectividad de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento micelial de fitopatógenos de suelo en plato Petri**
Socorro García, Juan Moya, Elpidio Avilés, Feliciano Andújar y Pedro Núñez
- 67 Fermentado de malta, pollinaza y melaza en dietas para patos pekinés en crecimiento y engorde**
José Carvajal y Esmeralda Martínez
- 73 Fermentación anaeróbica de malta y pasta de arroz sobre parámetros productivos de cerdos en crecimiento**
José Carvajal y Esmeralda Martínez
- 79 Uso de fermentado anaeróbico de excretas porcinas sobre los parámetros productivos y económico de novillas añejas**
José Carvajal

Nota Técnica

- 85 Estado actual de la resistencia de plantas a herbicidas: casos detectados en la República Dominicana**
Francisco Jiménez y Jesús Rosario
- 91 Revista APF**
Instrucciones para autores

Editorial

La economía del mundo es afectada en los últimos años por crisis y cambios dinámicos que impactan significativamente el desempeño de la agricultura, aumentando los niveles de pobreza y hambre, imprimiendo volatilidad al comportamiento de los mercados y agudizando los problemas de seguridad alimentaria según el IICA, la CEPAL y la FAO. Aunque los mercados agrícolas siempre han mostrado variabilidad en los precios, la velocidad, la magnitud y los cambios de dirección en las tasas de variación han sido más pronunciados en los últimos tres años, lo que ha generado inestabilidad. Esto se atribuye al rápido crecimiento de la demanda por productos básicos de China y otros países emergentes, en momentos donde las reservas mundiales estaban en niveles históricamente bajos. También, las serias dificultades que enfrenta el mercado de hidrocarburos, que llaman a un esfuerzo serio para el desarrollo de fuentes alternativas de energía y su ahorro y por último las condiciones en que se da la producción de alimentos, afectada por cambios en las condiciones climáticas y por la volatilidad en los precios de los insumos para producir, como los fertilizantes.

En un mundo globalizado y con mercados cada vez más integrados, la agricultura de los países debe ser competitiva, para aprovechar las oportunidades que presentan los mercados más amplios, debe contribuir a la seguridad alimentaria y generar empleos e ingresos para los productores y empresarios, para que tengan una forma de vida digna, muy en especial, los que viven en los territorios rurales. En tal sentido la Sociedad Dominicana de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Sodíaf), una sociedad sin fines de lucro, que tiene como misión estar comprometida con la formación, crecimiento, ética y condiciones de trabajo de los investigadores; que promueve la calidad y difusión y pertinencia de las investigaciones, la cooperación nacional e internacional y orienta a la sociedad dominicana sobre el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y forestal y en especial, la Junta Directiva de la SODIAF (2014-2016) se siente satisfecha al entregar este nuevo número de la revista APF volumen 4, número 2 del 2015 a la comunidad científica dominicana e internacional, así como a los estudiantes, técnico y productores del país. La investigación agropecuaria y forestal de la República Dominicana tiene el gran desafío de producir tecnologías que disminuya sustancialmente los costos de producción de los principales cultivos que forman parte de la canasta básica, para contribuir con la competitividad de los productos agropecuarios.

Elpidio Aviles Quezada, MSc.

Presidente de la Junta Directiva Sodíaf 2014-2016

Comparación granulométrica y organoléptica entre las variedades de café (*Coffea arabica* L.) 'Typica', 'Caturra' y tres catimores

Benjamín Toral¹

Abstract

Coffee is the main mountain crop in the Dominican Republic. In 2010 was detected an outbreak of rust disease that tithed coffee production. The sustainable strategy to combat the disease was through the renewal of coffee plantations with introduced new resistant or tolerant disease varieties. But locally the qualities of these new varieties are unknown. The objective of this research is to determine granulometric and the organoleptic qualities of three varieties of coffee resistant or tolerant to rust ('Beto', 'T-8667' and 'Castillo') and two coffee varieties susceptible to the disease ('Typica' and 'Caturra'). ANOVA results of the grain indicate no significant differences among varieties (Probability $F = 0.9694 > \alpha = 0.05$) and there is only difference among the screens (Probability $F = 0.0021 < \alpha = 0.05$). Duncan test showed that the grain varieties are composed mostly of coffee size of screens 17/64 "and 18/64". The blind method was used for tasting. The organoleptic analysis data presented normal distribution and homogeneity of variance, unified by Wilk and Levene (Probability $H = 0.3391 > \alpha = 0.05$) and (Probability $F = 0.5717 > \alpha = 0.05$) respectively; ANOVA indicated no significant difference among varieties or among tasters (Probability $> p = 0.2156$). Overall, the analysis indicates that the quality cup of coffee is not influenced by the varieties or by tasters.

Keywords: Coffee, variety, quality, cup.

Resumen

El café es el principal cultivo de montaña en la República Dominicana. Durante el 2010 se detectó un brote de la enfermedad de la Roya del cafeto que afectó su producción y productividad considerablemente. La estrategia sostenible para combatirla es mediante la renovación de cafetales con variedades resistentes o tolerantes a la enfermedad. Sin embargo, en el país se desconocen las cualidades de dichas variedades. El objetivo de esta investigación fue determinar el comportamiento de la granulometría y de las cualidades organolépticas de tres variedades de café resistentes o tolerantes a la roya ('Beto', 'T- 8667' y 'Castillo') y dos variedades de café susceptibles a la enfermedad ('Typica' y 'Caturra'). Los resultados de la granulometría indican que no existe diferencias significativas entre variedades y que solo existe diferencia entre los tamices. La prueba de Duncan reflejó que la granulometría de las variedades está compuesta mayormente por cafés con tamaño de los tamices 17/64" y 18/64". El método usado para la catación fue el ciego. Los datos de los análisis organoléptico presentaron distribución normal y homogeneidad de varianza, unificadas mediante Wilk y Levene (Probabilidad $H = 0.3391 > \alpha = 0.05$) y (Probabilidad $F = 0.5717 > \alpha = 0.05$) respectivamente; el ANOVA indicó que no hubo diferencia significativa entre variedades ni entre catadores con (Probabilidad $> p = 0.2156$). En general, los análisis indican que la calidad en taza del café no está influenciada por las variedades ni por los catadores.

Palabras clave: café, variedad, calidad, taza.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café es la principal actividad productiva en las zonas de montaña de la República Dominicana. El área cultivada es de 2,120,131 tareas (133,341 ha), con una producción promedio anual 36,421 tm de café oro en el período 2000-2010, CODOCAFE (2012). En el año 2010 se detectó un brote de la enfermedad de la Roya del cafeto en las plantaciones del suroeste de la República Dominicana. Los primeros focos de la enfermedad fueron en las comunidades de Chene, María Teresa y El Maniel, situadas en el municipio de Enriquillo,

provincia de Barahona, con niveles de infección promedio del 70%. La enfermedad afectó significativamente la caficultura del país en apenas dos años. Según la Organización Internacional del Café (OIC) (2013) el impacto económico y social estimado de la roya del café en Centroamérica y la República Dominicana ocasionó la pérdida de más de US \$ 500 millones y la desaparición de 373,584 empleos directos en la región durante el 2013. También, se estimó que se necesita una inversión de US\$1.3 billones para el control de la enfermedad, me-

¹ Investigador en café del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), Santo Domingo, DO. toralbenjamin@hotmail.com

dian­te la re­no­va­ción de las plan­ta­cio­nes con va­rie­da­des re­sis­ten­tes y/o to­le­ran­tes y para el con­trol quí­mi­co.

Las va­rie­da­des tra­di­cio­na­les ‘Typica’ y ‘Caturra’ po­seen per­fi­les de ca­li­dad muy de­man­da­dos en los prin­ci­pa­les mer­ca­dos de café del mun­do, con la in­tro­duc­ción de nue­vas va­rie­da­des re­sis­ten­tes o to­le­ran­tes a la roya del ca­fe­to mu­chos de los de­man­dan­tes de café es­tán es­cép­ti­cos an­te la ca­li­dad de las va­rie­da­des re­sis­ten­tes o to­le­ran­tes a la roya de­bi­do a que las mis­mas po­seen pe­que­ñas va­ria­cio­nes ge­né­ti­cas a­por­ta­das por el cru­za­mien­to con la es­pe­cie *Coffea canephora* L., es­ta es la que le a­por­ta los ge­nes de re­sis­ten­cias a las va­rie­da­des re­sis­ten­tes o to­le­ran­tes a la Ro­ya del Ca­fe­to.

El ob­je­ti­vo de es­ta in­ves­ti­ga­ción es de­ter­mi­nar el com­por­ta­mien­to de tres va­rie­da­des re­sis­ten­tes o to­le­ran­tes a la Ro­ya del Ca­fe­to ‘BETO’, ‘T-8667’ y ‘Cas­tillo’ y dos va­rie­da­des tra­di­cio­na­les ‘Typica’ y ‘Caturra’, sus­cep­ti­bles a la en­fer­me­dad, me­di­an­te la e­va­lua­ción de la granu­lo­me­tría y de las cua­li­da­des or­ga­no­lép­ti­cas de las mis­mas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de muestreo

Las mues­tras para el es­tudio se to­ma­ron en la zo­na ca­fe­te­ra del mu­ni­ci­pio de En­ri­qui­llo en una fin­ca ubi­ca­da en las coor­de­na­das: 17° 58’ 44.48° lati­tud Nor­te y 71° 15’ 03.89° lon­gi­tud Oes­te, la cual se en­cuen­tra a una al­tu­ra com­pren­di­da en­tre los 850 a 1,000 msnm, con un sis­te­ma de pro­duc­ción ba­jo som­bra con­tro­la­da. La zo­na po­see una plu­vi­o­me­tría pro­me­dio an­ual de 2,148 mm, una tem­pe­ra­tu­ra pro­me­dio an­ual de 21.6°C. Se­gún Toral (1982) los sub­gru­pos de sue­los son: Typic Dy­stro­pept Arcilloso Hip­er­té­r­mi­co, Lithic Dy­stro­pept Arcilloso Hip­er­té­r­mi­co, Typic Eutro­pept Arcilloso Hip­er­té­r­mi­co y Lithic Eutro­pept Arcilloso Hip­er­té­r­mi­co.

Metodología

Para el es­tudio, se cose­cha­ron cin­co mues­tras de café de las va­rie­da­des: ‘BETO’, ‘T8667’, ‘Cas­tillo’, ‘Typica’ y ‘Caturra’, de 10 kg de café uva cada una, las mis­mas se re­co­lec­ta­ron 100% ma­du­ras, se des­pul­pa­ron en una ma­qui­na ma­nu­al #2 y fue­ron des­mucila­gi­na­das me­di­an­te fer­men­ta­ción na­tu­ral, la cual du­ró al­re­de­dor de 18 ho­ras, luego se lavó dos ve­ces y fue­ron se­ca­das al sol has­ta un 12% de hu­me­dad, pos­te­rior­men­te fue­ron pi­la­das en un pi­la­dor de mues­tras, se trillaron y se ob­tu­vo al­re­de­dor de 1.30 kg de café oro para la re­ali­za­ción de los aná­li­sis.

Variables y tomas de datos

Para la ob­ten­ción de da­tos y la de­ter­mi­na­ción de las va­ria­bles a ser in­ves­ti­ga­das en el es­tudio, las cin­co mues­tras de café se so­me­tie­ron a aná­li­sis granu­lo­mé­tri­cos y

or­ga­no­lép­ti­cos en los la­bo­ra­to­rios de las em­pre­sas ca­fe­te­ras In­dus­trias Ba­ni­le­jas y Casa Toral.

a) Granulometría

La he­rra­mien­ta uti­li­za­da para de­ter­mi­nar la granu­lo­me­tría fue un jue­go de za­ran­das o ta­mi­ces. De acuer­do a USAID (2005), en el pro­ce­di­mien­to para de­ter­mi­nar el ta­ma­ño y la dis­tri­bu­ción de gra­no por ta­ma­ño es uti­li­za­da la uni­dad de 1/64 de pul­ga­da en los ori­fi­cios de las za­ran­das o ta­mi­ces, el mis­mo es­tá com­pues­to por me­di­das de ori­fi­cios que van des­de 11/64” (El más pe­que­ño) 12/64”, 13/64”, 14/64”, 15/64”, 16/64”, 17/64”, 18/64”, 19/64”, has­ta 20/64”, el más gran­de. El sis­te­ma de me­di­ción con­sis­tió en de­ter­mi­nar el peso de café que queda re­te­ni­da de la mues­tra en cada ta­miz o za­ran­da al ser pa­sa­da a través de los mis­mos. En es­ta in­ves­ti­ga­ción, se mi­die­ron en con­jun­to los ta­ma­ños ma­yo­res de 19/64” y los me­no­res 15/64” e in­di­vi­dual­men­te los ta­mi­ces 18/64”, 17/64”, 16/64” y 15/64”.

El pro­ce­di­mien­to para de­ter­mi­nar los pesos o los por­cen­ta­jes de los di­fe­ren­tes ta­ma­ños con­sis­te en pe­sar 100g de la mues­tra de café y ta­mizarlos por los ta­mi­ces o za­ran­das co­lo­ca­dos de me­nor a ma­yor ta­ma­ño de ori­fi­cio, des­de abajo ha­cia arri­ba, y mo­ve­ros por es­pa­cio de un mi­nu­to, luego se pe­san los gra­nos de café re­te­ni­dos en cada za­ran­da o ta­miz, ob­te­nién­do­se los pesos o los por­cen­ta­jes de cada ta­ma­ño de gra­no.

b) Análisis organolépticos

Para re­a­li­zar los aná­li­sis or­ga­no­lép­ti­cos, se pro­ce­dió a to­star, mo­ler y ca­tar las cin­co mues­tras de acuer­do al pro­to­co­lo de la Specialty Coffee Association of America (SCAA). Para la ca­ta­ción, las mues­tras fue­ron mar­ca­das con có­di­gos de ma­ne­ra que los ca­ta­do­res al mo­men­to de ha­cer la ca­ta­ción, des­conocían que tipo de café es­taban ca­tan­do, por lo que el mé­to­do usado para la ca­ta­ción fue cie­go.

Los des­cri­pto­res de la ca­li­dad del café aná­li­za­dos fue­ron: ca­li­dad aro­má­ti­ca (fra­gan­cia y aro­ma) sa­bor, cuer­po, aci­dez, re­tro­gus­to, uni­for­mi­dad, ba­lan­ce, taza lim­pia, dul­zura y pre­fe­ren­cia. La pun­tuación de los mis­mos se re­a­li­za con una es­ca­la de 0 a 10 y la pun­tuación fi­nal de la ca­ta­ción de la mues­tra fue la su­ma­to­ria de los va­lo­res asig­na­dos por el ca­ta­dor a cada des­cri­ptor, ob­te­nién­do­se una pun­tuación en­tre 0 y 100 pun­tos.

Análisis de los datos

Los da­tos se aná­li­za­ron me­di­an­te es­ta­dística des­crip­ti­va, uti­li­zan­do el soft­ware InfoStat 2008. A los da­tos granu­lo­mé­tri­cos se le apli­ca­ron los aná­li­sis es­ta­dísticos si­guien­tes: aná­li­sis de va­ria­nzas (SC tipo III) para va­rie­dad y para ta­miz y la prue­ba de Ran­gos Múl­ti­ples de Dun­can para va­rie­dad y para ta­miz. A los da­tos or­ga­no­lép­ti­cos se le apli­ca­ron los aná­li­sis es­ta­dísticos si­guien­tes:

tes: prueba de normalidad Wilks y Levene; análisis de varianzas (SC tipo III) para variedad y para catador y la prueba de Duncan para variedad y para catador.

Estos últimos resultaron iguales entre sí. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis granulométrico

Los resultados del análisis granulométrico obtenido se presentan en la Tabla 1, los cuales corresponden a los tamaños de café retenido por cada tamiz al evaluar las cinco muestras de las variedades comparadas.

En el análisis de varianza para los datos de la granulometría correspondiente a las variables variedad y tamices, solo existe diferencia entre los tamices, no entre las variedades.

La prueba de Duncan refleja que el tamiz 17/64" fue igual al 18/64", pero diferente a los demás. El 18/64" resultó igual al 16/64" pero superior al 19/64", 15/64", < 15/64".

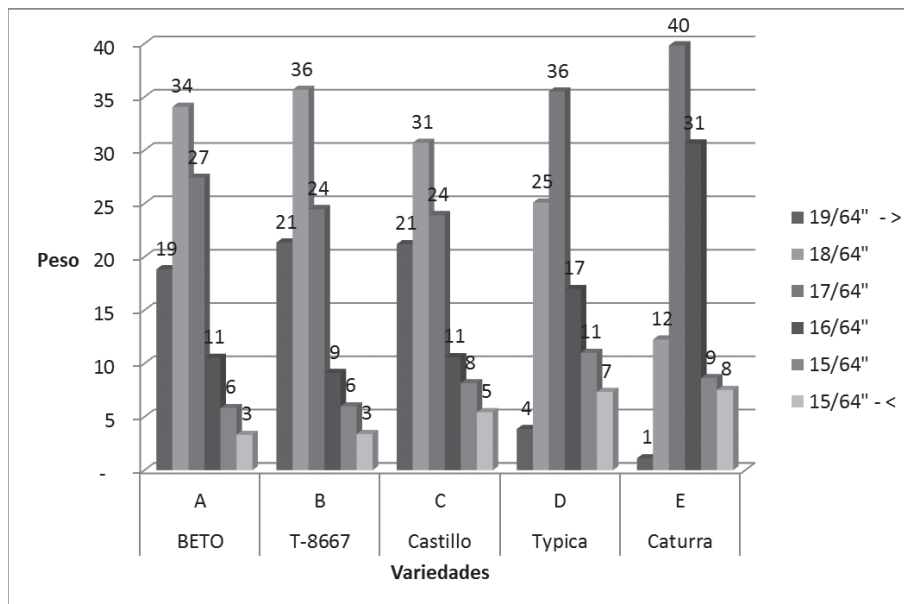


Figura 1. Peso retenido por tamiz por variedad

Tabla 1. Peso retenido por tamiz por variedad

Tamiz	Variedad				
	BETO	T-8667	Castillo	Typica	Caturra
19/64" - >	19	21	21	4	1
18/64"	34	36	31	25	12
17/64"	27	24	24	36	40
16/64"	11	9	11	17	31
15/64"	6	6	8	11	9
15/64" - <	3	3	5	7	8

Tabla 2. Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. ¹	SC ²	gl ³	CM ⁴	F ⁵	p-valor ⁶
modelo	2395.80	9	266.20	3.20	0.0146
VARIEDAD	43.53	4	10.88	0.13	0.9694
TAMIZ	2352.27	5	470.45	5.65	0.0021
Error	1666.07	20	83.30		
Total	4061.87	29			

¹ Fuente de variación, ² Suma de cuadrados, ³ Grados de libertad

⁴ Cuadrado medio, ⁵ F calculado, ⁶ Valor p

Análisis organoléptico

Los resultados de los análisis organolépticos obtenidos en esta investigación se presentan en la Tabla 3, los cuales corresponden al conjunto de las puntuaciones asignadas por cada cataador a cada muestra de café catada.

Los datos presentaron distribución normal y homogeneidad de varianzas, unificadas mediante Wilk y Levene.

El análisis de varianza para los datos de puntuación en taza de los análisis organolépticos no presentó diferencia significativa entre variedades, ni entre cataadores.

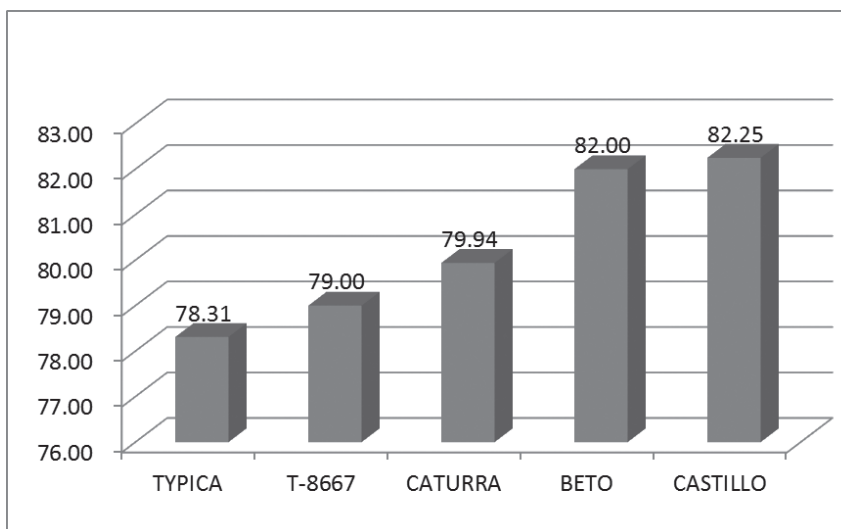


Figura 2. Medias de las puntuaciones de tazas por variedad

Tabla 3. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), Error: 83.3033, g.l.: 20

TAMIZ	Medias	n ¹	E.E. ²
15/64" - <	5.40	5	4.08 A
15/64"	7.96	5	4.08 A
19/64" - >	13.27	5	4.08 A
16/64"	15.57	5	4.08 A B
18/64"	27.56	5	4.08 B C
17/64"	30.23	5	4.08 C

¹ Número de tratamientos, ² Error Experimental

Tabla 4. Puntuación de Taza de las Diferentes Variedades

Variedades	Catadores			
	A. Peláez	C. Concepción	J. A. Rosario	C. Ros
BETO	84.50	81.50	81.50	81.00
T-8667	80.00	76.50	80.50	79.00
Castillo	80.00	85.50	82.50	81.00
Typica	80.50	79.50	74.75	79.00
Caturra	82.00	79.00	84.25	75.00

Tabla 5. Prueba de normalidad Wilk y Levene

Variable	n ¹	Media	D.E. ²	W* ³	p (Unilateral D) ⁴
RDUO_PUNTUACION	20.00	0.00	2.16	0.93	0.3391

¹ Número de tratamientos ² Desviación estándar ³ Estadístico de Wilk

⁴ Valor p unilateral derecho

CONCLUSIONES

- La granulometría de las cinco variedades está compuesta mayoritariamente por cafés de tamiz 17/64” y 18/64”, correspondiendo estos cafés, según la clasificación brasileña descrita por Becker *et al.* (1992) a grano vigoroso y grano largo, respectivamente.
- Los análisis organoléptico demostraron la calidad del café no está influenciada por las variedades ni por los catadores y las cinco variedades presentan similares perfiles de tazas.

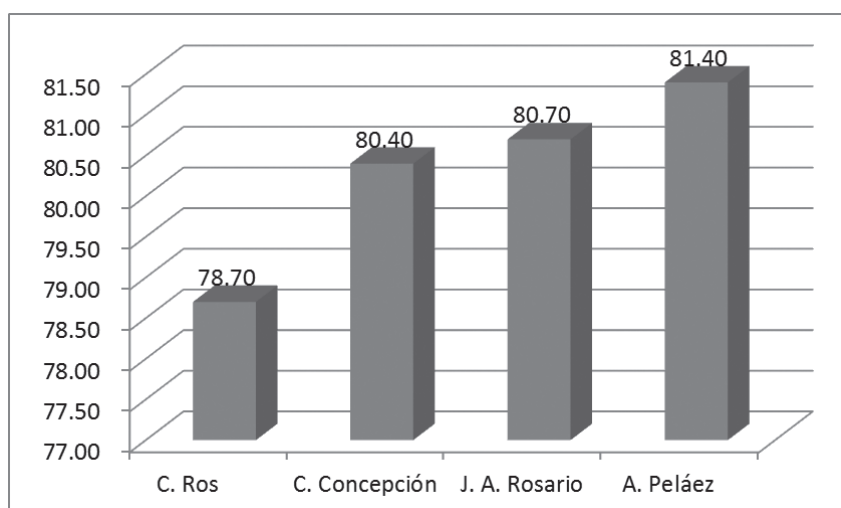


Figura 3. Medias de las puntuaciones de taza por catador

Tabla 6. Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. ¹	SC ²	gl ³	CM ⁴	F5	p-valor ⁶
Modelo.	7.63	7	1.09	0.50	0.8146
VARIEDAD	6.56	4	1.64	0.76	0.5717
CATADOR	1.07	3	0.36	0.17	0.9178
Error	25.94	12	2.16		
Total	33.57	19			

¹ Fuente de variación, ² Suma de cuadrados, ³ Grados de libertad

⁴ Cuadrado medio, ⁵ F calculado, ⁶ Valor p

Tabla 7. Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. ¹	SC ²	gl ³	CM ⁴	F5	p-valor ⁶
Modelo.	69.56	7	9.94	1.35	0.3085
VARIEDAD	49.86	4	12.46	1.69	0.2156
CATADOR	19.70	3	6.57	0.89	0.4729
Error	88.27	12	7.36		
Total	157.83	19			

¹ Fuente de variación, ² Suma de cuadrados, ³ Grados de libertad

⁴ Cuadrado medio, ⁵ F calculado, ⁶ Valor p

Tabla 8. Medias por Catador

Catadores	Medias
C. Ros	78.70
C. Concepción	80.40
J. A. Rosario	80.70
A. Peláez	81.40

Tabla 9. Medias por Variedad

Variedad	Medias
TYPICA	78.31
T-8667	79.00
CATURRA	79.94
BETO	82.00
CASTILLO	82.25

LITERATURA CITADA

Becker, R.; Freytag, W. 1992. Manual para el control de la calidad del café. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Santo Domingo, DO. 68 p

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

ICO (International Coffee Organization, GB). 2013. Plan de Acción para combatir la Plaga. Informe sobre el brote de la roya del café en Centro América. Londres. GB. 7 p.

InfoStat. 2008. User's Manual. InfoStat Group, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. First Edition, Editorial Brujas. Córdoba, AR.

SCAA (Speciality Coffee Association of America). 2013. Protocolo para Catar. SCAA. Santa Ana, CA. (En Línea) Revisado el 23 de noviembre del 2015. Disponible en: <https://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>

Toral, F. 1982. Caracterización física y química de los suelos agrícolas de Chene C.x A. Tesis de grado para optar por el título en ingeniería agrónoma Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Santo Domingo, DO. 58 p.

USAID. (United States Agency for International Development). 2005. Normas y estándares de catación para la región de Centroamérica. Consultado el 23 de noviembre del 2015 disponible en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadv946.pdf

Evaluación de tres densidades de plantación de cacao y dos arquitecturas provenientes de reproducción asexual

José González, Orlando Rodríguez, José De La Cruz y Juan Almonte

Abstract

In the Dominican Republic farmers are renewing cocoa tree through the technique of grafting with the aim of increasing productivity. However, there have been no reported research results on the field performance of plants propagated by grafting. This research was conducted to evaluate the effect of three planting densities and two architectures, to measure the performance of grafted cacao plants. The densities were 2500 plant/ha (2.0 x 2.0 m), 1600 plants / ha (2.5 x 2.5m) and 1100 plants / ha (3.0 x 3.0 m) and architectures were: plants with two and three main branches. The trial was conducted in the community of Conuco, Salcedo, Hermanas Mirabal province. As experimental material five clones (ML-105, ML-106, ICS-39, UF-221 and UF-613) were used. The design was a randomized complete block factorial arrangement (3x2) with four repetitions. As provisional shadow banana tree were used at 3.0 x 3.0 m Cuban pinion as a permanent shadow at 6.0 x 6.0 m. Evaluations were don five crop years. It was found that the effect of architecture plant factor was no significant after the third year of evaluation; however, the plant density factor has the greatest influence on yields. From the third year, density 1100 plants / ha, independent of architecture, produced the highest yield (3,933 kg ha⁻¹ on average). The densities and architectures did not affect the percentage of diseased fruits.

Keywords: *Theobroma cacao* L., density, yield.

Resumen

En la República Dominicana los productores de cacao están renovando sus fincas de cacao a través de la técnica de injertía, con el propósito de aumentar la productividad. Sin embargo, no se han reportado resultados de investigación sobre el comportamiento en el campo de las plantas reproducidas por injertos. Se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de siembra y dos arquitecturas, para cuantificar el rendimiento de plantas injertadas de cacao. Las densidades utilizadas fueron: 2500 plantas/ha (2.0 x 2.0 m), 1600 plantas/ha (2.5 x 2.5m) y 1100 plantas/ha (3.0 x 3.0 m) y las arquitecturas fueron: plantas con dos y tres ramas principales. La evaluación se realizó en la comunidad de Conuco, Salcedo, provincia Hermanas Mirabal. Como material experimental se utilizó una mezcla homogénea de cinco clones (ML-105, ML-106, ICS-39, UF-221 y UF-613). El diseño experimental utilizado fue de un arreglo factorial (3x2) en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Como sombra provisional se usó plátano a 3.0 x 3.0 m y piñón cubano como sombra permanente a 6.0 x 6.0 m. Se realizaron evaluaciones durante cinco años de cosecha. Se encontró que el efecto del factor arquitectura de planta dejó de ser significativo sobre los rendimientos a partir del tercer año de evaluación; en cambio, el factor densidad de siembra tiene mayor influencia en los rendimientos. A partir del tercer año, la densidad 1100 plantas/ha, independiente de la arquitectura, produjo los mayores rendimientos (3,933 kg ha⁻¹ en promedio). Las densidades y las arquitecturas no afectaron el porcentaje de frutos enfermos.

Palabras clave: Rendimiento, *Theobroma cacao* L. marco de plantación.

INTRODUCCIÓN

Según Enríquez (2004), la distancia de siembra 2x2 m. es adecuada para sembrar cacao híbrido, con la condición de que se eliminen a partir del sexto año los arboles débiles, enfermos o improductivos. El mismo autor plantea otra alternativa donde recomienda una distancia de 2.5x2.5m., 2x3m., 2.5x3 y 3x3m.

En el proyecto "Utilización y Conservación de Germoplasma de Cacao" en el Plan Anual de Trabajo del Ecuador, propuesto por el Fondo Común para los Productos Básicos (CFC), la Organización Internacional del Cacao (ICCO) y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), recomiendan grupos de trabajos con plantas clonales, donde se utilizan varios marcos de

plantación 1.5 m x 2.0 m (3,333 plantas/ha) y 3.0x3.0 m (11,00 plantas/ha).

Onsei *et al.* (1996), en un estudio realizado en el Instituto de Investigación de Cacao de Ghana, evaluaron cuatro híbridos de cacao a diferentes marcos de plantación [2.0 m x 2.0 m (2500 plantas/ha), 2.0 m x 4.0 m (1250 plantas/ha); 2.5 m x 2.2 m (2002 plantas/ha) y 3.0 x 3.0 m (1100 plantas/ha)], y podas a tres niveles (sin poda, poda a la primera orquilla y poda flexible). La poda flexible comprendía una mezcla de poda a la primera y a la segunda orquilla, dependiendo de la altura deseada de 1.80 m. Solo dos híbridos plantados en espaciamiento ancho, de 3.0 m x 3.0 m (11,00 plantas/ha), con una

¹ Investigadores en cacao. Estación Experimental Mata Larga, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (Idiaf). jgonzalez@idiaf.gov.do

producción mayor que la obtenida en el espaciamiento más estrecho (2.0 m × 2.0) m (2500 plantas/ha). La poda flexible alcanzó más productividad que los otros tratamientos de poda. La densidad y la poda no tuvieron influencia en la incidencia de plagas.

En la República Dominicana no se reporta información sobre resultados del comportamiento de árboles injertos de cacao sembrados a diferentes distancias y con diferentes niveles de poda. Se necesita generar información para mejorar la productividad de las plantaciones de cacao y contribuir a mejorar los beneficios al productor.

Las plantaciones comerciales de cacao de la República Dominicana, en su mayoría, son procedentes de semillas híbridas, de las cuales un alto porcentaje se han sembrado a baja densidad (menos de 1000 plantas/ha). Este factor unido al mal manejo, han contribuido a la baja productividad del cultivo, que es de 390 kg ha⁻¹ (MA 2012).

En la República Dominicana se promueve la siembra de cacao a través de injertos con el propósito de aumentar la productividad. Además, se reproducen exitosamente clones promisorios para mejorar la productividad. Sin embargo, en el país no se han reportado resultados de investigación que brinden información sobre el comportamiento de las plantas de cacao procedentes de la reproducción asexual en el campo. El objetivo en este estudio es evaluar el efecto de tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta sobre la productividad de cacao en la provincia Hermanas Mirabal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Conuco, Salcedo; provincia Hermanas Mirabal, cuyas coordenadas son: 19Q 356808 UTM 2139723. Con una altitud de 89 msnm, temperatura promedio anual de 26.5°C y pluviosidad promedio anual de 1,393 mm.

Como material de siembra, se utilizó una mezcla homogénea de plantas de clones locales e introducidos. Los locales fueron ML-105 y ML-106, mientras que los introducidos fueron ICS-39, UF-221 y UF- 613. El total de plantas usadas en cada parcela experimental estuvo compuesto por el 20% de cada uno de los clones empleados. Estos árboles fueron producidos por injertos en la Estación Experimental Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), en San Francisco de Macorís.

Para la sombra provisional, se utilizó plátano (*Musa AAB*) a una distancia de siembra de 3.0 m x 3.0 m y para la sombra permanente se sembraron estacas de piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq. Stend.) de aproximadamente 1.5 m de altura, a una distancia de siembra de 6.0 m x 6.0 m.

Se utilizó un arreglo factorial 3x2 en un diseño en bloques completos al azar con, con cuatro repeticiones. El primer factor la densidad de siembra y el segundo factor la arquitectura de las plantas.

Las densidades de siembra fueron: 2500 plantas ha⁻¹ (2.0 x 2.0 m), 1600 plantas/ha (2.5 x 2.5m) y 1100 plantas ha⁻¹ (3.0 x 3.0 m), en hileras simples. Las arquitecturas consistieron en árboles con dos ramas principales y árboles con tres ramas principales. Estos niveles se obtuvieron podando los árboles injertos y dejando las ramas más vigorosas.



Los tratamientos evaluados fueron:

T1 = 3.0m × 3.0 m, con dos ramas (1100 plantas ha⁻¹)

T2 = 3.0m × 3.0 m, con tres ramas (1100 plantas/ha⁻¹)

T3= 2.5m × 2.5 m, con dos ramas (1600 plantas/ha⁻¹)

T4= 2.5m × 2.5 m, con tres ramas (1600 plantas/ha⁻¹)

T5 = 2.0 m × 2.0 m, con dos ramas (2500 plantas/ha⁻¹)

T6 = 2.0 m × 2.0 m, con tres ramas (2500 plantas/ha⁻¹)

Durante los dos primeros años de establecido el estudio, y cada cuatro meses se realizó control manual de malezas. A partir del tercer año se realizó un control de maleza por año. Al segundo año de la siembra se realizó una poda de formación para establecer los tratamientos





correspondientes a la arquitectura de la planta. En esta poda se dejaron dos y tres ramas principales en cada árbol, según tratamiento. En ese mismo momento se hizo una poda fitosanitaria.

La fertilización se realizó tres meses después de la siembra y luego anualmente. Se aplicó fertilizante fórmula 15-15-15-4 a razón de cuatro onzas por árbol hasta el segundo año. A partir del tercer año se aplicó la misma fórmula de fertilizante, pero a razón de 10 onzas por árbol.

A partir del tercer año después de la siembra y cada tres meses se realizó un deschuponado y una poda de mantenimiento y fitosanitaria. La poda fitosanitaria solo incluyó la remoción de ramas enfermas y no la remoción de mazorcas enfermas, porque el número de mazorcas enfermas fue una de las variables a medir. A partir del tercer año se hizo una poda y raleo anual de la sombra permanente.

Se realizaron dos cosechas por año. Una desde noviembre hasta enero del año siguiente y otra desde marzo hasta julio. Los frutos fueron cosechados cuando estaban completamente maduros, utilizando cuchillas y machetes.

Variables evaluadas

Rendimiento de almendras secas en kg ha^{-1} , número de mazorcas producidas, cada 15 días en el periodo de mayor producción (marzo - julio) y mensualmente en el período de menor producción (noviembre - enero). Para convertir de peso húmedo a peso seco, el peso húmedo se multiplicó por el factor 0.38 y se dividió por el área cosechada para expresarse en kg/ha . También se determinó el porcentaje de frutos enfermos dividiendo el número total de frutos enfermos entre el número total de frutos cosechados y multiplicando por 100.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y separación de medias por el procedimiento de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Para los datos de rendimientos obtenidos en la primera cosecha, la interacción densidad de siembra por arquitectura de la planta fue significativa ($p=0,0138$; $CV=58\%$). El mayor rendimiento se observó en los árboles con dos ramas a una densidad de 1100 plantas/ha, con un promedio de 1,071 kg/ha . Los demás tratamientos fueron iguales estadísticamente, Figura 1.

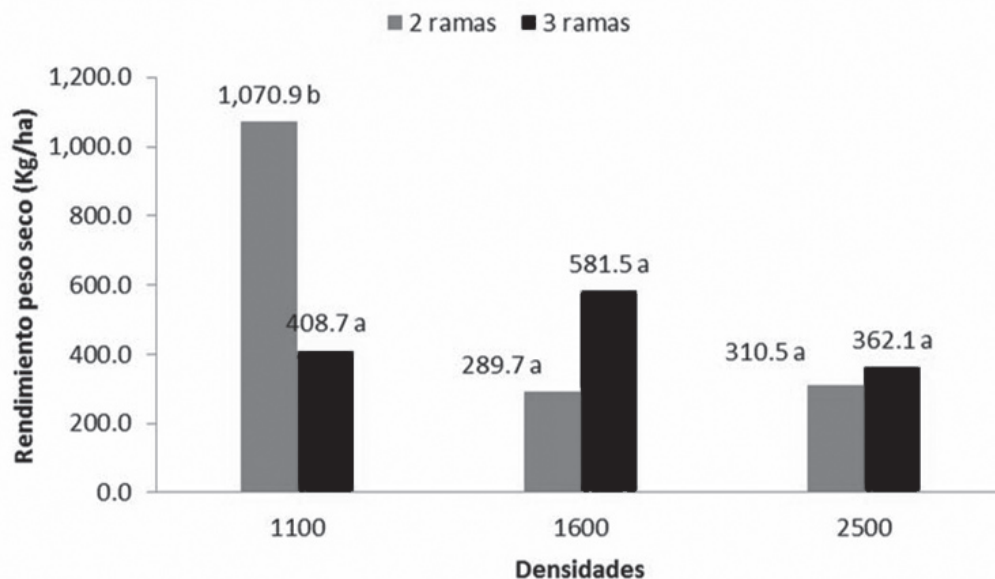


Figura 1. Rendimiento promedio de cacao al primer año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

También, se encontró interacción significativa ($p=0.0064$; $CV=20,2\%$) densidad por arquitectura para los datos de rendimientos de la segunda cosecha. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la densidad 1100 plantas/ha con una arquitectura de plana de dos ramas y el tratamiento 1100 plantas/ha con tres ramas y 1600 plantas/ha con tres ramas, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos tratamientos, Figura 2. Con todos los tratamientos se obtuvo un rendimiento por encima del promedio nacional (390 kg ha^{-1}) de cacao.

En el tercer año de evaluación se encontró que la interacción densidad por arquitectura fue no significativa ($p=0.6868$; $CV=23.65\%$); tampoco se encontró significancia para el factor arquitectura ($p=0.8666$). Sin embargo, la densidad afectó significativamente el rendimiento ($p<=0.0001$). La densidad 1100 plantas/ha produjo el mayor rendimiento ($1,674.4 \text{ kg ha}^{-1}$), Figura 3. No hubo diferencia entre las densidades 1600 y 2500 plantas/ha. Al comparar los datos de la Figura 2 con los de la Figura 3, se observa que hubo una disminución de los rendimientos en el tercer año de evaluación. El bajo

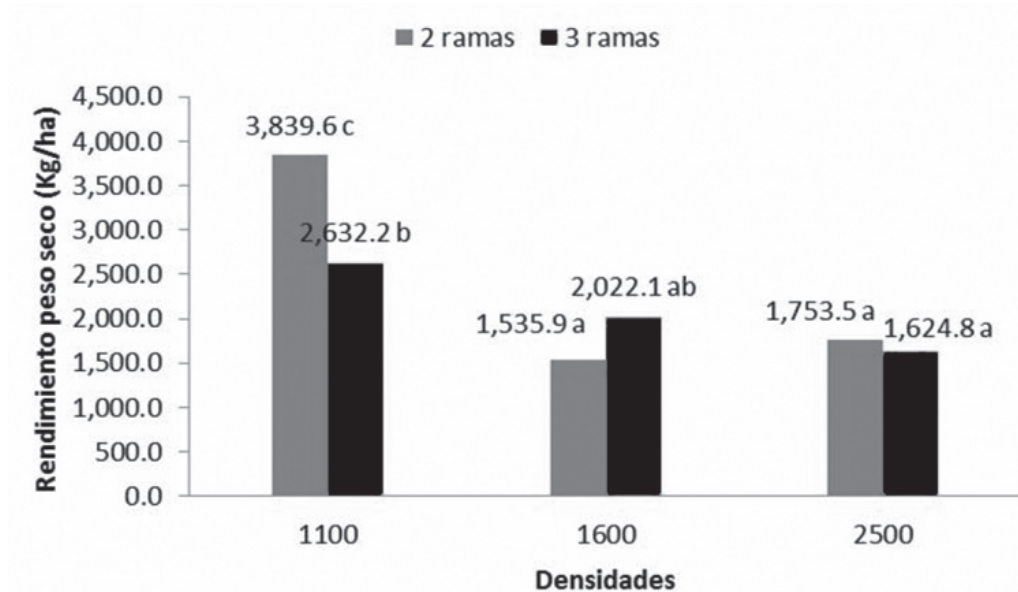


Figura 2. Rendimiento promedio de cacao al segundo año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

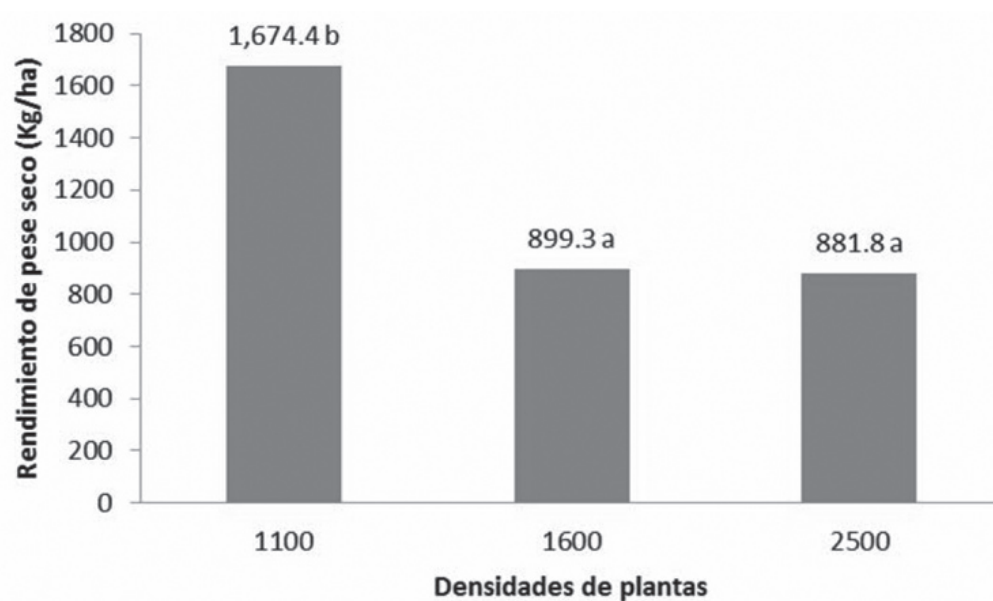


Figura 3. Rendimiento promedio de cacao al tercer año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

nivel de los rendimientos en todos los tratamientos se atribuye a un prolongado período de sequía (diciembre - marzo). Registrándose una pluviometría promedio de 34 mm, cuando los frutos estaban en estado de “pepinillo” aproximadamente de uno a dos meses después de la fecundación de la flor.

En el cuarto año de evaluación se encontró que la interacción densidad por arquitectura no fue significativa ($p=0.6514$; $CV=16.9\%$); tampoco se encontró significancia para el factor arquitectura ($p=0.4282$). Sin embargo, la densidad afectó significativamente el rendimiento ($p<=0.0001$). La densidad 1100 plantas/ha produjo el

mayor rendimiento ($4,563.3 \text{ kg ha}^{-1}$), Figura 4. No hubo diferencia entre las densidades 1600 y 2500 plantas/ha.

En el quinto año de evaluación se obtuvieron resultados similares a los del tercer y cuarto año; tampoco hubo interacción significativa entre los factores en estudio ($p=0.6938$). Sólo se encontró diferencias significativas entre las densidades ($p<0.0001$; $CV=11.74\%$). Al igual que en las dos evaluaciones anteriores, la densidad 1100 plantas/ha produjo los mayores rendimientos ($5,652.3 \text{ kg ha}^{-1}$), no existiendo diferencias significativas entre las densidades 1,600 y 2,500 plantas/ha, Figura 5.

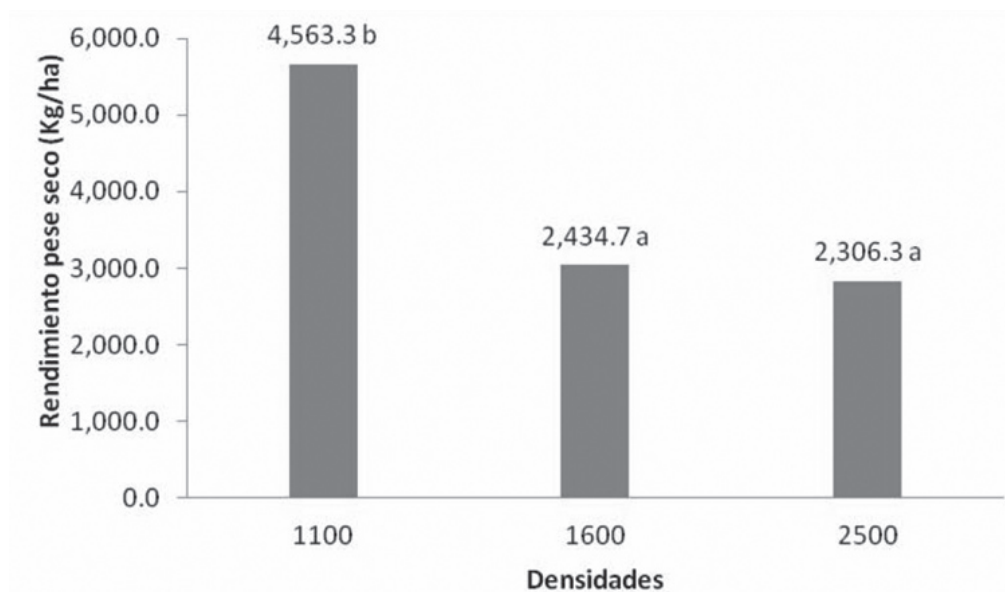


Figura 4. Rendimiento promedio de cacao al cuarto año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

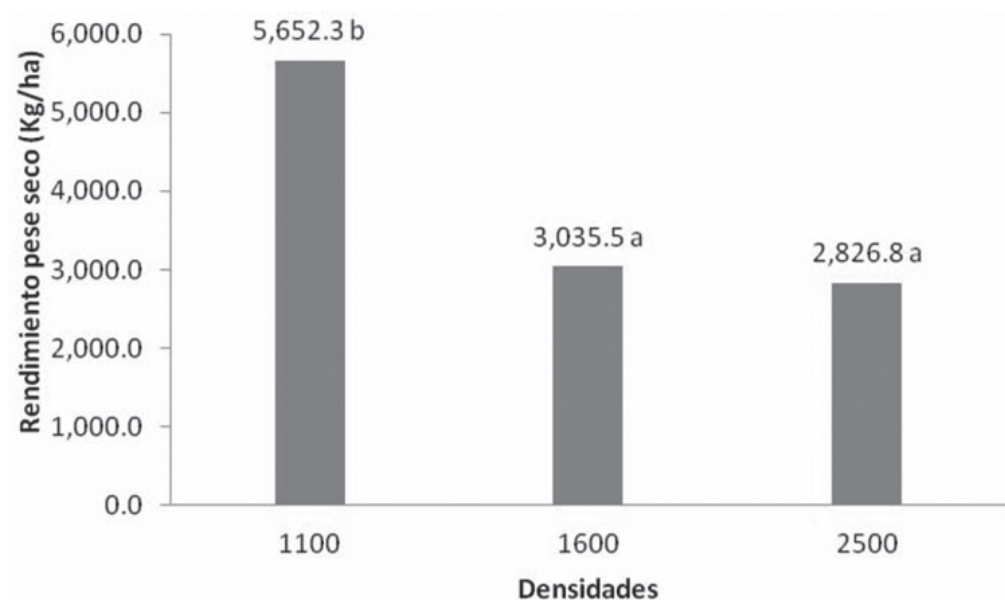


Figura 5. Rendimiento promedio de cacao al quinto año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana..

Numero de frutos enfermos

En ninguna de las evaluaciones realizadas se encontró que los tratamientos afectaran significativamente el porcentaje de frutos enfermos. En la tabla siguiente se muestra la media general de los de frutos enfermos obtenidos en cada evaluación.

No. Años evaluados	No. de frutos enfermos (Media general)
1	13
2	18
3	14
4	4
5	17

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Para la variable rendimiento, la arquitectura de la planta deja de ser significativa a partir del tercer año de evaluación.. En cambio, el factor densidad de siembra tiene mayor influencia en los rendimientos a partir del tercer año.
- Con la densidad 1,100 plantas/ha (3 x 3 m) produjo los mayores rendimientos.

AGRADECIMIENTOS

A la Compañía Agropecuaria Tobías González por el financiamiento.

A mis compañeros de trabajo Marisol Ventura López, Feliciano Antonio Andújar y Alejandro María Núñez. Al Comité Técnico del Centro Norte del IDIAF y de forma muy especial a los ingenieros Julio Morrobel y Elpidio Avilés.

LITERATURA CITADA

Enriquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores Ecuatorianos. INIAP. Manual NO. 54. Quito, EC.

Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de Cacao. Turrialba, CR, IICA. 139p.) serie materiales de enseñanzas no. 22).

Onsei, B.; Amoah, F.; Amonoo, R.; Tafo A. 1996. Respuestas de algunos híbridos de cacao al adensamiento y a la poda. Salvador, Bahía, Br. En Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao. 888 p.

MA. (Ministerio de Agricultura), DO. 2012. Estadística del Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.

Aprovechamiento de nitrógeno mineral (^{15}N -urea) y eficiencia del fraccionamiento del fertilizante en el cultivo de arroz

Freddy Contreras¹, Bernardo Viña¹, Karuppan Sakadevan² y Takashi Muraoka³

Abstract

In the Dominican Republic rice is the crop with the highest social and economic impact with more than 30,000 producers involved, creating employment for more than 250,000 people. The high cost of production represents one of the main constraints to sustainable rice production in the Dominican Republic. The irrational use of fertilizers accounts for over 25% of the total cost rice production. The objective was to determine the fertilizer nitrogen utilization efficiency of rice crop under split application at three stages using nitrogen- 15 (^{15}N) isotopic techniques. The field experiment was conducted at Juma, Bonao, Dominican Republic. Rice variety 'Juma 67' was used in the first stage of study carried out in 2012. ^{15}N labeled urea with 3% atom excess was used in the first two applications and 5% atom excess in the third application. Nitrogen rates used were 0, 80, 120, 140 and 160 kg N ha⁻¹. The results indicate that the highest height of plant corresponded with the application of 140 kg N ha⁻¹. The grain productivity increased with increasing nitrogen rate. The yield data adjusted to linear model $Y = 3044.49 + 23.71N$. The first application of fertilizer had the lowest percentage of nitrogen in plant derived from fertilizer (NPPF) 12.53%, the same behavior on the nitrogen use efficiency with 9.85%.

Keywords: sotope technique, labeled nitrogen, organic soils, nitrogen rates.

Resumen

El arroz es el cultivo de mayor importancia social y económico en la República Dominicana, involucra 30,494 productores y genera más de 250 mil empleos. El alto costo de producción representa una de las principales limitantes para la sostenibilidad de la producción de arroz en República Dominicana. El uso irracional de los fertilizantes representa más del 25% del costo total. El objetivo fue determinar la eficiencia del fraccionamiento de los fertilizantes y el aprovechamiento del nitrógeno mineral, usando técnica isotópica. El experimento de campo fue realizado en Juma, Bonao, República Dominicana. Se utilizó la variedad de arroz 'Juma 67', en la primera etapa del 2012. Las dos primeras aplicaciones de N con urea marcada fue al 3 % de ^{15}N y la última aplicación fue utilizando urea al 5% de ^{15}N . Las dosis de nitrógeno utilizadas correspondieron a 0, 80, 120, 140 y 160 kg de N ha⁻¹. Los resultados indican que la mayor altura de la planta correspondió con la aplicación de 140 kg N ha⁻¹. La productividad se mantuvo en aumento en relación al aumento de nitrógeno al suelo, los datos de la producción de granos se ajustaron al modelo lineal $Y=3044.49 + 23.71N$. La primera aplicación de fertilizantes presentó el menor porcentaje de nitrógeno en la planta proveniente del fertilizante (Nppf) 12.53%, igual comportamiento presentó el aprovechamiento del nitrógeno con 9.85%.

Palabras clave: isotópico, nitrógeno marcado, ^{15}N , suelos orgánicos

INTRODUCCIÓN

El arroz es el principal alimento en la dieta de los dominicanos, aporta más del 25% de la ingesta diaria de caloría y 12% de la proteína para cerca del 60% de los hogares del país, con un consumo anual per cápita de 50-55 kg (SEA 2005). En el período 2000-2008 el área nacional dedicada a la producción de arroz osciló entre 120 y 140 mil ha por año. En los últimos años se ha observado un aumento importante del área de siembra, llegando hasta 156,000 ha en el año 2010 (MA 2010). La mayoría de los productores tienen menos de cuatro hectáreas (MA 2009) y más de 500 mil personas dependen de las actividades de producción, procesamiento

y comercialización de este cereal. Su cultivo involucra 30,494 productores y genera más de 250 mil empleos.

El costo de producción es una de las limitantes para la competitividad del arroz dominicano. Según Fomento Arrocero (2010), el fertilizante es responsable de más de 25 por ciento del costo de producción. Esto representó, una inversión de más de 3,400 millones de pesos. La mayoría de los fertilizantes que se utilizan tienen materia prima importada, fluctuando sus precios según el costo de la prima del dólar.

¹ Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (Idiاف)

² Coordinador del proyecto RLA 5052 del AIEA, Viena

³ Asesor del proyecto RLA 5052 del AIEA y profesor del Centro de Energía Nuclear en la Agricultura de la Universidad de Sao Paulo, Brasil

Las variedades mejoradas de arroz responden positivamente a las aplicaciones de fertilizantes. Los productos aplican cantidades de fertilizantes superiores a las que las plantas pueden asimilar. El fertilizante no asimilado puede tener rutas diferentes, ocasionando contaminación al medio ambiente, en especial los cuerpos de agua (Smil 1997, 1999, Pinstруп-Anderson *et al.* 1997 y Tilman *et al.* 2001). Estas contaminaciones pueden reducirse haciendo que más eficientes la aplicaciones por medio de un adecuado manejo y dosis acorde con la demandada de la planta.

El objetivo de esta investigación fue determinar el aprovechamiento de nitrógeno mineral (^{15}N -urea) y la eficiencia del fraccionamiento del fertilizante en el suelo en el cultivo de arroz inundado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el campo de la Estación Experimental Juma, Bonao en el 2012. La pluviometría anual de Bonao es de 2,100 mm y temperatura promedio de 23.5 °C. Localizado en 18° 54' N y 70° 23' W, a 178 msnm, con pluviometría de 2100 mm/año, temperatura promedio de 23.5°C, pH de 5.5 y un contenido de materia orgánica de 27.2 g.kg⁻¹, correspondiente a un vertisols de acuerdo a la clasificación de la USDA.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones, las unidades experimentales fueron parcelas de 6 m². La variedad de arroz fue 'Juma 67' y se sembró a una distancia de 0.25 x 0.25 m (16 plantas/m²). Fueron seleccionadas tres plantas por parcelas como micro-parcelas para el estudio isotópico. Alrededor de estas plantas se introdujo un tubo plástico de 25 cm diámetro, hasta la profundidad de 40 cm, dejando 15 cm sobre la superficie del suelo, para aislar la fertilización con ^{15}N . Para la fertilización con fertilizante común fueron colocados tubos cerrados encima en el momento de la aplicación de abono, para evitar contaminación a estas plantas. Para las tres microparcels se aplicó abono marcado, para el fraccionamiento correspondiente a la primera aplicación de abono fue marcado este abono y las demás aplicaciones fueron realizadas con abono común; para la segunda aplicación de abono fue aplicado abono marcado en la segunda aplicación, y para la primera y última aplicación fue utilizado urea común; de la misma forma correspondió para la microparcels 3 de cada tratamiento (dosis de N), el cual fue aplicada la dosis de nitrógeno para la primera y segunda aplicación con urea común y la última aplicación correspondió con urea marcada. Las dos primera aplicaciones de N con urea marcada fue al 3% de ^{15}N y la última aplicación fue utilizando urea al 5% de ^{15}N , tanto en suelo minerales como orgánico.

Las dosis utilizadas fueron de 0, 80, 120, 140 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

Las variables evaluadas fueron: altura y número de panículas por plantas, contenido de materia seca por planta, rendimiento ajustado a 14 % de humedad. Nitrógeno en la planta de arroz proveniente de los fertilizantes (Nppf) y aprovechamiento. El control de malezas se realizó manualmente.

Las plantas de arroz fueron cosechadas en la madurez fisiológica del grano, separados en parte aérea y panículas, secadas en un horno con circulación forzada de aire a 60 °C por 72 horas, luego fueron pesadas y molidas (tamiz de 0.42 mm) para el análisis de N y abundancia de ^{15}N (Barrie y Prosser 1996).

Los cálculos de acumulación de N total, porcentaje del nitrógeno proveniente del fertilizante (Nppf) y el aprovechamiento de nitrógeno del fertilizantes (Aprov) se realizaron según Silva *et al.* (2006).

Los datos se sometieron a análisis de varianza y los promedios se compararon mediante la prueba de DMS al 5% y el análisis de regresión, utilizando el software estadístico SAS (SAS Institute 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de altura y cantidad panículas por plantas en relación a la dosis creciente de N son presentados en la Figura 1. Se observa que la altura mínima reportada fue 69.3 cm en ausencia de aplicación de N mineral: La altura máxima fue de 81.3 cm con la aplicación de 140 kg de N por hectárea. Por encima de esta dosis la altura disminuyó. Esto puede indicar una excesiva aplicación de N, esto concuerda con lo reportado por Contreras (1999).

El número de panículas por planta se mantuvo en aumento hasta la dosis de 80 kg N ha⁻¹, mientras que después de esta dosis la cantidad de panícula fue mantenida sin variación hasta la dosis de 140 kg de nitrógeno, indicando que este parámetro no fue influenciado por efecto de la aplicación de nitrógeno de la aplicación de 80 kg hasta la dosis de 140 kg de N, Figura 1.

Hubo un efecto significativo ($P \leq 0.01$) de las dosis de nitrógeno aplicadas en suelo relación a la producción en granos, esto corrobora lo expuesto por Fageria y Prabhu (2004), quienes indican que el uso de fertilizantes nitrogenados aumenta la producción en el cultivo de arroz. Los datos de la producción de granos por planta se ajustaron al modelo lineal ($Y=3044.49 + 23.71N$), en base a la ecuación ajustada indica que por cada kilogramo de nitrógeno aplicado al suelo la producción de arroz en grano seco y venteado aumenta 23.71 kg.

El porcentaje de nitrógeno en la planta proveniente del fertilizante (Nppf) y el aprovechamiento del nitrógeno aplicado al suelo en forma de fertilizantes en función del fraccionamiento del nitrógeno son resumidos en el

Figura 3. El porcentaje de nitrógeno en la planta de arroz proveniente del fertilizantes fue de 12.5% cuando fue aplicado en la primera aplicación, esto indica que valores estadísticamente inferiores a las demás aplicaciones, mientras que la aplicación en el máximo macollamiento fue de 21.3%, esté valor representa un aumento de casi 9% en relación al nitrógeno proveniente del fertilizantes en la planta de arroz. En la Figura 3, se nota que la aplicación en el máximo macollamiento y en el inicio del primordio floral no presentara diferencias significativa. El mismo comportamiento presentó el aprovechamiento del nitrógeno aplicado como fertilizantes, donde el menor aprovechamiento fue cuando se aplicó el nitrógeno en la primera aplicación de fertilizantes, correspondiente a los 7 días después del trasplante. Esto podría indicar que las aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de arroz en la República Dominicana correspondiente a la primera aplicación, pueden ser superiores a la demandada por la planta en esta etapa y pudiera disminuirse, siendo así posible reducir los costos de producción por el uso de fertilizantes.

CONCLUSIONES

La máxima altura de la planta se obtuvo con la aplicación de nitrógeno en dosis de 140 kg ha⁻¹.

Los rendimientos presentaron un comportamiento directo con la aplicación de nitrógeno al suelo

La primera aplicación de fertilizantes resultó ser la de menor eficiencia en relación al nitrógeno en planta proveniente del fertilizante y también presentó el menor aprovechamiento del nitrógeno aplicado como fertilizante

La aplicación de nitrógeno en el máximo macollamiento presentó igual comportamiento al aplicado en el inicio del primordio floral, tanto para el NPPF como para el aprovechamiento.

RECOMENDACIONES

Agradecemos a la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), por la disponibilidad de los fertilizantes marcado con ¹⁵N y la realización de todos los análisis isotópicos de este experimento. Al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) por el apoyo en la realización de este proyecto. Agradecemos en especial a la Comisión Nacional de Energía (CNE) de la Republica Dominicana por su excelente trabajo de supervisión y trámites ante la AIEA.

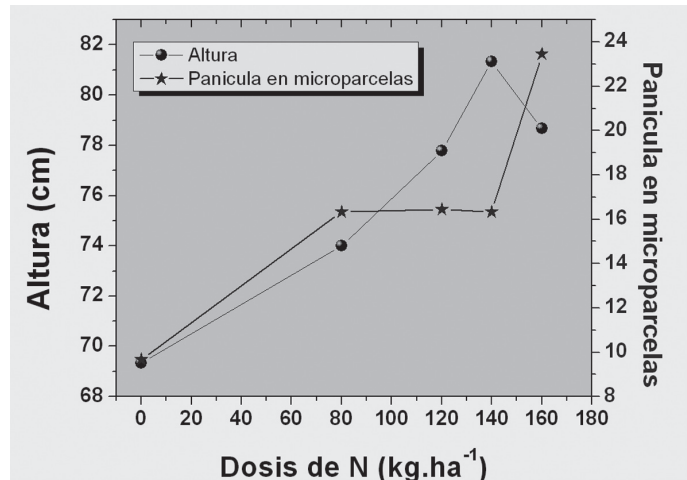


Figura 1. Variación de la altura y cantidad de panículas por plantas en relación de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno mineral marcado (¹⁵N-urea)

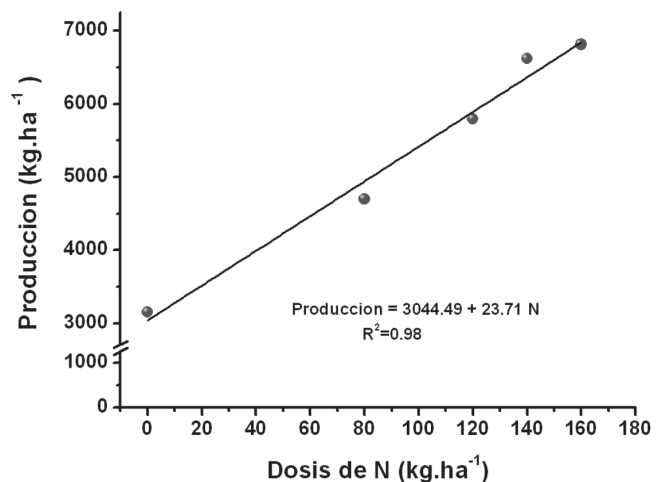


Figura 2. Producción en grano paddy en función de la dosis creciente de nitrógeno mineral marcado (¹⁵N-urea).

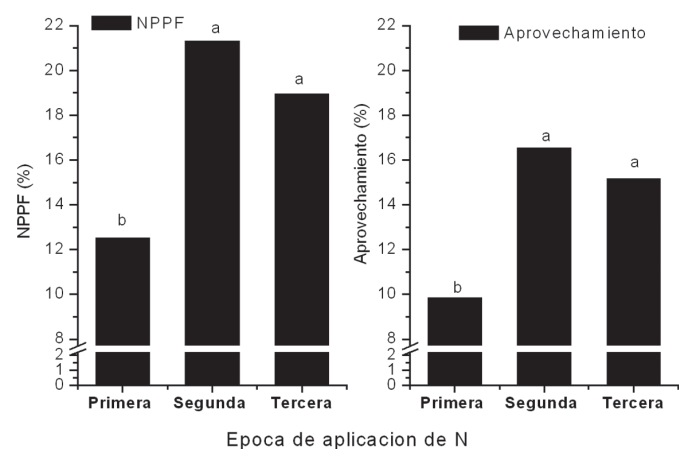


Figura 3. Nitrógeno en la planta proveniente del fertilizante (%) y aprovechamiento del nitrógeno (¹⁵N-urea) en relación a la época de aplicación del fertilizante, letras iguales en las barras no difieren de acuerdo a la prueba de DMS al 5% de probabilidad.

LITERATURA CITADA

- Barrie, A.; Prosser, S. 1996. Automated analysis of light-element stable isotopes by isotope ratio mass spectrometry. In: Boutton, T.W.; Yamasaki, S. (Ed.). Mass Spectrometry of Soils. New York: Marcel Dekker, 1996, Pp.1-46
- Contreras, F. 1999. Uso racional de fertilizantes en arroz (*Oryza sativa*) en la República Dominicana. Revista del Departamento de Investigaciones Agropecuaria, Secretaría de Estado de Agricultura, Santo Domingo, DO. V.1, No.1
- Contreras F.; Matsuya, K.; Nova, J. y Colón, J. Relación del contenido de clorofila y niveles de nitrógeno en arroz por inundación. Memorias de la XLVIII Reunión Anual del PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios y Animales) Celebrada del 14 al 20 de abril en Santo Domingo, DO.
- Fageria, N.; Prabhu, A. 2004. Controle de brusone e manejo de nitrogênio em cultivo de arroz irrigado. Pesq. Agropec. Bras. 39(2):123-129
- Fomento Arroceros, 2010. Departamento de estadística, Ministerio de Agricultura, Juma Bonao
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2009. Estadísticas Agropecuarias.
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Estadísticas Agropecuarias.
- Pinstrup-Anderson, P.; Pandey-Lorch, R.; Rosegrant, M. The world food situation: recent developments, emerging issues and long-term prospects. Vision 2020: Food Policy Report. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, 36 p.
- Rajarathinam, P.; Balasubramanian, P. 1999. Effect of plant population and nitrogen on yield attributes and yield of hybrid rice (*Oryza sativa*). Indian J. Agron., 44: 717-21
- SAS Institute Incorporation. 2001. The SAS-System for Windows release 8.02 (TS2M0) (software). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2005. Estadísticas Agropecuarias.
- Silva, E.; Muraoka, T.; Buzetti, S.; Veloso, M.; Trivelin, P. 2006. Aproveitamento do nitrogênio (¹⁵N) da crotalaria e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. Ciência Rural, 36:739-746.
- Smil, V. 1999. Nitrogen in crop production: An account of global flows. Global Biogeochemical Cycles 13:647-662.
- Smil, V. 1997. Global population and the nitrogen cycle Scientific American. 277(1):76-81.
- Tilman, D.; Fargione, J.; Wolff, B.; D'Antonio, C.; Dobson, A.; Howarth, R.; Schindler, D.; Schlesinger, W.; Simberloff, D.; Swackhamer, D. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. Science 292(5515):281-284

Situación de la Buba (*Albonectriarigidiuscula*=*Fusarium decemcellulare*) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en fincas de San Francisco de Macorís, República Dominicana

Juan Moya¹ y Julio Borbón²

Abstract

Cocoa cushion gall is a disease expressed as tumors in plants, affecting the flower cushions. It can appear as Green Points, Flowery, Fan, Knob, Lobular and Disc types. Affected trees may become unproductive. In the Dominican Republic there are not reports on the incidence, severity, and others related information. This study was conducted to determine the status of the cushion gall, mainly the green points gall, in field production of cocoa in San Francisco de Macoris (SFM). It was conducted in sub zones Mirabel, El Cercado y La Peña. The incidence and severity were determined with a sample of 98 farms using a stratified probability sampling. The 86.7% of farms presented incidence, with high severity. The Mirabel showed the highest incidence with 93.3% of farms affected. The subzones El Cercado and La Peña, presented 84.6% and 86.4%, respectively. Galls types found were: Green Points, Flowery, Knob and Disc. Affected plants averaged 14.7 galls per plant. In 36.5% of the farms, the first plants with gall were observed in the center of the plantations. In 27.1% of the farms cushion gall began 1 to 3 years ago, 24.7% in the last 4 to 8 years ago and 18.8% for 9 to 12 years ago. Farms with high incidence and high or very high severity, showed high productivity. The cushion gall is widespread in SFM, and the subzones are highly affected.

Keywords: Plantations, sampling, disease, floral cushion, incidence, severity

Resumen

La Buba del cacao es una enfermedad que se manifiesta en forma de tumoraciones en las plantas, afectando los cojines florales. Puede presentarse como puntos verdes, floral, abanico, perilla, lobular y disco. Los árboles afectados pueden tornarse improductivos. La República Dominicana no dispone de reportes sobre la incidencia, y severidad de la Buba en cacao, entre otras informaciones. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la situación de la Buba, en especial la de puntos verdes, en el cultivo de cacao en el municipio San Francisco de Macorís (SFM). La investigación fue realizada en las sub-zonas agropecuarias Mirabel, El Cercado y La Peña. Se determinó la incidencia y severidad con una muestra de 98 fincas mediante un muestreo probabilístico estratificado. El 86.7% de las fincas presentó incidencia, con severidad alta. Mirabel mostró la mayor incidencia con 93.3% de fincas afectadas, El Cercado y La Peña presentaron 84.6% y 86.4%, respectivamente. Los tipos de Buba encontrados fueron: puntos verdes, floral, perilla y disco. Las plantas afectadas tuvieron un promedio de 14.7 Bubas por planta. En el 36.5% de las fincas, las primeras plantas con Buba se observaron por el centro de las plantaciones. En el 27.1% de la fincas la Buba comenzó hace 1 a 3 años; en el 24.7% hace 4 a 8 años y en el 18.8% hace 9 a 12 años. Fincas con alta incidencia y severidad alta o muy alta, presentaron alta productividad. La Buba está ampliamente diseminada en SFM y las sub-zonas se encuentran altamente afectadas.

Palabras clave: Chocolate, mermelada, inocuidad, refinado, tostado.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los principales cultivos de exportación en la República Dominicana. La producción promedio anual del país, desde el año cacaotero 2003/2004 al 2012/2013 fue de 51,987.60 toneladas métricas. De estas, se exportaron, en promedio, 49,096.16 toneladas anuales, que generaron US\$121,031,040.26 (MA 2014). El área sembrada a nivel nacional es aproximadamente 152,000 hectáreas (aprox. 2,436,185 tareas) y en ella se encuentran 36,184 productores. En el municipio San Francisco de Macorís, de la provincia Duarte se encuentran 5,990 de estos productores, que representan el 15% del país. Los mismos cuentan con aproximadamente 25,289 hectáreas (aprox. 404,624 tareas) que constituyen el 16.63% de la superficie a nivel nacional (MA 2006).

La producción de cacao puede ser afectada desfavorablemente por varios factores, como son: las condiciones climáticas y las plagas y enfermedades, entre otros. En nuestro país, la enfermedad más importante es la Mazorca negra causada por *Phytophthora* spp. (Batista 2009). Otras enfermedades fungosas presentes son Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), el Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*), el Mal de hielacha (*Pellicularia koleroga*), la Mancha parda del fruto (*Diplodia theobromae*), la Mancha foliar (*Alternaria* sp., *Cercospora* sp.), la Pudrición radicular (*Fusarium* sp.), *Botryodiplodia theobromae* (SEA 1999), Roselinia o Pudrición de la raíz (*Rosellinia* spp.), y la Buba o agalla (*Fusarium decemcellulare*), entre otras (González 2011, Galán 2001).

¹ Investigador Estación Experimental Mata Larga, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). alenork@hotmail.com

² Investigador y profesor de Sanidad Vegetal. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

La Buba del cacao (*Albonectria rigidiuscula* = *Fusarium decemcellulare*) es una sintomatología muy variada que se manifiesta en forma de hiperplasias, hipertrofias, tumoraciones y desorganizaciones meristemáticas en el tronco y en las ramas de las plantas, afectando principalmente los cojines florales (Reyes y Capriles 2000). Causa disminución de la producción de frutos y se encuentra distribuida en casi todos los países productores de cacao del mundo (Enríquez 1985, Reyes y Capriles 2000). La misma puede presentarse como puntos verdes, floral, abanico, perilla, lobular y disco (Brenes 1981).

La Buba de puntos verdes son tumoraciones globosas formadas por agrupamiento de yemas verdes, compactas, caedizas, con aspecto de coliflor, que se unen a la planta por un pedúnculo central corto y leñoso (Reyes y Capriles 2000). La floral se caracteriza porque los cojines florales presentan en su periferia un gran número de flores de aspecto normal. Una sola buba puede producir varios cientos de flores en una estación (Braudeau 1978). En la Buba de abanico los cojines florales presentan ramas alargadas las cuales tienen muchas ramificaciones, entrenudos cortos y gruesos. Sobre estos entrenudos nacen miles de flores que se agrupan en forma de abanico (Reyes y Capriles 2000).

La Buba de perilla está constituida por nudosidades o abultamientos leñosos de color marrón (Reyes y Capriles 2000). Tiene superficie lisa, dura, forma redonda, y por lo general es pequeña. El punto de unión al tronco o de la rama es bastante pequeño en relación diámetro de la Buba, por lo que, puede ser separada con las manos con poco esfuerzo (Hutchins y Siller 1960 citados por Brenes 1981). La Buba lobular es de apariencia entre Buba de puntos verdes y Buba floral pero la coloración es marrón claro. Presenta una estructura redondeada formada por crestas o lóbulos pegados unos con otros (Brenes 1981). La Buba de disco es una estructura plana bastante dura la cual está firmemente unida al tronco en un punto que abarca casi la totalidad de la Buba. Es muy difícil de separar sin la ayuda de una herramienta filosa (Hutchins y Siller 1960 citados por Brenes 1981).

En la República Dominicana, sobre la Buba del cacao, no se dispone de reportes sobre la incidencia y severidad (nivel de infección), entre otras informaciones relacionadas. Sin embargo, se observa que la Buba de puntos verdes afecta la producción nacional de manera paulatina y consistente. En los últimos años, se ha notado un importante aumento de la intensidad (incidencia y severidad) de esta enfermedad. En la región nordeste (Provincia Duarte) se observa un aumento considerable del número de fincas afectadas y de árboles infectados (J.L. González 2012, comunicación personal). En la región Este del país (provincias La Altagracia y El Seibo)

se han encontrado fincas con 70 a 85% de árboles infectados por la Buba de puntos verdes (J.C. Rijo 2012, comunicación personal).

La Buba de puntos verdes en la República Dominicana aparentemente inició en la región este, y de aquí se ha extendido a las demás regiones del país. En el año 1977 se observaron plantas de cacao con síntomas de esta Buba en El Seibo, y luego entre los años 1983 y 1984 en la provincia Duarte en la comunidad de La Peña, del municipio San Francisco de Macorís (O. Rodríguez 2012, Comunicación personal). En el año 2001, en una caracterización del sistema de producción de cacao en la provincia Duarte, Tejada y Andújar (2004) encontraron que el 17% de los productores encuestados respondió que tenía incidencia de Buba de puntos verdes en su finca. La incidencia y severidad de la Buba varían con el cultivar, edad de la planta y las condiciones ambientales (Enríquez 2004).

Los árboles afectados por la Buba pueden presentar 60% de pérdidas de la producción (Enríquez 1985), tornarse improductivos, y constituirse en fuente de contaminación (Parra *et al.* 2009). Se han encontrado plantaciones con 90% de los árboles afectados y con una producción casi nula Enríquez (1985). En caso de ataques muy severos a los cojines florales no hay formación de mazorcas (Enríquez 2004, Escamilla 1960) y no hay cosecha del todo (Hardy 1961). Por esto, los árboles muy infectados hay que eliminarlos en su totalidad (Phillips y Cerda 2009). Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la situación actual (incidencia y severidad, patrón de comportamiento y tiempo en las plantaciones, y su efecto en la producción de mazorcas) de la Buba, en especial la de puntos verdes, en el cultivo de cacao en el municipio San Francisco de Macorís (SFM) de la provincia Duarte.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en las subzonas agropecuarias Mirabel, El Cercado y La Peña, de la Dirección Regional Agropecuaria Nordeste del Ministerio de Agricultura (MA), en el municipio San Francisco de Macorís (SFM), provincia Duarte, durante el periodo enero-abril del 2014. SFM está localizado entre los 19° 18' latitud norte y 70° 15' longitud oeste. Tiene una superficie territorial de 763.77 km² (Marcano 2013), pluviometría promedio anual de 1450 mm y temperatura promedio anual de 26 °C. El estudio fue realizado en plantaciones de cacao con altitudes entre 52 y 566 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Se realizó un muestreo probabilístico estratificado por sub zona con una muestra de 98 productores (fincas) de cacao. La muestra fue seleccionada en base a una población de 5,990 productores de cacao existentes en el Municipio SFM (MA 2006), y con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N} \quad \text{en donde} \quad n' = \frac{S^2}{V^2}$$

n = Tamaño de la muestra

n' = Tamaño provisional de la muestra

N = Tamaño de la población (5,990 productores)

S² = Varianza de la muestra expresada como probabilidad de ocurrencia [p (1-p)]

V² = Varianza de la población = cuadrado del error estándar estimado (ES)

Se utilizó una p = 0.5 y ES = 0.05 (estimado)

El número de productores en cada sub-zona se determinó según una proporción estimada del número total de productores existentes en el municipio. Esta proporción fue considerada por técnicos consultados del Ministerio de Agricultura. Se consideró 15% de los productores existentes en la sub zona Mirabel, 40% en la sub zona El Cercado y 45% en la sub zona La Peña, Tabla 1.

La cantidad de productores evaluados en cada sub-zona se determinó según la proporción de la muestra (n) del total de la población de productores (98/5,990=0.01636), Tabla 2.

Los productores se escogieron de manera aleatoria de listados disponibles en las sub-zonas agropecuarias del Ministerio de Agricultura, y en recorridos sistemáticos de las áreas cacaoteras. En estos recorridos se escogió una finca de cacao aproximadamente cada 2 o 3 km. Se entrevistó a los encargados o dueños de las mismas, se les mostraron fotografías de los diferentes tipos de Buba del cacao preguntándoles si los han observado en la finca. Las fincas fueron recorridas, anotando las informaciones pertinentes sobre la Buba, y fueron georeferenciadas con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), Figura 1.

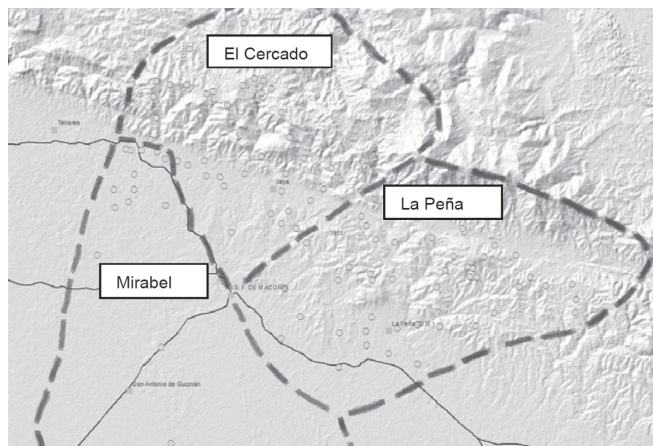


Figura 1. Fincas de cacao evaluadas en las sub-zonas del municipio San Francisco de Macorís. (Fincas identificadas por los puntos verdes y sub-zonas por líneas negras de trazos gruesos).

Tabla 1. Número estimado de productores por sub zona en el municipio San Francisco de Macorís.

Sub zona	Proporción estimada (%)	Número estimado de productores (Unid.)
Mirabel	15	898
El Cercado	40	2,396
La Peña	45	2,696
Total	100	5,990

Tabla 2. Número de productores evaluados por sub zona en el municipio San Francisco de Macorís.

Sub zona	Número estimado de productores	Proporción	Productores evaluados
Mirabel	898	0.01636	15
El Cercado	2396	0.01636	39
La Peña	2696	0.01636	44
Total	5,990	0.01636	98

Fueron evaluadas la incidencia y la severidad (grado o nivel de infección) de la Buba, por finca, sub-zona y municipio. La incidencia se evaluó en porcentaje y la severidad según el nivel de infección. También, fue registrado el número promedio de Bubas por planta (en tronco y ramas), y se estimó visualmente, en centímetro (cm), el tamaño aproximado de la Buba más grande en cada planta. Se tomó en cuenta la distribución de las plantas enfermas en las fincas, y además, se relacionaron la incidencia y la severidad de la Buba con la productividad de cacao de las fincas.

La incidencia de la Buba dentro de cada finca, subzona y el municipio se determinó porcentaje, y la severidad con una escala cualitativa combinada que integra la incidencia (porcentaje de plantas o fincas afectadas por la Buba) y el grado de infección en las mismas. La escala tiene cinco grados: 0, 1, 2, 3, y 4, según el nivel de infección nulo, leve, moderado, alto, y muy alto, respectivamente, Tabla 3.

La severidad es grado 3 (alto) cuando del 6 al 20% de las plantas (para tener la información de las fincas) o de las fincas (para tener la información de las sub-zonas o del municipio) tiene incidencia de Buba con grado de infección 3 ó 4; o también, cuando del 21 al 40% de las plantas o de las fincas tiene incidencia de Buba con grado de infección 1 ó 2. Como en algunos casos el resultado permitió elegir entre dos niveles de severidad, se escogió la que tuvo grados de infección 3 y 4, por ser los grados más avanzados de la enfermedad.

El nivel de infección de la Buba en las plantas se determinó con una escala cualitativa de cinco grados: nulo, leve, moderado, alto y muy alto, según el área de la planta afectada por la Buba, expresada en porcentaje, Tabla 4. El tallo y las ramas se dividieron visualmente en secciones o áreas según la presencia o no de la Buba, Figura 2.

Tabla 3. Escala cualitativa combinada utilizada para determinar la severidad de la Buba del cacao en fincas, sub zonas y municipio.

Severidad		Variables combinadas	
Grado	Nivel de infección	Incidencia (%)	Grado de infección
0	Nulo	0	0
1	Leve	≤ 5	1, 2
		< 1	3, 4
2	Moderado	6-20	1, 2
		1-5	3, 4
3	Alto	21-40	1, 2
		6-20	3, 4
4	Muy alto	≥ 41	1, 2
		≥ 21	3, 4

Nota: Esta es una escala preparada por los autores según su apreciación del nivel de infección que representa la Buba.

Tabla 4. Escala cualitativa para estimar la severidad de la Buba en plantas de cacao.

Severidad		Área de la planta afectada por Buba (%)
Grado	Nivel de infección	
0	Nulo	0
1	Leve	< 1-5
2	Moderado	6-20
3	Alto	21-40
4	Muy alto	≥ 41

Nota: Esta es una escala subjetiva preparada por el autor según la apreciación visual del área afectada por la buba en la planta de cacao.

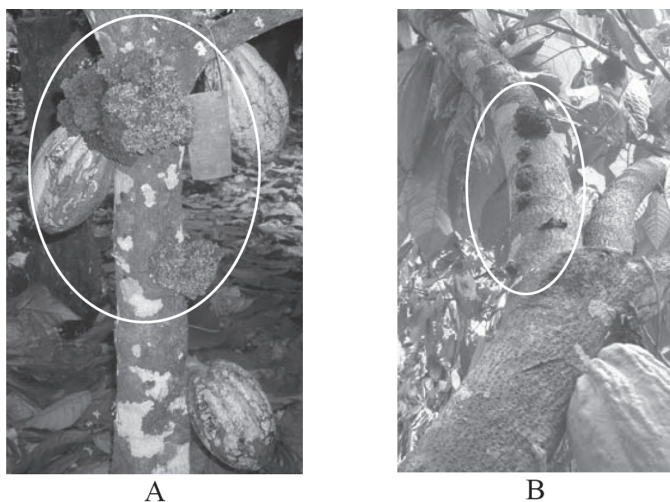


Figura 2 Secciones del tronco y ramas afectadas (círculos) por la buba de puntos verdes: A: sección en tronco; B: sección en rama.

En cada finca, las plantas evaluadas se escogieron en dos campos de aproximadamente 432 m² (18 m x 24 m) cada uno. Estos campos se establecieron en áreas afectadas por Buba. En cada campo fueron evaluadas 12 plantas, para un total de 24 plantas por finca. Las plantas se escogieron de manera sistemática (cada tres plantas) a partir de la primera planta de cacao afectada por Buba que observó el productor.

El porcentaje de plantas afectadas en la finca se ajustó según la forma en que está distribuida la Buba en la finca. En las fincas con distribución de la Buba generalizada y uniforme (en toda la finca), se consideró el resultado obtenido en la evaluación de los campos; mientras que, en las fincas con distribución localizada (en una o dos áreas pequeñas de la finca) fue considerado el porcentaje de plantas afectadas en toda la finca según la información suministrada por el productor o encargado,

la cual se comparó con los resultados de la evaluación de los campos. Los datos del estudio fueron analizados con estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 86.7% de las fincas del municipio (SFM) presentó incidencia de Buba, y con severidad grado 3 (alta). La sub zona agropecuaria Mirabel mostró la mayor incidencia de Buba, con 93.3% de las fincas afectadas por la enfermedad. Las sub zonas El Cercado y La Peña, presentaron 84.6 y 86.4% de fincas afectadas, respectivamente. Las sub zona Mirabel y La Peña presentaron severidad grado 3 (alta), mientras que El Cercado mostró severidad grado 2 (moderada), Tabla 5. La distribución de las fincas en las sub-zonas agropecuarias según la severidad de la Buba se muestra en la Figura 3.

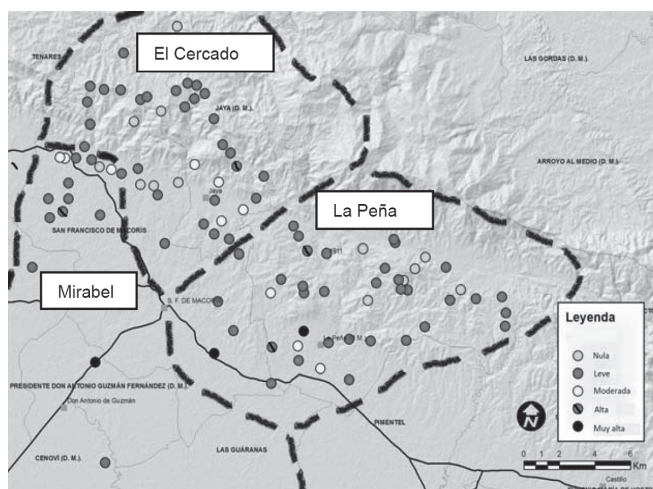


Figura 3. Distribución de fincas de cacao en las sub-zonas agropecuarias del municipio San Francisco de Macorís según severidad de la buba. (Fincas identificadas por puntos y sub zonas agropecuarias por líneas de trazos gruesos).

Tabla 5. Fincas de cacao afectadas por Buba según lugar (sub zonas agropecuarias y municipio) en San Francisco de Macorís.

Lugar	Fincas		Porcentaje de fincas según severidad					Severidad
	Evaluadas	Afectadas	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
	(Unid.)	(Unid.) (%)						
Mirabel	15	14 93.3	6.7	60.0	20.0	6.7	6.7	Alta
El Cercado	39	33 84.6	15.4	71.8	10.3	2.6	0.0	Moderada
La Peña	44	38 86.4	13.6	70.5	6.8	4.5	4.5	Alta
SFM	98	85 86.7	13.3	69.4	10.2	4.1	3.1	Alta

Las fincas del municipio SFM presentaron un promedio de 3.8% plantas de cacao afectadas por la Buba. En las sub-zonas Mirabel, El Cercado y La Peña, el promedio de plantas afectadas por finca fue 5.5, 1.9 y 4.1% respectivamente.

El porcentaje máximo de plantas afectadas por Buba a nivel de finca fue 50%, y se observó en La Peña, Tabla 6. Este número máximo de plantas afectadas está por debajo del observado por Rijo en fincas de la región Este del país; además, podría considerarse moderado con relación al 90% referido por Enríquez (1985).

En las fincas evaluadas fueron encontradas Bubas de puntos verdes, Figura 4, floral, Figura 5, perilla, Figura 6, y disco, Figura 7. La Buba tipo abanico no se observó en las evaluaciones de campo; algunos productores expresaron que la han encontrado en su finca y la han eliminado en las labores de poda y deschuponado de la planta de cacao. Sin embargo, como no se encontró en los recorridos de las fincas, es probable que los productores la hayan confundido con otro tipo de crecimiento vegetativo.

Como se puede observar en la Figura 4, la Buba de puntos verdes puede presentarse en tronco, ramas y pedúnculo de la mazorca de las plantas de cacao. La coloración inicialmente es verde, luego cambia a marrón y finalmente se torna color negro.

Como se puede notar en la Figura 5, las plantas afectadas por la Buba floral presentan floración abundante y baja producción de mazorcas. Por lo general, estas plantas fueron encontradas de manera aislada en la finca. Solo en una finca se encontraron cinco árboles contiguos afectados por este tipo de Buba. La planta que presenta Buba floral los productores la denominan "árbol macho".

Como se puede observar en las figuras 6 y 7, la Buba de perilla y de disco encontradas presentaron las características descritas por Hutchins y Siller (1960) citados por Brenes (1981), respecto a que la primera puede despegarse con las manos debido a que el punto de unión al tronco es muy pequeño, y que la segunda es muy difícil de despegar sin el uso de una herramienta debido a que el punto de unión al tronco es grande.

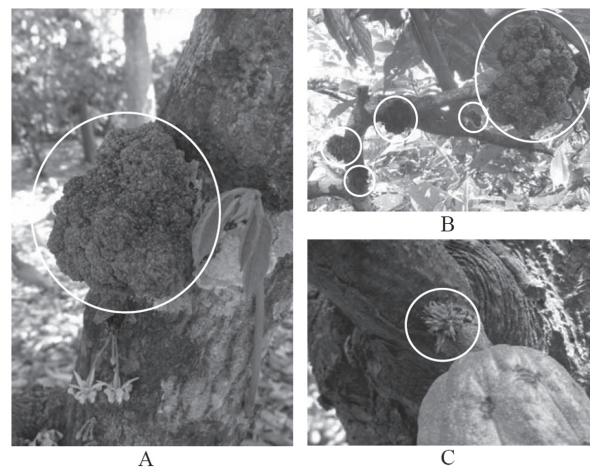


Figura 4. Buba de puntos verdes observada en fincas de cacao (círculos). A: en tronco, B: en rama, C: en la base del pedúnculo de la mazorca.



Figura 5. Buba floral en plantas de cacao. A: cultivar de flor morada, con cojines en proceso de secamiento y con mazorca atrofiada. B: cultivar de flor blanca, con abundante floración y una mazorca normal.

Tabla 6. Número estimado de plantas de cacao afectadas por la Buba a nivel de finca según lugar (sub zonas agropecuarias y municipio de San Francisco de Macorís).

Lugar	Plantas afectadas por finca (%)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Mirabel	5.5	0.0	20.8
El Cercado	1.9	0.0	25.0
La Peña	4.1	0.0	50.0
SFM	3.8	0.0	50.0



Figura 6. Buba de perilla en tronco de cacao. Indicada por el círculo.

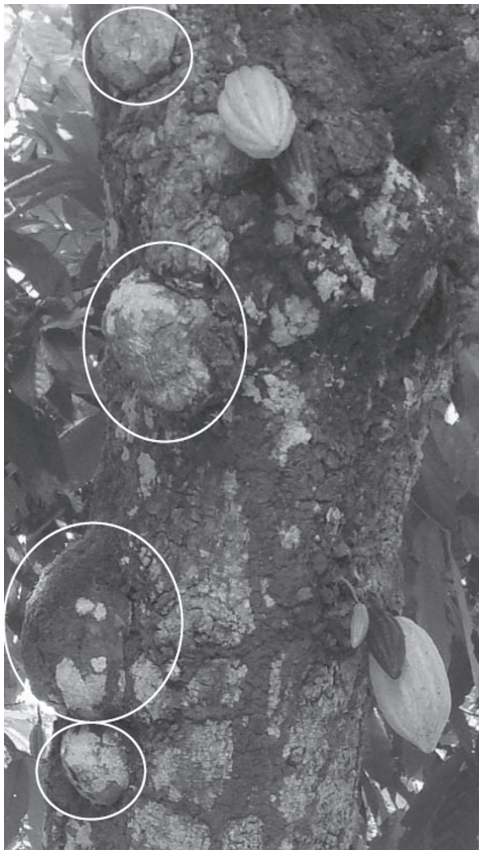


Figura 7. Bubas de disco en tronco de cacao. Indicadas por círculos.

Respecto a la Buba de puntos verdes, se observó que los descendientes clonales procedentes de brote o chupón basal de una planta madre con Buba, adquieren la enfermedad, Figura 8. La Buba de puntos verdes presenta forma de coliflor o de brócoli, con tamaño variado. El color es verde estando joven, y marrón o negro cuando está vieja y seca.

En el municipio SFM, las Bubas de puntos verdes, Floral, y Perilla, se encontraron en promedio en el 81.6, 40.8, 31.6% de las fincas respectivamente; mientras que las Bubas de disco y abanico se encontraron en promedio en el 13.3 y 16.3% de las fincas, respectivamente. La Buba de puntos verdes presentó la mayor incidencia, tanto en el municipio como en cada una de las sub-zonas agropecuarias. En Mirabel, El Cercado y La Peña, la Buba de puntos verdes se encontró en el 93.3, 74.4 y 84.1% de las fincas, respectivamente. La Buba floral se encontró en el 60% de las fincas en Mirabel, 51.3% en El Cercado y 25% en La Peña. La Buba

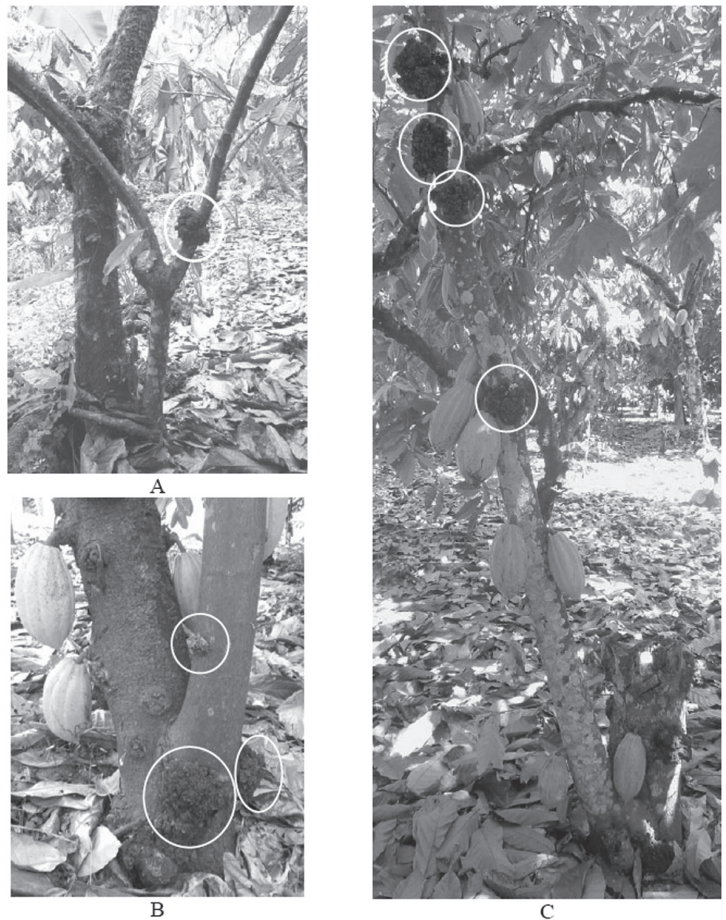


Figura 8. Plantas de cacao hijas con presencia de Buba de puntos verdes (señaladas por círculos). A: Planta hija con Buba seca en rama. B: Tronco de planta hija (Der) con una Buba verde desarrollándose sobre dos Bubas secas en tronco de planta madre (Izq). C: Planta hija con presencia de Buba después de haber sido eliminada la planta madre por estar afectada de la Buba de puntos verdes.

de perilla incidió entre el 25 y 40% de las fincas en las sub zonas agropecuarias, la de disco entre 2.3 y 40% y la de abanico entre 6.7 y 22.7%, Tabla 7.

En las fincas afectadas por la enfermedad la Buba de puntos verdes se encontró en el 94.1% de las fincas, la Buba floral en el 47.0%, la de perilla en el 36.5%, y las de disco y abanico en el 15.3 y 18.8% respectivamente. Se observó que algunas Bubas eran más abundantes o predominantes en las fincas afectadas. La Buba de puntos verdes predominó en el 90.6% de las fincas afectadas. Las Bubas floral, perilla y disco, predominaron en el 5.9, 2.4, y 1.2% de las fincas, respectivamente. La Buba de abanico no predominó en ninguna de las fincas, Tabla 8.

Se encontraron plantaciones con incidencia de más de un tipo de Buba. El 35.3% de las fincas afectadas presentó incidencia de tres o más tipos de Buba, de las cuales, en la sub-zona agropecuaria Mirabel se encontró el mayor porcentaje con 57.1% de las fincas evaluadas, Tabla 9.

Los tipos de Bubas, más frecuentes en una misma finca fueron: puntos verdes, floral y perilla. La Buba de puntos verdes y la floral se encontraron en 84 (98.8%) de las 85 fincas afectadas por Buba. Igualmente, se encontraron plantas con incidencia de más de un tipo de Buba. Las Bubas más frecuentes en una misma planta fueron puntos verdes y floral, y puntos verdes y perilla.

Las plantas de cacao afectadas por Buba tuvieron un promedio de 14.7 Bubas por planta. El número promedio por planta de Bubas de puntos verdes, floral, perilla y disco fue 9.7, 93.8, 7.6 y 5.1 unidades, respectivamente. El mayor número de Bubas se observó en las ramas, excepto la Buba de disco que predominó en el tronco, Tabla 10.

De los tipos de Buba encontrados, la Buba de puntos verdes presentó el mayor tamaño. Los valores promedios del tamaño de las Bubas de puntos verdes, disco y perilla, fueron 19,1, 8.6 y 7.4 cm, respectivamente. La Buba de puntos verdes presentó un largo máximo aproximado de 45 cm, mientras que las Bubas tipo perilla y disco presentaron largo máximo de 15 cm, Tabla 11.

Tabla 7. Fincas de cacao con incidencia de diferentes tipos de Buba según el lugar (sub zona agropecuaria y municipio) evaluado.

Lugar	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas afectadas según tipo de Buba (%)				
		Puntos Verdes	Floral	Perilla	Disco	Abanico*
Mirabel	15	93.3	60.0	40.0	40.0	6.7
El Cercado	39	74.4	51.3	35.9	15.4	12.8
La Peña	44	84.1	25.0	25.0	2.3	22.7
SFM	98	81.6	40.8	31.6	13.3	16.3

* No se observó en las evaluaciones de campo

Tabla 8. Fincas de cacao con incidencia y predominio de los diferentes tipos de Buba en el municipio San Francisco de Macorís.

Tipo de Buba	Fincas afectadas		Fincas con predominio	
	Unid	(%)	Unid	(%)
Puntos verdes	80	94.1	77	90.6
Floral	40	47.0	5	5.9
Perilla	31	36.5	2	2.4
Disco	13	15.3	1	1.2
Abanico *	16	18.8	0	0.0

* No se observó en las evaluaciones de campo

Tabla 9. Fincas de cacao con incidencia de tres o más tipos de Buba en las sub zonas agropecuarias del Ministerio de Agricultura en San Francisco de Macorís.

Sub zona agropecuaria	Fincas evaluadas	Fincas afectadas	Fincas con incidencia de tres o más tipos de Buba	
	Unid	Unid	Unid.	%
Mirabel	15	14	8	57.1
El Cercado	39	33	13	39.4
La Peña	44	38	9	23.7
Total	98	85	30	35.3

Tabla 10. Número de Bubas en tronco y ramas de plantas de cacao (Valores en unidades).

Tipo de Buba	Tronco	Rama	Total	Plantas afectadas	Prom. Bubas/pta		
					Tronco	Rama	General
Puntos verdes	248	1543	1791	184	1.3 (0-31)*	8.4 (0-235)	9.7
Floral	205	920	1125	12	17.1 (0-60)	76.7 (0-250)	93.8
Perilla	57	79	136	18	3.2 (1-10)	4.4 (0-20)	7.6
Disco	29	7	36	7	4.1 (1-12)	1 (0-6)	5.1
Total	539	2549	3088	221	2.6 (0-60)	12.1 (0-250)	14.7

Plantas afectadas por más de un tipo de buba 11

Total neto de plantas afectadas 210

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 11. Tamaño de buba encontrado en el municipio San Francisco de Macorís según tipo de Buba.

Tipo de Buba	Tamaño (cm)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Puntos Vverdes	19.1	2	45
Perilla	7.4	2	15
Disco	8.6	5	15

Fue encontrado un árbol de cacao con una malformación en el tronco, en forma de un ensanchamiento con bifurcación y crecimiento hacia abajo. La misma no presentaba formación de cojines florales ni frutos, Figura 9, y podría tratarse de otro tipo de buba, según la descripción de la enfermedad realizada por Reyes y Capriles (2000).

En el 36.5% de las fincas del municipio, las primeras plantas con incidencia de Buba se observaron por el centro de las plantaciones; mientras que, el 15.3% en el frente, 12.9% en los lados, 8.2% en el fondo y 3.5% en toda la finca. En algunas fincas, estas plantas fueron observadas en más de un lugar. En aproximadamente 12 años después de ser observadas las primeras plantas con Buba el 20.0% de las plantaciones tenía la Buba distribuída en toda la finca, Tabla 12.

Este comportamiento de la Buba, de iniciar en la mayoría de los casos por el centro de la finca, indica que probablemente en estas plantaciones existen condiciones más favorables en este lugar para el establecimiento inicial de la enfermedad.

En las fincas afectadas por la Buba los productores han estado conviviendo con la enfermedad por periodos de tiempo que van desde menos de una año a más de 12

años. En el 27.1% de las fincas (la mayoría) la incidencia de la Buba comenzó hace 1 a 3 años; en el 24.7% hace 4 a 8 años y en el 18.8% hace 9 a 12 años. En el 20.0% de las fincas, los productores observaron la Buba hace menos de un año. En menor porcentaje se ha observado por más de 12 años, Tabla 13.

Esto indica que probablemente el 20% de las fincas con incidencia de Buba se infectaron con la enfermedad en el último año; mientras que, cerca del 80% restante en los últimos 12 años.

Se encontró, que fincas con alta incidencia de Buba y con severidad grado 3 (alta) o grado 4 (muy alta), presentaron alta productividad de cacao. El 81.3 y 100% de las fincas con productividad entre 722 y 1443 kg/ha presentaron incidencia de Buba, con promedios de plantas afectadas por finca de 4.31 y 9.73% respectivamente. También, se encontró que el 87.8% de las fincas con productividad normal de 542 a 721 kg/ha, mostró incidencia de Buba, y un promedio de 3.77% de plantas afectadas. De las 13 fincas sin Buba, seis mostraron productividad de 542 a 721 kg/ha, Tabla 14. Paradójicamente se encontró que a menor productividad, menor promedio de plantas afectadas por finca.

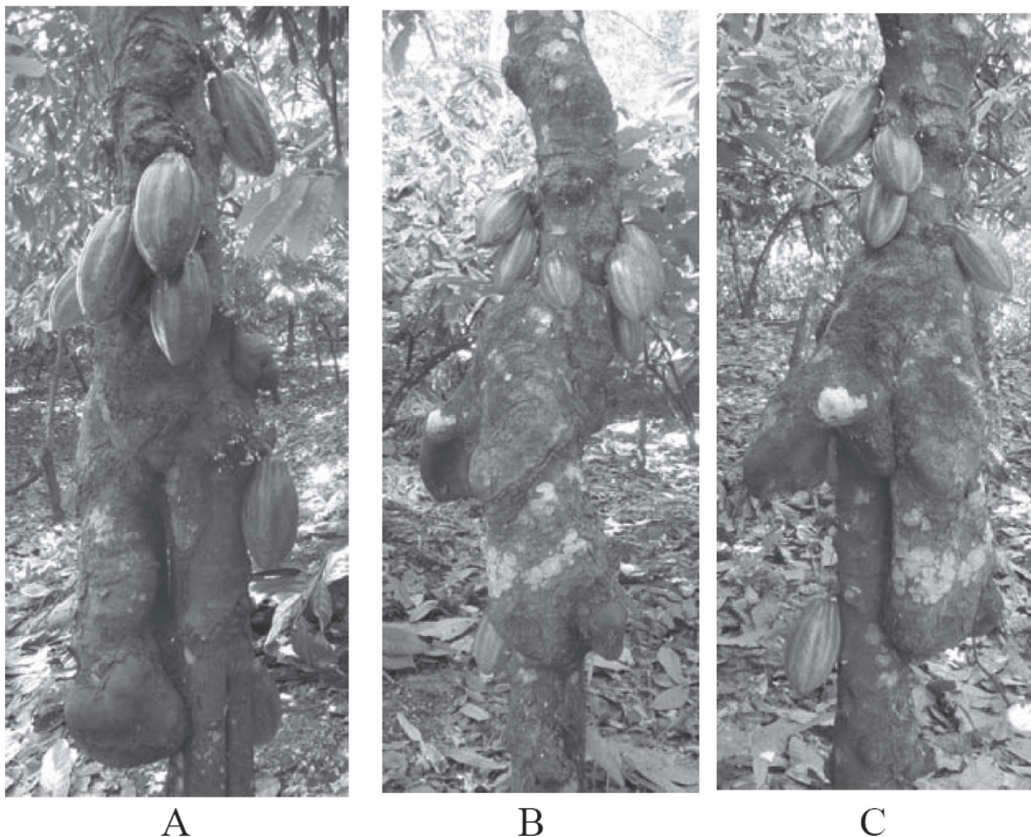


Figura 9. Planta de cacao con malformación atípica en tronco. A: vista frontal, B: vista lateral, C: vista posterior.

Tabla 12. Distribución y comportamiento de las plantas de cacao con Buba dentro de la finca.

Lugar dentro de la finca	Distribución inicial		Distribución final	
	Unid.	%	Unid.	%
Toda la finca	3	3.5	17	20.0
Frente	13	15.3	14	16.5
Centro	31	36.5	23	27.1
Lado	11	12.9	7	8.2
Fondo	7	8.2	3	3.5
Frente-centro	0	0.0	3	3.5
Frente-lado	6	7.1	3	3.5
Frente-fondo	1	1.2	3	3.5
Centro-lado	2	2.4	5	5.9
Fondo-lado	6	7.1	5	5.9
Frente-lado-fondo	0	0.0	1	1.2
No sabe	5	5.9	1	1.2
Total	85		85	

Tabla 13. Fincas de cacao según tiempo transcurrido desde observación primeras Bubas hasta fecha del estudio.

Tiempo transcurrido (años)	Finca	
	Unid	%
≤ 1	17	20.0
1 a 3	23	27.1
4 a 8	21	24.7
9 a 12	16	18.8
> 12	5	5.9
No recuerda	3	3.5
Total	85	100

Tabla 14. Productividad de fincas de cacao y su relación con la incidencia de Buba.

Productividad ¹ (kg/ha)	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca (%)	Fincas sin Buba	
		(Unid.)	%		(Unid.)	%
< 361	3	2	66.7	0.06 (0.0-0.16)*	1	33.3
361 a 541	22	21	95.5	1.90 (0.0-12.50)	1	4.5
542 a 721	49	43	87.8	3.77 (0.0-50.0)	6	12.2
722 a 1082	16	13	81.3	4.31 (0.0-25.0)	3	18.7
1083 a 1443	3	3	100.0	9.73 (0.03-20.83)	0	0.0
1444 a 2164	1	0	0.0	0.00 (0.0-0.0)	1	100.0
Sin dato	4	3	75.0	4.52 (0.0-16.67)	1	25.0
Total	98	85			13	

¹ Productividad en granos secos. * Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

También, fue encontrada una finca con severidad grado 4 (muy alta) y productividad alta de 1083 a 1443 kg/ha. Además, se hallaron dos fincas con severidad grado 4 (muy alta) y productividad de 542 a 721 kg/ha, Tabla 15. La mayoría de las plantas de cacao con incidencia de la Buba de puntos verdes mostraron niveles normales de producción de mazorcas; mientras que, se observó que todas las plantas afectadas por la Buba floral presentaron fructificación muy baja (1-10 mazorcas/pta) o nula.

Estos resultados indican, que al momento de levantar la información, la incidencia y la severidad de la Buba de puntos verdes, no afectaron de manera importante la productividad de mazorcas en las fincas de cacao evaluadas. Esto probablemente debido a que al momento del estudio todavía las plantas tenían la capacidad de tolerar la enfermedad. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que según Enríquez (1985) las plantas afectadas pueden perder un 60% de la producción, y según Parra *et al* (2009) pueden volverse improductivas.

CONCLUSIONES

La Buba del cacao está ampliamente diseminada en el municipio San Francisco de Macorís (SFM), y las sub zonas agropecuarias estudiadas se encuentran muy afectadas por la enfermedad. El 86.7% de las fincas del municipio presentó incidencia de Buba, con severidad grado 3 (alta). La sub zona Mirabel mostró la mayor incidencia, con 93.3% de fincas afectadas, y severidad grado 3 (alta). La sub zona El Cercado mostró 84.6% de fincas afectadas con severidad grado 2 (moderada), y La Peña 86.4%, con severidad grado 3 (alta).

En el municipio SFM, las fincas tuvieron en promedio 3.8% de plantas de cacao con incidencia de Buba. En la sub-zona agropecuaria Mirabel 5.5%, en El Cercado 1.9% y en La Peña 4.1%.

En las fincas evaluadas se encontró incidencia de cuatro tipos de Buba: puntos verdes, floral, perilla y disco, mientras que, la Buba tipo abanico no fue observada; sin embargo, el 16.3% de los productores encuestados respondió que la ha observado en su finca.

La Buba de puntos verdes se encontró en el 81.6% de las fincas evaluadas, la floral en el 40.8%, la tipo perilla en el 31.6% y la Buba de disco en el 13.3% de las fincas;

Las plantas de cacao afectadas presentaron un promedio de 14.7 Bubas por planta. El número promedio por planta de Bubas de puntos verdes, floral, perilla y disco fue 9.7, 93.8, 7.6 y 5.1 unidades, respectivamente.

En el 36.5% de las fincas con incidencia de Buba, las primeras plantas con la enfermedad se observaron por el centro de las plantaciones, lo cual pudiese indicar el patrón de distribución de la Buba de puntos verdes en su inicio está localizado en el centro de las fincas. Lo que significa que probablemente las causas del inicio de la incidencia de la enfermedad están vinculadas con características intrínsecas de las plantas afectadas y con el entorno en que estas se encuentran.

En el 27.1% de las fincas la incidencia de la Buba inició hace 1 a 3 años; en el 24.7% hace 4 a 8 años y en el 18.8% hace 9 a 12 años.

La incidencia y la severidad de la Buba de puntos verdes, al momento de realizar el estudio, no afectaron de manera importante la productividad de frutos de las fincas evaluadas. Fincas con altos niveles de incidencia y severidad mostraron mayor producción de frutos que otras con menor incidencia y severidad.

Tabla 15. Productividad de fincas de cacao y su relación con la severidad de la Buba.

Productividad (kg/ha)	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
< 361	1	2	0	0	0	3
361 a 541	1	18	2	1	0	22
542 a 721	6	36	4	1	2	49
722 a 1082	3	9	2	2	0	16
1083 a 1443	0	1	1	0	1	3
1444 a 2164	1	0	0	0	0	1
Sin dato	1	2	1	0	0	4
Total	13	68	10	4	3	98

RECOMENDACIONES

Realizar estudios epidemiológicos de la Buba de puntos verdes y la Buba floral en las plantaciones de cacao del país;

Investigar el efecto de la Buba de puntos verdes y la floral en la productividad de frutos en híbridos y clones de cacao;

Confirmar la incidencia de la Buba tipo abanico en las plantaciones de cacao del municipio SFM;

Determinar los factores predeterminantes que inducen el inicio de la Buba de puntos verdes en el centro de las plantaciones; y

Determinar la interacción entre patógeno-hospedero que permita justificar la alta producción con altos niveles de incidencia y severidad y viceversa, de la Buba de puntos verdes.

LITERATURA CITADA

Batista, L. 2009. Guía técnica del cultivo de cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana, Cedef. Pp. 31, 53 y 139.

Braudeau, J. 1978. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. Barcelona, ES. Pp. 97-98.

Brenes, G. 1981. Revisión de literatura sobre la Buba del cacao (*Theobroma cacao* L.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de estudio de postgrado. Trabajo presentado en el curso de redacción técnica. 17 p. (En línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado el 14 mayo. 2012. Disponible en: http://books.google.com.do/books?id=KNgOAQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR. Pp. 7, 161-162.

Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Manual Nro. 54. ISBN: 9978-43-493-3. Quito, EC. Pp. 35-62, 267-270.

Escamilla, G. 1960. La Buba del cacao. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Rosario Izapa, Chiapas, MX, 16 p.

Galán, J. 2001. *Theobroma cacao* L. **En:** abc de la Agricultura Dominicana. Ed. helvetas. Santo Domingo, DO. pp. 117-122.

González, JL. 2011. Plagas y enfermedades del cacao. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Plan de apoyo al manejo de las plantaciones del cacao para el Clúster de Cacao y sus derivados, Santo Domingo, DO.

Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Edición español. Editorial Antonio Lehmann. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, CR. pp. 253-308; 342-345; 361.

MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2014. Memoria de comercialización 2003-2013. Datos estadísticos. División de Comercialización, Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.

MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2006. Superficie de cacao sembrada y número de productores por regiones agrícolas y municipios. Datos estadísticos, Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.

Marcano, J. 2013. Provincias Dominicanas. Mi país geografía. Duarte (En línea). Consultado 17 enero. 2014. Disponible en: http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/province/prov_duarte.html

Parra, D.; Pérez, S.; Sosa, D.; Rumbos, R.; Gutiérrez, B; Moya, A. 2009. Avances en las investigaciones venezolanas sobre enfermedades del cacao. RET. Revista de Estudios Transdisciplinarios 1(2): 55-74. VE.

Phillips, W., Cerda, R. 2009. Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Editado por Eduardo Somarriba y Shirley Orozo. 1ª ed. Serie técnica, Manual técnico no. 93. 24 p. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, CR.

Porrás, V.; Sánchez, J. 1991. Enfermedades del cacao. Fascículo No. 5. Serie: Tecnología, comunicación y desarrollo. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, CR. Pp. 7,24-25.

Reyes, H.; Capriles, L. 2000. El cacao en Venezuela. Moderna tecnología para su cultivo. pp. 168-172. (En línea). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/23271157/Cacao-REYES>

SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 1999. Índice de plagas, enfermedades y malezas de las plantas en la República Dominicana. IICA. Sin publicar. Subsecretaría de Extensión y Capacitación Agropecuaria, Departamento de Sanidad Vegetal. Santo Domingo, DO. 128 p.

Tejada, C; Andujar, F. 2004. Caracterización del sistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia Duarte. **En:** Resultados de investigaciones en agroforestería. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. Pp. 81-96. .

Efectividad *in vitro* de 18 cepas nativas *Trichoderma* spp en el control de *Rhizoctonia solani*, patógeno de suelo, en cultivos protegidos

Socorro García¹, Graciela Godoy² y Colmar Serra ²

Abstract

In the Dominican Republic, 70% of greenhouse structures are involved in the production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). This specie is affected by *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* and *Athelia rolfsii*. Most producers control these pathogens with synthetic chemical pesticides. This can result in the emergence of resistances, environmental pollution and residues of pesticides at harvest. The present study evaluated the effectiveness of a native and two commercial strains of *Trichoderma* spp., compared with organic and synthetic commercial fungicides over *R. solani*. The study was conducted at the Mata Larga Experimental Station of the Idiaf, at San Francisco de Macorís. For the experiment, it was used a plant pathogen isolated from diseased pepper plants growing in greenhouse and 18 isolated native strains of *Trichoderma* spp., which were previously identified by amplification and sequencing of the ITS rDNA region. The isolates were faced in dual cultures in Petri dishes for eight days. It was used a completely randomized experimental design (CRD) with 25 treatments and four replication. Radial mycelial growth (CMR) in millimeters were measured and the level of suppression of the pathogen at 24, 48, 72, 96, 168 and 192 hours were evaluated. All native strains of *Trichoderma* spp. were effective *in vitro* against the plant pathogen as they showed moderate to high levels of antagonism.

Keywords: Biological control, pathogen, antagonism, dual culture, suppression rates.

Resumen

En la República Dominicana, el 70 % de las estructuras de invernaderos son dedicadas a la producción del cultivo de ají morrón (*Capsicum annuum* L.). El mismo es afectado por los hongos patógenos de suelos *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Athelia rolfsii* y *Phytophthora capsici*. La mayoría de los productores tratan de controlar estos fitopatógenos con plaguicidas químico-sintéticos. Esto puede producir la aparición de resistencias, contaminación ambiental y presencia de residuos en las cosechas. El presente estudio evaluó la efectividad de cepas nativas y dos comerciales de *Trichoderma* spp. comparado con fungicidas comerciales orgánicos y químico sintéticos sobre *R. solani*. El estudio se realizó en la Estación Experimental Mata Larga del Idiaf, San Francisco de Macorís. Se utilizaron 18 aislados de cepas nativas de *Trichoderma* spp.; las mismas fueron previamente identificadas por amplificación y secuenciación de la región ITS rADN y un fitopatógeno aislado de plantas enfermas del cultivo de ají de invernadero. Los aislados se enfrentaron en cultivo dual durante ocho días en platos Petri. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 25 tratamientos y cuatro repeticiones. Se midió el crecimiento micelial radial (CMR) en milímetros y se evaluó el nivel de supresión del patógeno a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas. Todas las cepas nativas de *Trichoderma* spp. resultaron efectivas *in vitro* contra *R. solani*, ya que mostraron niveles antagonismo desde moderado hasta alto.

Palabras clave: Control biológico, patógeno, antagonismo, cultivo dual, grado de supresión.

INTRODUCCIÓN

El ají es una de las principales hortalizas de importancia económica en el mundo y se utiliza principalmente como condimento. En la República Dominicana, el ají es sembrado tanto a nivel de campo como en estructura bajo ambiente protegido (invernaderos), especialmente el ají morrón, *Capsicum annuum* L. (CEI-RD 2010).

En la República Dominicana el 70 % de las estructuras para la producción agrícola bajo ambiente protegido (invernaderos) son dedicadas a la producción de este cultivo (Promefrin 2011). El cultivo es afectado por

microorganismos fitopatógenos como *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (1881), *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858), *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr. (1978) y *Phytophthora capsici* Leonian (1922), entre otros. Hubert (2008) reportó en agua de riego y sustratos utilizados en invernaderos de San José de Ocoa la presencia de los géneros *Fusarium* (100 %), *Phytophthora* (50 %) y *Rhizoctonia* (41.5 %).

¹ Lcda. M.Sc., Tesis de maestría en Manejo Integrado de Plagas, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), socorrogarcia@hotmail.com

² Asesores de Tesis, Maestría en MIP, UASD, Investigadores Titulares, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), colmar.serra@gmx.net; ggodoykitty@gmail.com

La mayoría de los productores controlan estos fitopatógenos con fungicidas químico-sintéticos. El abuso de estos productos conlleva a un aumento del riesgo de aparición de resistencia, contaminación ambiental y presencia de residuos en las cosechas. A esto se suma que los mercados de alimentos son cada día más exigentes de productos libres de plaguicidas sintéticos (García *et al.* 2006).

Los problemas de alta incidencia de enfermedades radiculares causados por hongos fitopatógenos de suelos, generalmente conllevan a un manejo químico intensivo. Este método resulta ser desventajoso para el productor tanto en el ámbito económico como ecológico, debido al aumento de los costos de producción y los daños al medio ambiente (Reyes *et al.* 2008).

El control biológico con hongos fitopatógenos puede evitar el rechazo en los mercados internacionales por contaminación con residuos de plaguicidas químico-sintéticos. Además, se disminuyen los costos de producción (García *et al.* 2006). En el control microbiológico se cuenta con hongos del género *Trichoderma*. Estos hongos han sido utilizados de manera eficaz en el manejo de enfermedades causadas por diferentes fitopatógenos de suelo en laboratorios, invernaderos y campos en diversos cultivos (Harman 2006, Samuels 2004 y Stefanova 2007).

Biopreparados de *Trichoderma* spp. redujeron significativamente el mal del talluelo (damping-off) causado por *Phytophthora* spp., *R. solani*, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (1923), *A. rolfsii* y *Fusarium* spp. *in vitro*, en condiciones semicontroladas y en campo (Stefanova y Sandoval 1995). *T. harzianum* Rifai, (1969) (cepa A34) mostró buena efectividad en el control de enfermedades causadas por *Phytophthora parasitica*, *P. capsici* y *R. solani* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y ají (*C. annuum*) bajo condiciones de laboratorio y campo (Sandoval *et al.* 1995).

Hoyos *et al.* (2008) reportaron que todos los aislados de *Trichoderma* spp. provenientes de suelos de Colombia, a nivel *in vitro* demostraron un alto poder antagónico contra los hongos *A. rolfsii* y *R. solani*, mientras que, a nivel de invernadero solo cuatro de *T. asperellum* (Samuels 2004) y una de *T. longibrachiatum* Rifai, (1969) fueron efectivos contra *A. rolfsii* en semilleros de plántulas de frijol (> 90 % inhibición de la enfermedad) y dos de *T. asperellum* controlaron a *R. solani* en semilleros de plantas de algodón (58-61 % reducción de la enfermedad). Según Guigón y González (2003) cepas de *Trichoderma* spp. a nivel *in vitro* disminuyeron significativamente ($p \leq 0.01$) el desarrollo micelial de *P. capsici* en un 45% y 51 %.

La utilización de cepas nativas de *Trichoderma* spp. podría ser ventajosa sobre el uso de cepas introducidas. Cepas nativas son adaptadas a las condiciones locales

y a la vez, promoverían la creación de microempresas nacionales para la producción de biopreparados formulados. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de cepas nativas y dos comerciales de *Trichoderma* spp., comparado con fungicidas comerciales orgánicos y químico sintéticos para el control de *R. solani*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el período del 5 al 13 de agosto, 2013, en el laboratorio de Protección Vegetal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), en Mata Larga, San Francisco de Macorís, provincia Duarte. Se utilizaron 18 cepas nativas de *Trichoderma* spp. y un patógeno (*R. solani*). Las cepas procedieron de aislamientos en suelos, sustratos y raíces en invernaderos de las provincias de La Vega, San José de Ocoa y Espaillat, Tabla 1.

Estas cepas fueron obtenidas bajo el proyecto, "Determinación de Alternativas Biológicas para el Control de Patógenos de Suelos en la Producción de Vegetales en Invernadero", con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf). Las cepas se conservan en el Laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Mata Larga del Idiaf (García *et al.* 2015). Las mismas fueron identificadas previamente por amplificación y secuenciación de la región ITS rADN. García *et al.* (2015) presenta el análisis comparativo del genoma de los diferentes aislados de *Trichoderma* spp. usados en este estudio con las bases de datos disponibles en el GenBank.

Rhizoctonia solani fue aislado de plantas de ají con síntomas de marchitamiento, procedentes de invernaderos de la provincia Hermanas Mirabal. Se usaron dos productos comerciales a base de las especies de *Trichoderma*: *T. lignorum* (Mycobac® 10WP) y *T. harzianum* (PHC Plant Shield® 1.15 WP), un producto orgánico comercial (Biomaster®) conteniendo aceites vegetales: clavo (*Eugenia caryophyllus* (Spreng.), 6%), sésamo (*Sesamum indicum* L. 5%), romero (*Rosmarinus officinalis*, 3%), y tomillo (*Thymus vulgaris*, 3%). También se utilizó un fungicida químico-sintético cuyo ingrediente activo es azoxistrobina (Criba®25 EC).

Los aislados de *Trichoderma* spp. y el fitopatógeno se cultivaron por separados en medio PDA en placas de Petri de 86 mm de diámetro por cinco días en la oscuridad a 28 ± 2 °C. De los dos grupos de aislados, del patógeno de plantas y de los antagonistas se tomaron discos de micelio de 2 mm de diámetro del crecimiento exterior o más próximo al borde del plato de Petri y se colocaron en cultivo dual enfrentados, Figura 1. Así permanecieron por ocho días más a la misma temperatura (26-29 °C) dentro de la incubadora.

Tabla 1. Cepas nativas de *Trichoderma* spp., utilizadas en el ensayo.

Especie	Códigos del ensayo	Lugar de procedencia
<i>Trichoderma</i> sp. (no id.)	1D	San José de Ocoa
<i>T. asperellum</i>	1A	"
	2F	"
	6B	"
	7A	"
	10A	"
	11A	La Vega
	22C	Constanza
	25A	"
	27A	Villa Trina
	28A	"
	31C	"
	36A	Jarabacoa
37B	"	
<i>T. harzianum</i>	13A	La Vega
	16B	Jarabacoa
	19B	"
<i>T. longibrachiatum</i>	12A	La Vega

Fuente: García *et al.* 2015.

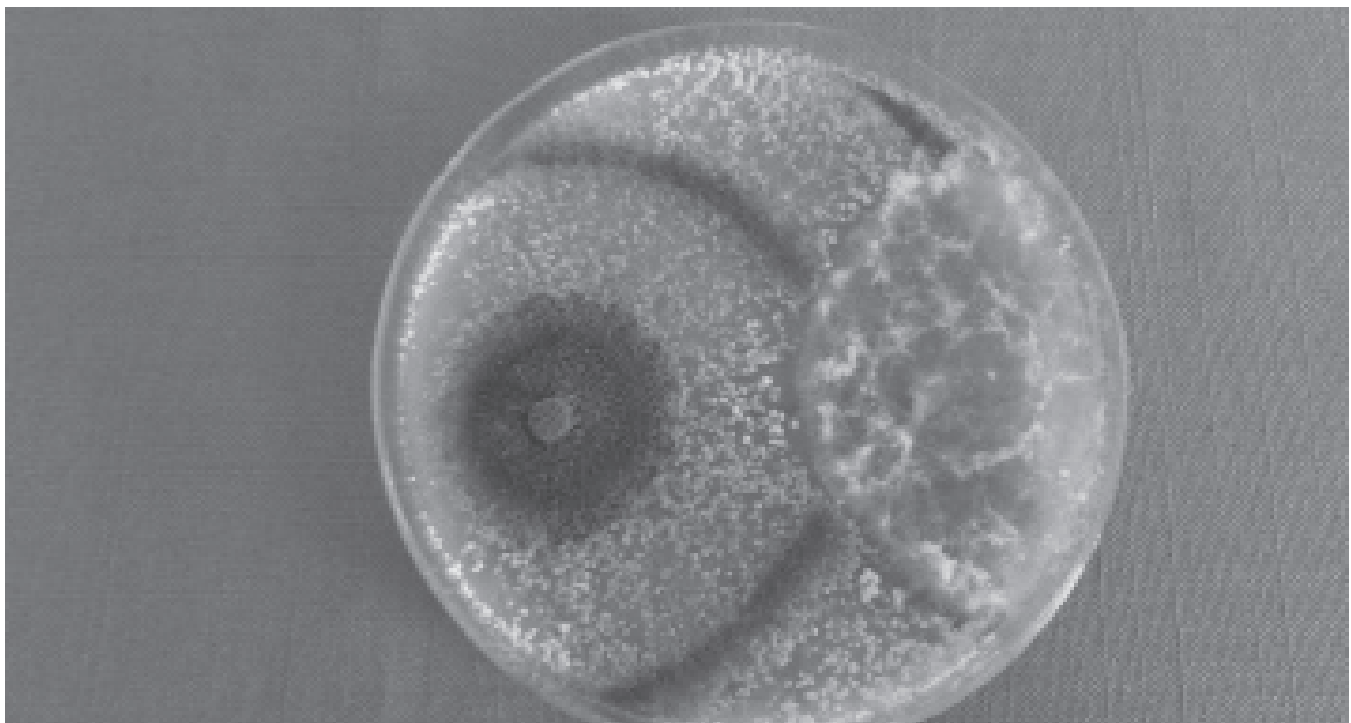


Figura 1. Cultivo dual: *Trichoderma* sp. versus *R. solani*

Los productos comerciales a base de *Trichoderma* spp. se cultivaron con diluciones seriadas 10² y 10³ en medio de cultivo PDA (papa, dextrosa, agar). Para esto se diluyó 1 gramo del producto en 9 ml de agua destilada estéril. Luego de su crecimiento se tomó un disco de 2 mm y se purificó para su posterior enfrentamiento con el fitopatógeno.

Para el tratamiento con el aceite orgánico se emplearon dos dosis, 0.2% y 0.4% v/v diluidas en el medio PDA. El aceite se aplicó al medio de cultivo cuando éste se encontraba a una temperatura entre 45-50 °C y luego se distribuyó en los platos de Petri, procediéndose a la siembra del hongo fitopatógeno.

El fungicida a base de azoxistrobina se utilizó en la dosis recomendadas por el fabricante de 0.15%, el cual se realizó de dos formas: la primera con el uso de papel filtro estéril y sumergiéndolo en una dilución del fungicida de 0.15 ml/100 ml de agua destilada estéril, luego se colocaba un disco del micelio de 2 mm de diámetro del fitopatógeno en frente del disco de papel filtro con el fungicida. La segunda realizando la dilución en el medio de cultivo con 0.15 ml del fungicida en 100 ml de PDA y se procedió a la colocación de disco de micelio de 2 mm de diámetro del fitopatógeno.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos estuvieron formados por 18 cepas nativas de *Trichoderma* spp., dos cepas de *Trichoderma* spp. comerciales, dos dosis de los aceites orgánicos y un fungicida químico-sintético, Tabla 2. La unidad experimental estuvo formada por un plato Petri.

Se evaluó el crecimiento micelial radial (CMR) de ambos microorganismos en milímetros a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas. El CMR fue medido sobre la línea recta que une los centros de los dos discos, donde se determinó la longitud desde el borde del disco sembrado hasta el borde de la colonia en crecimiento, Figura 2. Se determinó el porcentaje del crecimiento micelial del patógeno inhibido por la presencia de *Trichoderma* spp. Para esto se utilizó una modificación de la fórmula de Abbott (1925) de mortalidad corregida: $(Cpt-CpT) \times 100/CpT$, donde: Cpt = crecimiento del patógeno en el testigo, CpT = crecimiento del patógeno enfrentado con *Trichoderma*. El antagonismo de los aislados de *Trichoderma* sobre el fitopatógeno se clasificó desde nulo a muy alto, según la escala cualitativa presentada en la Tabla 3. Esta es una escala arbitraria preparada por la autora (García *et al.* 2013).

Las variables estudiadas se analizaron con el programa estadístico Infostat®, versión 2009 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina). Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, y se realizaron análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$) seguido de la comparación de rangos medios para comparar los promedios entre sí y análisis de contrastes comparando tratamientos agrupados según las características comunes como género, especies y tipo de fungicidas.

Tabla 2. Descripción de los 25 tratamientos

n	Tratamientos	Descripción
1	Testigo relativo de <i>R. solani</i>	El hongo patógeno cultivado frente a un disco de medio de cultivo (PDA).
20	<i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>R. solani</i>	Cada una de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. (nativas y comerciales) enfrentadas por separado con cada el patógeno.
2	Aceites orgánicos vs. <i>R. solani</i>	El patógeno sembrado en medio de cultivo (PDA) más dos dosis de una mezcla de aceites orgánicos.
2	Fungicida químico-sintético vs. <i>R. solani</i>	El patógeno enfrentado por separado con el fungicida químico sintético en un disco de papel filtro y además sembrado en medio de cultivo (PDA) más una dosis del fungicida químico.

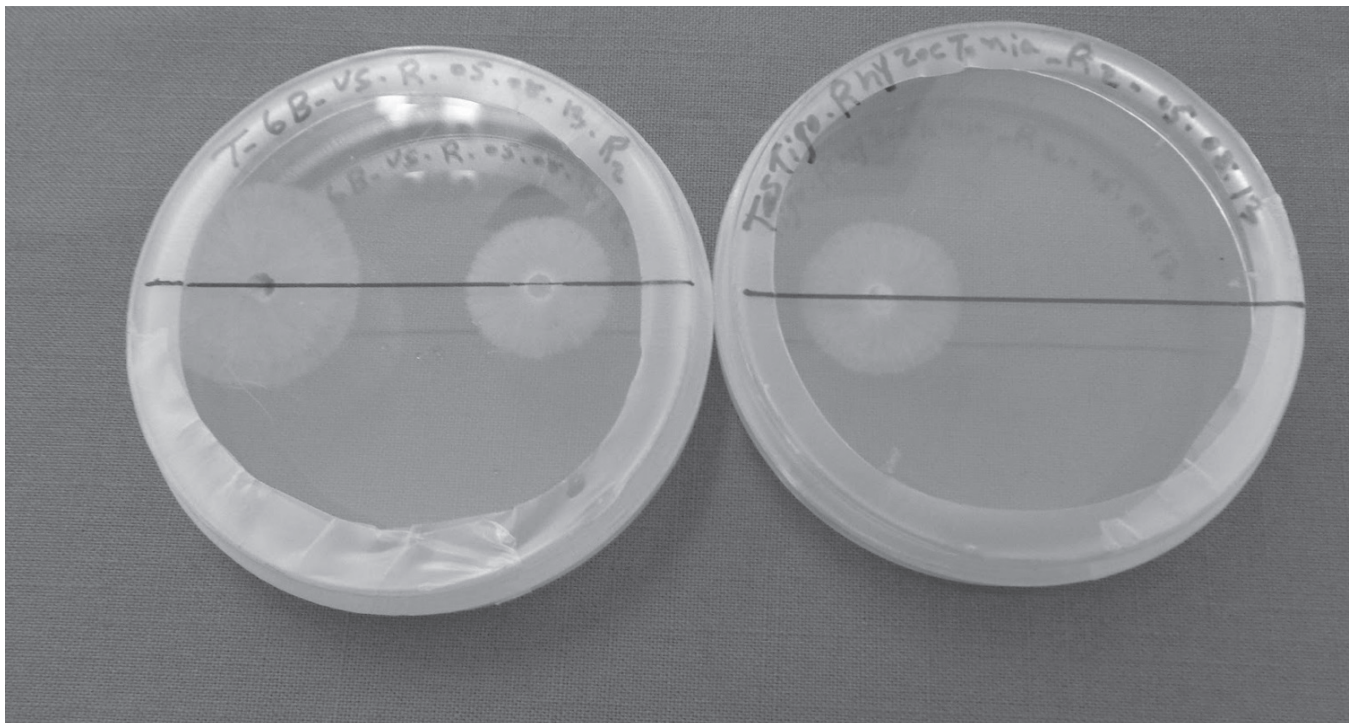


Figura 2. Crecimiento micelial radial

Tabla 3. Escala cualitativa para determinar la efectividad antagonista (antagonismo) de *Trichoderma* spp. sobre *R. solani* según la reducción del crecimiento micelial.

Grado	Antagonismo	Reducción del crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp., sobre <i>R. solani</i> (%)
	Nulo	≤ 0
1	Bajo	1-25
2	Moderado	26-66
3	Alto	67-85
4	Muy alto	≥ 86

Fuente: García *et al.* 2013

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo micelial de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. el fitopatógeno *R. solani*, los análisis estadísticos mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en todos los periodos de evaluación, Tabla 4. A las 24 horas el tratamiento Th-16B fue el que presentó el mayor crecimiento micelial (14.0 mm), seguido de Ta-36A (13.8 mm) y Th-comercial (13.50 mm), mientras los que tuvieron menor crecimiento micelial fueron TI-comercial (2.0 mm) y I Th-13A (5.0 mm). A las 48 horas todos los tratamientos presentaron crecimiento micelial de 20 mm en adelante, el menor crecimiento lo mostró el TI-comercial (5.25 mm); el mayor lo presentó TI-12A (31.25 mm). En la última evaluación (192 horas) las cepas que proyectaron los mejores resultados fueron las Th-16B, Tx-1D, TI-12A, Ta-2F, Ta-37B, Ta-7A, Ta-1A y Ta-6B entre 60.0 y 62.8 mm, el menor creci-

miento lo mostró TI-comercial (11.25 mm) y el mayor el Th-16B (62.8 mm). Los demás tratamientos mostraron un crecimiento micelial entre 46.0 y 58.8 mm. (Tabla 4, Figura 3).

En la mayoría de los tiempos evaluados el análisis estadístico arrojó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) para el desarrollo micelial de *R. solani*. El patógeno presentó los valores más altos del crecimiento micelial en los tratamientos testigo (línea negra) y azoxistobina en disco (línea morada *), en comparación con el desarrollo en los tratamientos con las cepas de *Trichoderma* spp. Estas cepas, excepto el producto biológico comercial de *T. lignorum* (TI-comercial), superaron la supresión del crecimiento micelial a los fungicidas comerciales (azoxistrobina en disco y los aceites en

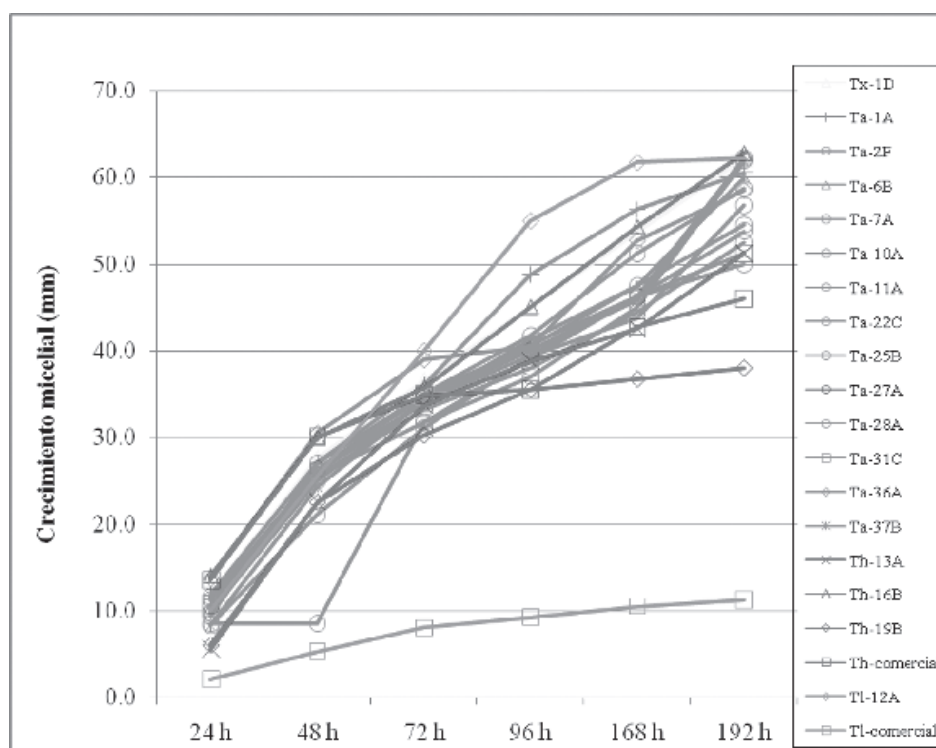


Figura 3. Crecimiento micelial in vitro de *Trichoderma* spp. enfrentado a *R. solani* en un periodo de 24 a 192 horas.

Tabla 4. Crecimiento micelial in vitro de las cepas antagonistas (*Trichoderma* spp.) en presencia de *Rhizoctonia solani* en un periodo 24 a 192 horas

Trat.	24 h	48 h	72 h	96 h	168 h	192 h
Tx-1D	11.8 fgh	27.5 defg	36.5 def	45 def	53.5 efg	62.3 d
Ta-1A	11.8 fgh	27.0 cdefg	36 def	48.8 ef	56.3 gh	60.5 cd
Ta-2F	8.5 abcde	24.3 abc	31.8 abc	37 abc	45 abcd	62 d
Ta-6B	10.5 defgh	26.3 bcde	34 bcd	41.3 cde	47.5 bcdefg	60 cd
Ta-7A	9.8 bcdef	25.0 abcd	34.5 bcd	40.8 cde	46.3 abc	62.3 d
Ta-10A	11.5 fgh	25.5 abcd	33.3 abcd	38 abc	44.5 bcdef	52.5 abc
Ta-11A	9.8 bcdef	25.5 abcd	31.8 abc	39 abc	46.3 cdefgh	50 abc
Ta-22C	9.3 abcdef	27.0 cdefg	35 cdef	41.8 cdef	51.3 ab	58.8 bcd
Ta-25B	8.3 abcd	21.0 ab	31 ab	39.3 abcd	43.8 abcde	56.8 bcd
Ta-27A	10.5 defgh	26.3 bcdef	34.8 bcde	40 bcd	46.3 bcdefg	53.8 abc
Ta-28A	11.3 efg	26.3 bcdef	35 cdef	40.5 bcde	47.5 abcde	54.5 abc
Ta-31C	10.3 cdefg	26.0 bcde	34 bcd	39.5 abcd	46.3 defgh	51.3 abc
Ta-36A	13.8 gh	30.5 fg	39 ef	40.5 bcde	52.8 abcd	58.5 bcd
Ta-37B	8.3 abcde	24.3 abc	34.3 bcd	40 bcd	45.8 ab	61.8 d
Th-13A	5.5 ab	22.5 abc	33.8 bcde	38.8 bcd	42.5 ab	51.3 abc
Th-16B	14 h	30.0 efg	35.8 def	45 def	54.3 fgh	62.8 d
Th-19B	6.0 abc	22.5 bcde	30.3 bcde	35.5 bcd	36.8 ab	38 a
Th-comercial	13.5 gh	30.0 efg	34.8 bcd	35.5 ab	42.8 abc	46 ab
TI-12A	10 bcdef	31.3 g	40 f	55 f	61.8 h	62.3 d
TI-comercial	2.0 a	5.3 a	7.5 a	9.3 a	10.5 a	11.3 a
CV	10.82	10.77	9.93	9.43	9.03	7.28
p=	0.0001***	0.0001***	0.0001***	0.0001***	0.0001***	0.0001***

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Kruskal Wallis ($p \geq 0.05$)

ambas dosis). Se destaca que estos dos últimos tratamientos desde las 24 hasta las 96 horas inhibieron el crecimiento del patógeno, pero luego fueron superados por los demás tratamientos. Los tratamientos de *Trichoderma* spp. inhibieron eficientemente el crecimiento micelial de *R. solani* a partir del día 2 (48 horas). Figura 4.

En la Figura 5 están representados los porcentajes de supresión del crecimiento micelial de *R. solani* en presencia de los diferentes tratamientos en un periodo de 24 hasta 192 horas. La trayectoria de esta capacidad inhibitoria de crecimiento se puede notar a partir de las 48 horas en la mayoría de las cepas. Cabe destacar que las cepas de los antagonistas más los productos biológi-

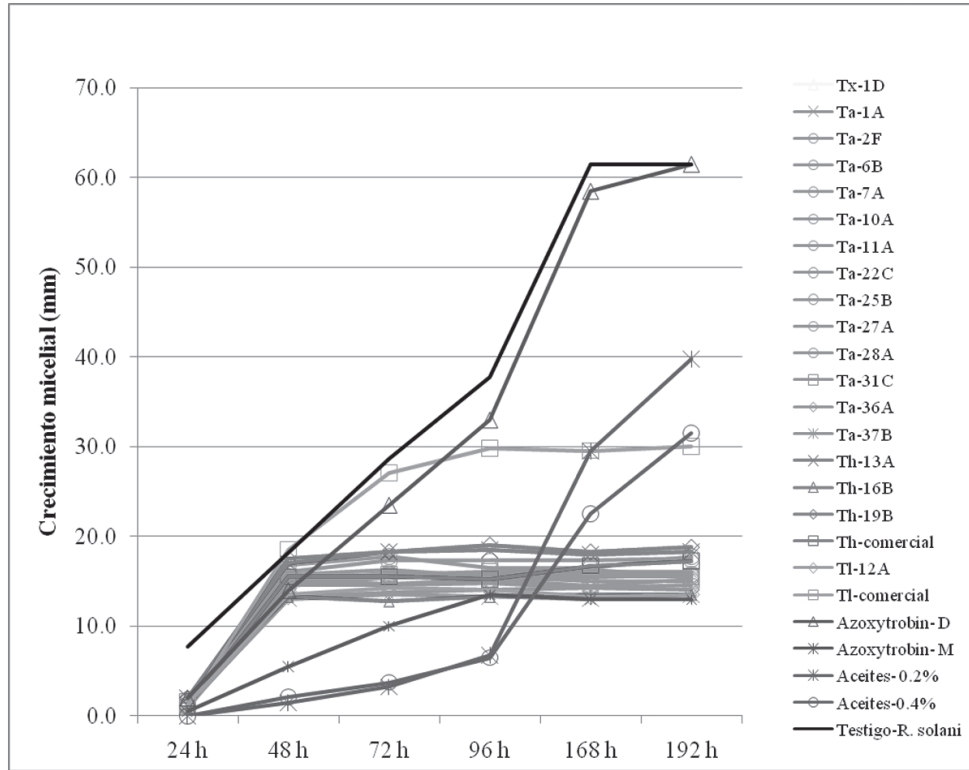


Figura 4. Crecimiento micelial in vitro de *R. solani* en presencia de los diferentes tratamientos en un periodo de 24 a 192 horas.

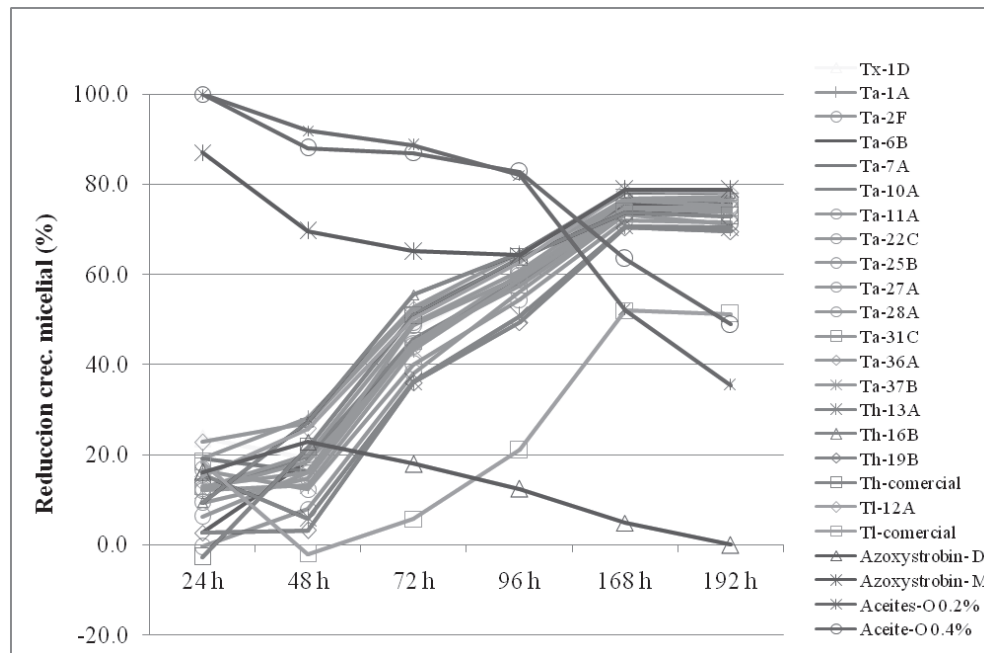


Figura 5. Porcentaje supresión crecimiento micelial de *R. solani* en presencia de los diferentes tratamientos en un periodo de 24 hasta 192 horas.

cos comerciales son más efectivas que el fungicida comercial en disco (azoxistrobina) ya que obtuvo un nivel nulo (-0.03 %), en cambio en medio de cultivo fue alto (78.8 %) y los aceites en ambas dosis fueron con niveles moderados (35.3 % y 48.8 %). En la última evaluación (192 horas) el 100 % (18) de las cepas registraron un nivel de antagonismo alto contra este fitopatógeno en plato de Petri. Así también resultó el producto biológico comercial a base de *T. harzianum* con un nivel alto (73.0 %), pero no así el de *T. lignorum* con un nivel moderado (51.2 %). Todas las cepas de *Trichoderma* spp. suprimieron el crecimiento micelial de *R. solani* observándose diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) en todos los periodos de evaluación, Tabla 6.

En este ensayo las cepas que mostraron el mayor porcentaje de inhibición fueron Ta-1A y TI-12A, ambas con 78.1 %; Th-16B (78.0 %), Ta-36A (77.2 %), pero se comportaron estadísticamente iguales a las cepas Tx-1D, Ta-6B, Ta-7A, Ta-10A, Ta-11A, Ta-22C, Ta-27A, Ta-28A, Ta-31C y Ta-37B, las cuales presentaron entre 74.4 y 76.4 %. En la Figura 6 se observa la inhibición de *T. asperellum*-1A sobre el *R. solani* en cultivo dual comparado con el testigo, y en la figura 7 nivel de antagonismo de todas las cepas frente a *R. solani*.

En el análisis de los contrastes #1, 2 y 3, representado en la tabla 7 hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.0001^{***}$) en las tres horas seleccionadas, resultando en el primer contraste el grupo mejor a las 192 horas él de los *Trichoderma* spp., en el segun-

Tabla 5. Porcentaje de supresión *in vitro* del crecimiento micelial de *R. solani* en presencia de los diferentes tratamientos en un periodo 24 a 192 horas

Tratam.	24 h		48 h		72 h		96 h		168 h		192 h	
Tx-1D	23.6	abcd	19.2	abc	47.8	cdefgh	60.3	cde	73.9	bcdefghi	75.6	defgh
Ta-1A	19.2	bcde	28.1	cde	52.6	efgh	64.7	ef	78.8	j	78	gh
Ta-2F	-0.4	ab	7.9	ab	38	abc	56.2	abcd	73.1	abcdefg	71.1	abcde
Ta-6B	2.6	abc	18.6	abc	45	abcdef	58.7	bcde	75.6	fghij	75.6	efgh
Ta-7A	19.2	abcde	16.3	abc	45.1	bcdef	58.2	abcde	74.3	fghij	74.7	defgh
Ta-10A	12	abc	19.5	bcd	45.7	bcdef	58.7	cde	74	cdefghi	74.4	bcdefgh
Ta-11A	12.5	abc	20	bcd	49.2	cdefg	60.7	cdef	76.8	ghij	76.4	fgh
Ta-22C	6.2	abc	16	abc	48.6	cdefgh	59.5	cde	76.4	fghij	75.2	defgh
Ta-25B	16.5	abcd	12.3	abc	40	abcd	54.3	abc	71.9	abcdef	71.5	abcde
Ta-27A	9.3	abc	14.7	abc	44.7	bcdef	60.1	cde	74.8	efghij	74.8	defgh
Ta-28A	12	abc	18.4	abc	43.9	abcdef	58.7	bcde	74.8	defghij	74.4	cdefgh
Ta-31C	12.9	abc	16	abc	45	bcdef	57.5	abcde	73.5	abcdefg	74.7	defgh
Ta-36A	22.7	cde	27	cde	52.1	fgh	62.9	def	76.8	fghij	77.2	fgh
Ta-37B	12	abc	13.1	abc	43.3	abcdef	58.7	bcde	74	cdefghi	74	bcdefg
Th-13A	15.6	abcd	5.8	ab	36	abc	50.7	abc	70.7	abcde	70.3	abcd
Th-16B	9.3	abc	27.3	cde	55.5	fgh	64.7	ef	78	hij	78	gh
Th-19B	2.6	abc	3.2	ab	36	abcde	49.3	abc	70.3	abcdefg	69.5	abcde
Th-comercial	-2.7	a	21.5	bcd	50.8	efgh	63.7	def	73.7	bcdefgh	73	abcdef
TI-12A	15.1	abcd	25.7	cde	50.3	defgh	62.8	def	78.4	ij	78	h
TI-comercial	18.3	abcde	-2	a	5.7	a	21	ab	52	ab	51.2	abc
Azoxistrobina-D	16	abcd	22.8	bcde	17.9	ab	12.3	a	4.8	a	0	a
Azoxistrobina-M	87	de	69.5	de	65	gh	64.2	ef	78.8	hij	78.8	fgh
Aceite-0.2%	100	e	91.8	e	88.6	h	81.9	f	52	abc	35.3	a
Aceite-0.4%	100	e	88	e	86.9	gh	82.7	f	63.4	abcd	48.8	ab
CV	61.69		39.80		13.15		8.32		3.85		4.16	
p=	0.0014***		0.0001***		0.0001***		0.0001***		0.0001***		0.0001***	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$)

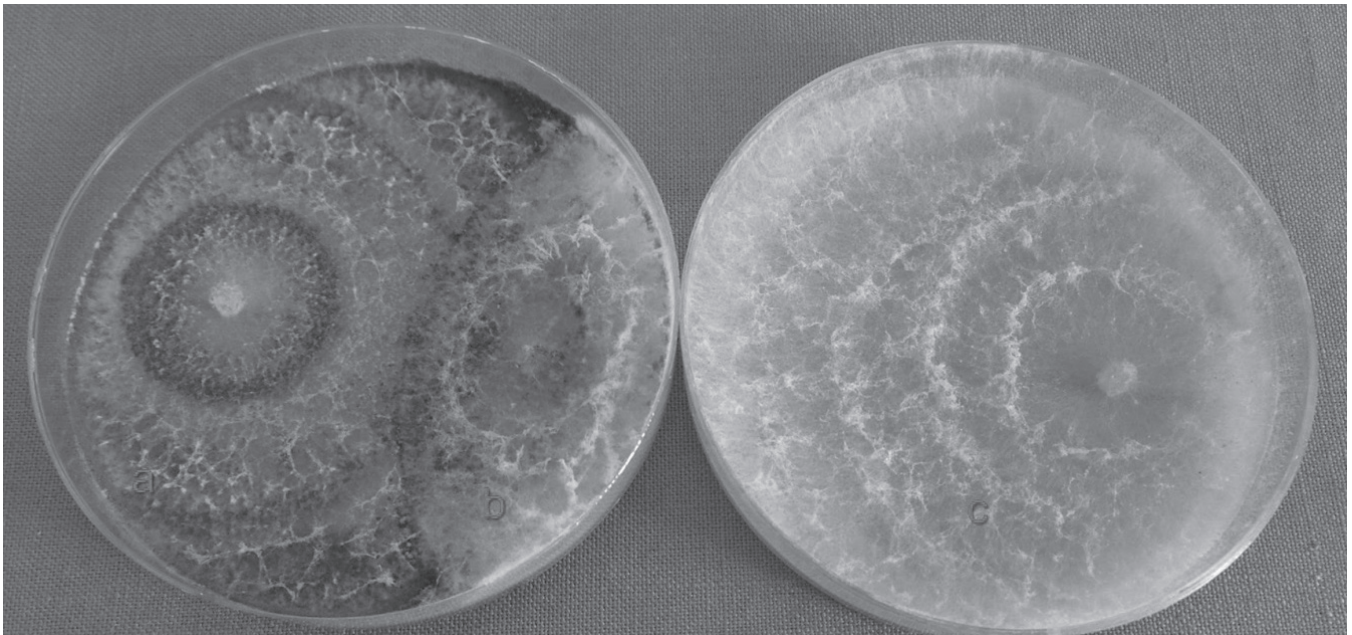


Figura 6. Cultivo dual entre *T. asperellum*-cepa 1A (a) y *R. solani* (b) y el Testigo = *R. solani* (c) a las 192 hora

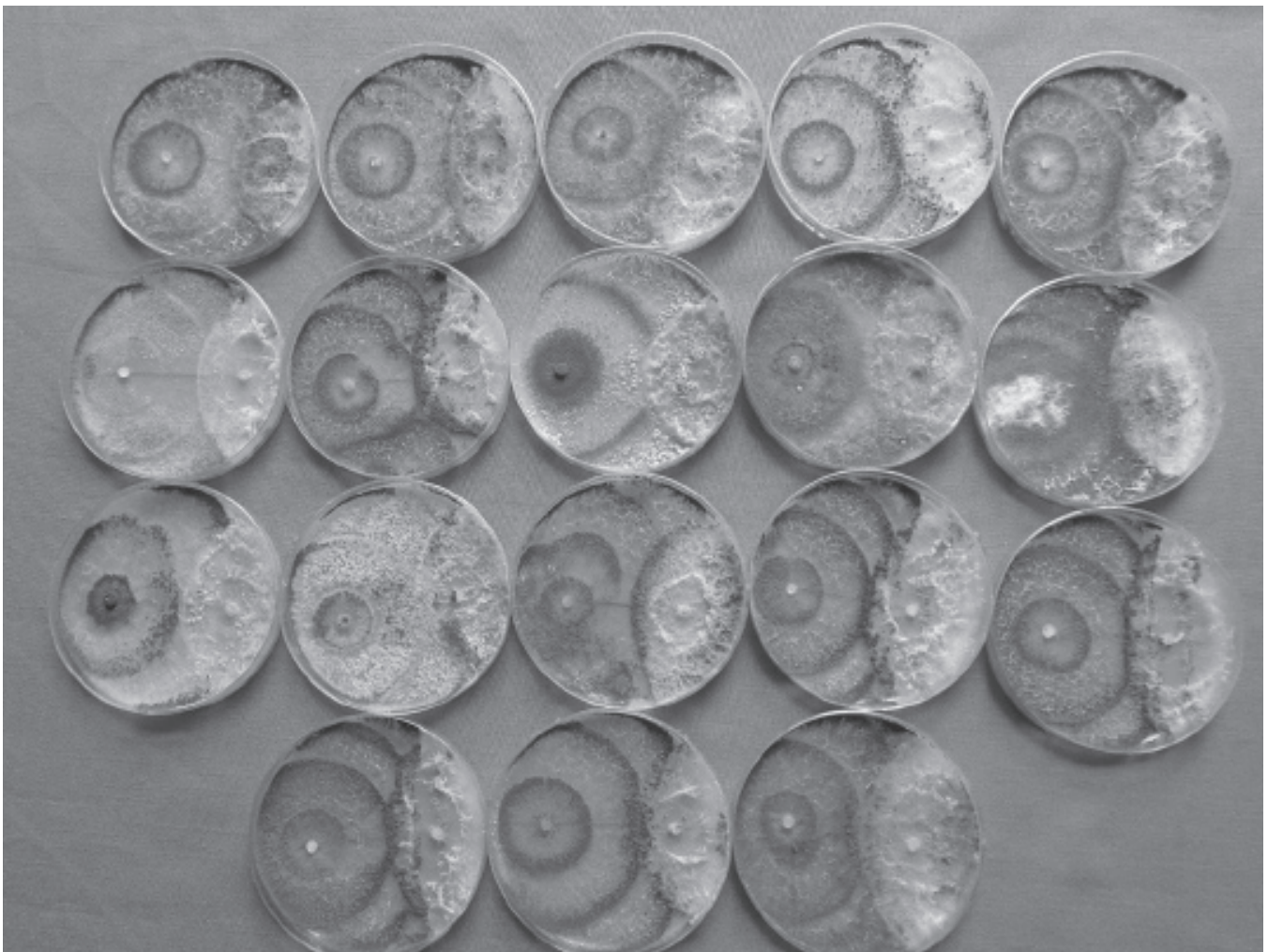


Figura 7. Nivel de supresión del crecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. (izq.) vs. *R. solani* (der.)

Tabla 7. Análisis de contrastes sobre el porcentaje de supresión del crecimiento micelial de *R. solani* en presencia de los diferentes tratamientos a las 48, 72 y 192 hora.

	Contrastes (Grupo 1 vs. Gr. 2)	Tratamientos (Grupo 1 vs. Gr. 2)	Significancia (p=)		
			48 h	72 h	192 h
1	<i>Trichoderma</i> spp. vs. Fungicidas comerciales Promedios%	T1-18, 24 vs. T21-23	<0.0001*** 17.2-83.2	<0.0001*** 45.8-80.2	<0.0001*** 74.6-54.3
2	<i>T. asperellum</i> vs. Fungicidas comerciales Promedios%	T1, 3-7, 12-18 vs. T21-23	<0.0001*** 17.6-83.2	<0.0001*** 45.7-80.2	<0.0001*** 74.9-54.3
3	<i>T. harzianum</i> vs. Fungicidas comerciales Promedios %	T9-11, 24 vs. T21-23	<0.0001*** 14.5-83.2	<0.0001*** 44.6-80.2	<0.0001*** 72.7-54.3
4	<i>T. asperellum</i> vs. <i>T. harzianum</i> Promedios%	T1, 3-7, 12-18 vs. T9-11, 24	0.2824ns 1 7.6-14.5	0.5517ns 45.7-44.6	0.0124* 74.9-72.7

P: nivel de probabilidad; ***= altamente significativo (P<0.001); ns= no significativo.

do los *T. asperellum* y en el tercero los *T. harzianum*. Sin embargo, en los tres contrastes, inicialmente a las 42 y 72 horas sus efectos de supresión fueron superados por los resultados medios del grupo 2 (fungicidas comerciales: azoxistrobina y a base de aceites vegetales). En el contraste # 4 solamente hubo diferencias estadísticas (P<0.05*) superando el efecto de los *T. asperellum* al de los *T. harzianum* a las 192.

Estos porcentajes de inhibición son mayores que los encontrados por Chávez (2006), que reportó antagonismo *in vitro* de 46.5 y 62.5 % contra *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp., respectivamente. Los mismos se relacionan con los obtenidos por Reyes *et al.* (2008) y Hoyos *et al.* (2008) quienes reportaron alto poder de supresión de cepas de *Trichoderma* spp. sobre fitopatógenos *in vitro*.

CONCLUSIONES

- Todas las cepas nativas de *Trichoderma* spp. resultaron efectivas *in vitro* contra el fitopatógeno *R. solani* ya que mostraron antagonismo con niveles de supresión altos.
- Las cepas nativas y comerciales de *Trichoderma* spp. mostraron mayores efectos antagonistas que los fungicidas comerciales orgánicos y químico-sintéticos sobre el fitopatógeno al finalizar el ensayo (192 horas).

- Las cepas nativas de *Trichoderma* spp. presentaron mayores efectos antagonistas sobre el fitopatógeno que las cepas comerciales de *T. harzianum* y *T. lignorum*.
- La cepa comercial de *T. harzianum* fue comparable a las cepas nativas, sin embargo, *T. lignorum* no fue eficiente debido posiblemente a un mal manejo durante el almacenamiento o comercialización.
- En los análisis de contrastes sobre el porcentaje de supresión del crecimiento micelial de *R. solani*, los grupos mejores respuestas fueron *Trichoderma* spp., *T. asperellum* y *T. harzianum* a las 192 horas.

RECOMENDACIONES

- Realizar experimentos probando la eficiencia de los aislados de *Trichoderma* frente al fitopatógeno *R. solani* a nivel de invernadero y campo.
- Evaluar las mismas y otras cepas nativas de *Trichoderma* spp., *in vitro* y bajo condiciones de ambiente protegido, para el control de hongos fitopatógenos de suelo.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Classic paper: Abbott's formula. Journal of the American Mosquito Control Association. 3(2):302-303.
- CEI-RD (Centro de Exportación e inversión de la República Dominicana). 2010. Perfil Económico Ajíes y Pimiento 2010. Gerencia de Investigación de Mercados. Sub-Gerencia de Estadísticas Dominicanas Exporta. 19 p.
- Chávez, M. 2006. Producción de *Trichoderma* sp. y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendrathera grandiflora*). Trabajo de grado de Microbiología Industrial. Universidad Javeriana. Bogotá. CO. 113 p.
- García, R.; Riera, R.; Zambrano, C.; Gutiérrez, L. 2006. Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa de *Trichoderma harzianum* proveniente de la Región Andina Venezolana. Fitosanidad. 10(2): 115-121.
- García, S.; Moya, J.; Núñez, P.; Andújar, F.; Avilés, E. 2013. Efectividad *in vitro* de cepas de *Trichoderma* spp. en la supresión del crecimiento micelial fitopatogenos de suelos. 6to. Congreso SODIAF. Resúmenes. Juan Dolio, San Pedro de Macorís. DO. 18p.
- García, P.; Moya, J.; Avilés, E.; Andújar, F.; Núñez, P. 2015 (en imprenta). Efectividad de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento micelial de fitopatógenos de suelo en plato Petri. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Revista APF, 4(2).
- Guigón, C.; González, P. 2003. Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagónica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología (enero-junio) 22(001): 117-124.
- Harman, G. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. Symposium The Nature Application of Biocontrol Microbes II: *Trichoderma* spp. 96 (2). The American Phytopathological Society Cornell University. Geneva, N.Y.
- Hoyos, L.; Chaparro, P.; Abramsky, M.; Chet, L.; Orduz, S. 2008. Evaluación de aislamientos de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* bajo condiciones *in vitro* y de invernadero. Agronomía Colombiana. 26 (3): 451-458.
- Hubert, R. 2008. Diagnóstico de manejo e identificación de microorganismos patógenos presentes en el cultivo de ají (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero en San José de Ocoa, República Dominicana. Tesis para optar por el título de Máster en Ciencias Manejo Integrado de Plagas. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). 70 p.
- Promefrin (Programa de Mercado Frigoríficos e Invernadero, DO). 2011. Datos estadísticos. Ministerio de Agricultura. Santo Domingo, DO.
- Reyes, Y.; Martínez, B.; Infante, D. 2008. Evaluación de la actividad antagónica de trece aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizoctonia* sp. Revista Protección Vegetal. 23 (2): 112-117.
- Sandoval, I.; Ofelia, M.; García D.; Mendoza, I. 1995. *Trichoderma harzianum* (Cepa A34): Un biopreparado de amplio espectro para micopatyologías del tomate y del pimiento. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 4. 38 p.
- Samuels, G. 2004. *Trichoderma*: a guide to identification and biology. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Systematic Botany and Mycology Laboratory. Beltsville, MD. 40 p.
- Stefanova, M.; Sandoval, I. 1995. Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp. Promisorias contra patógenos fúngicos. In: Efectividad de Biopreparados de *Trichoderma* spp. en el control de hongos fitopatógenos de suelo. Ed. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 2. 22 p.
- Stefanova, N. 2007. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. Fitosanidad, 11. (3). P75-79. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, CU.

Efectividad de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento micelial de fitopatógenos de suelo en plato Petri

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

Abstract

Most of the Crops in greenhouses show problems of root diseases caused by fungi. Most producers manage these problems using synthetic chemical pesticides. This can cause resistance, environmental pollution and toxicity. In search of alternatives for biological control, *Trichoderma* strains of soil and roots in greenhouses substrates were isolated. This study was conducted to evaluate the effectiveness of these strains of *Trichoderma* spp. as antagonists of the phytopathogenic soil *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* and *S. rolfsii*. The study was conducted during the period April 2011 to March 2012 at Plant Protection laboratory of IDIAF in Mata Larga, San Francisco de Macoris. 85 *Trichoderma* isolates the phytopathogens were isolated from roots of diseased plants in greenhouses. Both groups of isolated were faced in dual culture for eight days in Petri dishes. The research was conducted in several experiments, in all were used a completely randomized design with three replications. Radial mycelial growth (CMR) was measured at 24, 48, 72, 96, 168 and 192 hours, and the reduction of mycelial growth (antagonism) caused by *Trichoderma* on the phytopathogenic was evaluated at 192 hours. 61 *Trichoderma* isolates with high antagonism against *Fusarium*, 78 against *Phytophthora*, 70 against *Rhizoctonia* and were found 39 against *Sclerotium*. In the molecular identification of 17 isolates were found the species *T. asperellum*, *T. harzianum* and *T. logibrachiatum*. We recommend conduct trials efficiency on greenhouse field.

Keywords: Antagonism, biological control, phytopathogenic

Resumen

Los cultivos en invernaderos presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos. La mayoría de los productores manejan estos problemas con plaguicidas químico-sintéticos. Esto puede provocar resistencia, contaminación ambiental y toxicidad. En búsqueda de alternativas para el control biológico, en trabajo previo, se aislaron cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces en invernaderos. Este estudio se realizó para evaluar la efectividad de esas cepas de *Trichoderma* spp. como antagonistas de los fitopatógenos de suelo *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*. El estudio se realizó durante el período abril, 2011 a marzo, 2012, en el laboratorio de Protección Vegetal del IDIAF, en Mata Larga, San Francisco de Macoris. Se utilizaron 85 aislados de *Trichoderma*. Los fitopatógenos se aislaron de raíces de plantas enfermas en invernaderos. Ambos grupos de aislados se enfrentaron en cultivo dual por ocho días en platos Petri. La investigación se desarrolló con varios experimentos, en todos se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. Se midió el crecimiento micelial radial (CMR) a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas, y se evaluó la reducción del crecimiento micelial (antagonismo) causada por *Trichoderma* sobre los fitopatógenos a las 192 horas. Se encontraron 61 aislados de *Trichoderma* con antagonismo alto contra *Fusarium*, 78 contra *Phytophthora*, 70 contra *Rhizoctonia* y 39 contra *Sclerotium*. En la identificación molecular de 17 aislados se encontraron las especies *T. asperellum*, *T. harzianum* y *T. logibrachiatum*. Se recomienda realizar pruebas de eficacia a nivel de invernadero y/o campo.

Palabras clave: Antagonismo, control biológico, fitopatógenos

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana actualmente existen 540 hectáreas dedicadas a la producción de vegetales bajo ambiente protegido (invernaderos). Estas estructuras son dedicadas principalmente a la siembra de ajíes (70%), tomates (10%), pepinos (15%) y hierbas aromáticas (5%) (Promefrin, 2011). En el año 2014 la producción estimada de los invernaderos en el país fue de 31.77 mil toneladas de vegetales, de las cuales 21.27 mil toneladas se exportaron y generaron US\$ 52.8 millones; el resto se comercializó internamente y generó RD\$ 449 millones (Promefrin, 2014).

Los cultivos en invernaderos presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos y oomicetos de suelo, las cuales pueden reducir los rendimientos de manera importante si no se toman de manera oportuna las medidas adecuadas de manejo. Hubert (2008) reportó la presencia de *Fusarium* (100%), *Phytophthora* (50%) y *Rhizoctonia* (41.5%) en el agua de riego y en los sustratos utilizados en invernaderos de San José de Ocoa. La mayoría de los productores manejan estos problemas con la aplicación de plaguicidas químico-sintéticos. Esto puede provocar resistencia de los patógenos a los productos utilizados, contaminación ambiental y toxicidad.

¹ Estación Experimental Mata Larga, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf).

Los hongos fitopatógenos pueden ser controlados mediante varios métodos, entre los que se encuentra el control biológico. El uso de hongos antagonistas *Trichoderma* spp. es una de las estrategias más promovidas para el control biológico de microorganismos fitopatógenos del suelo (Cholango 2009).

El control biológico de hongos fitopatógenos con *Trichoderma* permite obtener alimentos inocuos, lo cual evita el rechazo en los mercados internacionales que cada día son más demandantes de productos libres de plaguicidas sintéticos (García *et al.* 2006). También, con el control biológico se puede reducir la contaminación de las aguas, la degradación de los suelos y del medio ambiente, en general. Además, se disminuye el riesgo para la salud de las personas en el invernadero, se disminuyen los costos de producción.

El éxito del control biológico puede depender de la utilización de microorganismos antagonistas aislados de lugares donde no se presenta la enfermedad o donde se presenta con baja intensidad. La utilización de estas cepas (nativas) de *Trichoderma* spp. podría ser ventajosa en comparación con las introducidas, ya que las nativas están adaptadas a las condiciones ecológicas del suelo, mientras que las introducidas corren el riesgo de no adaptarse. Además, el uso de las cepas nativas puede dar origen a la creación de microempresas nacionales, con lo cual se podría dinamizar la economía agrícola y se ahorrarían divisas por la no importación de productos formulados de estos hongos.

La efectividad de *Trichoderma* en el control de hongos fitopatógenos en laboratorio, invernadero y campo ha sido reportada por varios investigadores (Harman 2006, Stefanova 2007, Samuels 2004 y Moya y García (2009)). Cepas de *Trichoderma* redujeron significativamente ($p \leq 0.01$) el crecimiento micelial de *Phytophthora capsici* Leonian *in vitro* entre 45 y 51% (Guigón y González 2003). Asimismo, cepas de *Trichoderma* redujeron significativamente el crecimiento micelial de *Fusarium solani*, *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp. y *Sclerotium rolfsii* Sacc. en platos de Petri (Moya *et al.* 2003). Moya y Andújar (2004) reportaron que *Trichoderma* sp. (cepa TM1) redujo 74% la mortalidad de plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) inoculadas con *Phytophthora capsici* Leonian en invernadero.

Biopreparados de *Trichoderma* spp. redujeron significativamente el mal del talluelo (Damping-off) causado por *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Pythium aphanidermatum* Edson, *S. rolfsii* y *Fusarium* spp. *in vitro*, en condiciones semicontroladas y en campo (Stefanova y Sandoval 1995). *Trichoderma harzianum* Dastur (cepa A34) mostró buena efectividad en el control de enfermedades causadas por *Phytophthora parasitica* Dastur, *P. capsici* y *R. solani* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y ají (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de laboratorio y campo (Sandoval *et al.* 1995).

En búsqueda de alternativas para el control biológico, en trabajo previo, se aislaron cepas de *Trichoderma* procedentes de suelos, sustratos y raíces de cultivos y malezas en invernaderos de las provincias La Vega, San José de Ocoa y Espaillat (Moya *et al.* 2014). Este estudio se realizó para evaluar la efectividad de esas cepas de *Trichoderma* spp. como antagonistas de los fitopatógenos de suelo *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*, en plato Petri.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el período abril 2011 a marzo 2012, en el laboratorio de Protección Vegetal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en Mata Larga, San Francisco de Macorís, provincia Duarte. Se utilizaron 85 aislados de *Trichoderma* y cuatro fitopatógenos (*F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*). De los aislados de *Trichoderma*, 48 son provenientes de invernaderos en donde no se han utilizado productos con *Trichoderma*, 12 provienen de invernaderos donde se ha usado *Trichoderma*, y 25 no se sabe si se ha aplicado o no *Trichoderma* (Tabla 1). Los fitopatógenos se aislaron de las raíces de plantas enfermas en invernaderos de las provincias La Vega, Hermanas Mirabal y Espaillat.

Los aislados de *Trichoderma* y los fitopatógenos se cultivaron por separado en medio PDA (Papa Dextrosa Agar) durante cinco días en la oscuridad a 28 ± 2 °C. A los cinco días se tomaron del borde de la colonia de ambos grupos de aislados, discos de micelio de 2 mm de diámetro y se enfrentaron en cultivo dual por ocho días, en medio de cultivo PDA. Los cultivos se realizaron en platos Petri de 86 mm de diámetro.

La investigación se desarrolló en dos etapas: 1) enfrentamiento de aislados de *Trichoderma* contra *F. solani*, *R. solani* y *S. rolfsii*, y 2) enfrentamiento de aislado de *Trichoderma* contra *P. capsici*. Por razones de espacio en el laboratorio, en la primera etapa los 85 aislados de *Trichoderma* se enfrentaron a los fitopatógenos *F. solani*, *R. solani* y *S. rolfsii* en once experimentos por separado. Asimismo, en la segunda etapa *P. capsici* fue enfrentado a los 85 aislados de *Trichoderma* en nueve experimentos. En cada experimento se enfrentaron por lo general 10 aislados de *Trichoderma* contra los fitopatógenos.

En todos los experimentos se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron formados por cada uno de los fitopatógenos enfrentados individualmente contra cada aislado de *Trichoderma* utilizados en cada experimento. Además, se incluyeron tratamientos testigos que consistieron en el cultivo individual de los aislados (*Trichoderma* y fitopatógenos) utilizados en cada experimento.

Se midió el crecimiento micelial radial (CMR) en milímetro a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas del enfrentamiento de las colonias, determinando la longitud desde el borde del disco sembrado hasta el borde de la colonia en crecimiento. Con el CMR se evaluó la reducción del crecimiento micelial (nivel de antagonismo, supresión o inhibición) de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos, en porcentaje. Para esto se utilizó la fórmula de Abbott (1925), modificada: $((Cpt-CpT)/Cpt) \times 100$, donde: Cpt = crecimiento del patógeno en el testigo, CpT= crecimiento del patógeno enfrentado con *Trichoderma*. El antagonismo de los aislados de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos se clasificó desde nulo a muy alto, según la escala cualitativa presentada en la Tabla 2.

La variable estudiada se analizó con el programa estadístico Infostat versión 2009. Se realizó análisis de va-

rianza no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p \leq 0.05$). Para cada etapa de la investigación se analizó estadísticamente la temperatura de incubación, y en los experimentos en que esta no mostró diferencias significativas los resultados se analizaron agrupados. En la etapa 1, las temperaturas de incubación promedio, mínima y máxima fueron 28.7, 25.0 y 32.0°C., respectivamente; mientras que, en la etapa 2 fueron 24.5, 22.0 y 28.0 °C., respectivamente.

Para fines de identificación molecular (ADN) se seleccionaron en una primera etapa 18 aislados de *Trichoderma*, por presentar antagonismo alto contra uno o varios de los fitopatógenos, y por provenir de diferentes localidades del país con diferentes altitudes y condiciones climáticas. Se escogieron doce aislados provenien-

Tabla 1. Aislados de *Trichoderma* según procedencia de invernaderos que utilizan, no utilizan y que no se sabe si utilizan productos con *Trichoderma*.

No utiliza					Utiliza		No se sabe		
T1A	T3A	T17A	T22C	T28A	T21A	T34A	T7A	T15B	T37C
T1B	T3B	T17B	T22D	T28B	T29A	T35A	T7B	T16A	T37D
T1C	T4A	T18A	T22E	T28C	T29B		T8A	T16B	T37E
T1D	T4B	T19A	T22F	T28D	T29C		T9A	T16C	T37F
T2A	T4C	T19B	T23B	T31A	T30A		T9B	T26A	T37G
T2B	T5A	T19C	T24A	T31B	T30B		T9C	T26B	
T2C	T6A	T20A	T24B	T31C	T30C		T12A	T26C	
T2D	T6B	T20B	T25A	T31D	T32A		T13A	T36A	
T2E	T10A	T22A	T25B		T33A		T14A	T37A	
T2F	T11A	T22B	T27A		T33B		T15A	T37B	

Tabla 2. Escala cualitativa para determinar la efectividad antagonista (antagonismo) de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos según la reducción del crecimiento micelial.

Grado	Antagonismo	Reducción del crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> sobre el fitopatógeno (%)
0	Nulo	≤ 0
1	Bajo	1-25
2	Moderado	26-65
3	Alto	66-85
4	Muy alto	≥ 86

tes de invernaderos que no han utilizado *Trichoderma* y seis de invernaderos que no se sabe si han utilizado *Trichoderma*, Tabla 3.

Los aislados se cultivaron en PDA por 24 horas, en la oscuridad y a temperatura de 26 a 32 °C. En ambiente aséptico se tomaron fragmentos de micelios y se colocaron en cartillas (FTA® Classic Card, Whatman®) y se enviaron a Estados Unidos de América (EEUU) donde se les hizo análisis de secuencias (ITS rADN).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas en la reducción del crecimiento micelial de los fitopatógenos en cada uno de los experimentos a las 192 horas (tablas 5-18). En promedio el 92% de los aislados de *Trichoderma* fueron efectivos en el control de los fitopatógenos en platos Petri, ya que principalmente mostraron niveles de antagonismo desde moderado a muy alto contra los fitopatógenos; por lo que, fueron considerados aislados promisorios para el manejo de *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfii* bajo condiciones de invernadero y/o campo.

Se encontraron 61 aislados (71.8%) de *Trichoderma* con antagonismo alto contra *Fusarium*, 78 aislados (91.8%) antagonistas contra *Phytophthora*, 70 aislados (82.3%) antagonistas contra *Rhizoctonia* y 39 aislados (45.9%) antagonistas contra *Sclerotium*. Dos aislados (2.3%) mostraron antagonismo muy alto, contra *Phytophthora*.

Los valores de antagonismo más bajos se encontraron con *Sclerotium*, en donde cuatro (4.7%) aislados de *Trichoderma* mostraron antagonismo nulo, y diecinueve (22.3%) presentaron antagonismo bajo, Tabla 4.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Guigón y González (2003) quienes reportaron que cepas nativas de *Trichoderma* mostraron buena actividad antagónica *in vitro* sobre el crecimiento de *P. capsici*. De igual modo, concuerdan con los resultados de Reyes *et al.* (2008) quienes reportan que aislados de *Trichoderma* mostraron *in vitro* alta capacidad antagónica contra *Rhizoctonia* sp. (cepa 304-11). Estos resultados también son similares a los reportados por Corrêa *et al.* (2007) quienes al trabajar con cepas de *Trichoderma* en el control de *Sclerotium rolfii* Sacc., encontraron reducciones del crecimiento en la proporción de 18.97 hasta 44.12%, y también hallaron que algunas cepas de *Trichoderma* aparentemente no tuvieron efecto antagonista sobre *S. rolfii*.

Los aislados T29C, T25A y T2D, presentaron los mayores porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *F. solani*, con valores de 82.1%, 82.1% y 81.8% respectivamente (Tablas 5, 9 y 12, Figura 1). Así mismo, los aislados T33B, T11A y T31A, frente a *P. capsici*, con valores de 87.7%, 86.0% y 84.3% respectivamente, Tablas 15 y 17, Figura 2. De igual modo, T33A, T34A y T16B, los cuales redujeron 83.4%, 83.4% y 79.5%, respectivamente el crecimiento micelial de *R. solani*. Tablas 8 y 11, Figura 3, y los aislados T7A, T22C y T23B

Tabla 3. Aislados de *Trichoderma* identificados molecularmente según la procedencia de invernaderos que no utilizan y no se sabe si utilizan productos con *Trichoderma*.

	Invernadero					
	No utiliza			No se sabe si utiliza		
Aislados	T1A	T6B	T19B	T27A	T7A	T16B
	T1D	T10A	T22C	T28A	T12A	T36A
	T2F	T11A	T25B	T31C	T13A	T37B

Tabla 4. Número de aislados de *Trichoderma* según el nivel de antagonismo contra los fitopatógenos. (Valores en unidades).

Nivel de Antagonismo	Fitopatógeno			
	<i>Fusarium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Sclerotium</i>
Nulo	0	0	0	4
Bajo	1	0	0	19
Moderado	23	5	15	23
Alto	61	78	70	39
Muy alto	0	2	0	0
Total	85	85	85	85

Las cepas que presentaron antagonismo moderado a muy alto son promisorias.

Tabla 5. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 1.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T2E-S	3	12.40	6.30	23.10	9.30	a	46.75	0.0193
T1D-S	3	64.20	60.90	69.20	4.40	ab		
T2C-S	3	65.27	62.50	67.70	2.62	abc		
T1C-S	3	66.83	65.60	67.70	1.10	abcd		
T1B-S	3	67.37	67.20	67.70	0.29	abcde		
T2F-S	3	67.37	65.60	70.30	2.56	abcde		
T1A-S	3	68.40	67.20	69.20	1.06	abcdef		
T2B-S	3	68.93	68.80	69.20	0.23	abcdef		
T1C-F	3	68.67	64.70	75.90	6.27	abcdef		
T2D-S	3	68.87	62.50	78.50	8.49	abcdef		
T2A-S	3	69.43	67.20	70.80	1.95	abcdef		
T2C-R	3	70.50	68.80	71.90	1.57	abcdef		
T1B-R	3	71.00	70.30	71.90	0.82	abcdefg		
T2B-F	3	69.27	58.80	75.90	9.17	abcdefg		
T2F-R	3	71.50	69.20	73.40	2.13	bcdefg		
T2B-R	3	72.03	70.80	73.40	1.31	bcdefg		
T2C-F	3	73.53	64.70	82.80	9.06	bcdefg		
T1A-F	3	73.53	64.70	82.80	9.06	bcdefg		
T2D-R	3	72.53	71.90	73.40	0.78	bcdefg		
T2F-F	3	72.83	58.80	82.80	12.51	bcdefg		
T1D-R	3	73.03	71.90	73.80	1.00	cdefg		
T1B-F	3	74.93	64.70	80.80	8.89	cdefg		
T2E-R	3	73.57	72.30	75.00	1.36	defg		
T2E-F	3	76.20	64.70	84.60	10.31	defg		
T1D-F	3	75.60	70.60	79.30	4.49	efg		
T1C-R	3	75.13	73.40	76.60	1.62	fg		
T1A-R	3	75.13	73.40	76.60	1.62	fg		
T2A-F	3	76.77	70.60	82.80	6.10	fg		
T2A-R	3	75.63	73.40	79.70	3.53	fg		
T2D-F	3	81.83	76.90	86.20	4.68	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$).

Leyenda: Ej. Trat. T2E-S: cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, en donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

con 77.4%, 76.7% y 75.6% de reducción micelial en *S. rolfsii*, respectivamente, tablas 6 y 9, Figura 4. En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestra la reducción de crecimiento micelial ejercida por los aislados de *Trichoderma* sobre cada uno de los fitopatógenos por separado.

En la Figura 4 se observa que los aislados de *Trichoderma* T17A, T18A, T16A y T37C mostraron ninguna

efectividad en la reducción del crecimiento micelial (antagonismo) de *S. rolfsii*, ya que estas cepas arrojaron valores de crecimiento negativo (entre -7 y -1.1). Frente a este fitopatógeno se encontraron los valores más bajos de antagonismo ejercido por los aislados de *Trichoderma*.

Tabla 6. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 2.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T5A-S	3	34.37	27.70	45.20	9.46	a	62.66	0.0003
T3A-S	3	54.20	53.20	55.40	1.11	ab		
T4A-S	3	54.20	51.60	55.60	2.25	abc		
T7B-S	3	66.33	66.10	66.70	0.32	abcd		
T3B-S	3	67.87	66.70	69.20	1.26	abcde		
T4B-S	3	68.47	66.20	69.80	1.97	abcdef		
T6A-S	3	68.90	67.70	69.80	1.08	abcdef		
T4C-S	3	67.90	63.50	71.00	3.92	abcdef		
T6B-S	3	69.93	67.70	73.80	3.36	abcdefg		
T3A-R	3	69.90	69.20	70.80	0.82	abcdefg		
T3A-F	3	68.67	62.50	73.90	5.76	abcdefg		
T6A-F	3	70.00	69.60	70.80	0.69	abcdefg		
T4A-R	3	70.93	68.20	73.80	2.80	abcdefg		
T4A-F	3	71.43	69.60	73.90	2.22	bcdefgh		
T3B-R	3	71.43	70.80	72.70	1.10	cdefgh		
T3B-F	3	71.37	65.20	75.00	5.37	defgh		
T7A-R	3	71.97	69.70	75.40	3.02	defgh		
T7B-R	3	71.40	64.60	75.40	5.92	defgh		
T4B-F	3	72.83	69.60	75.00	2.85	defgh		
T5A-F	3	72.83	69.60	75.00	2.85	defgh		
T7A-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T7B-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T4C-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T6A-R	3	72.97	70.80	75.40	2.31	efgh		
T4B-R	3	73.43	72.30	74.20	1.00	efgh		
T6B-F	3	74.33	70.80	78.30	3.77	fgh		
T6B-R	3	75.03	70.80	78.50	3.91	gh		
T4C-R	3	75.50	73.80	77.30	1.75	gh		
T5A-R	3	77.03	76.90	77.30	0.23	h		
T7A-S	3	77.37	76.90	77.80	0.45	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T5A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 7. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 3.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máy.				
T11A-S	3	6.47	-3.20	22.60	14.06	a	85.36	<0.0001
T15A-S	3	4.30	1.60	8.10	3.39	a		
T9A-S	3	15.33	-1.60	46.00	26.61	a		
T9C-S	3	6.93	3.20	9.50	3.31	ab		
T12A-S	3	28.23	-3.20	44.40	27.23	ab		
T15B-S	3	17.10	11.30	20.60	5.06	ab		
T9C-F	3	43.63	34.80	48.10	7.65	ab		
T9C-R	3	55.37	52.40	59.70	3.84	abc		
T15A-F	3	62.40	56.50	66.70	5.28	abcd		
T8A-F	3	63.87	60.90	66.70	2.90	abcd		
T9B-S	3	64.70	64.50	65.10	0.35	abcde		
T8A-R	3	66.50	65.10	67.70	1.31	abcdef		
T14A-S	3	61.50	48.40	75.80	13.74	abcdefg		
T9B-F	3	65.00	60.00	74.10	7.89	abcdefg		
T8A-S	3	69.00	67.70	71.00	1.76	abcdefg		
T9B-R	3	69.67	69.40	69.80	0.23	abcdefgh		
T14A-R	3	70.20	69.40	71.40	1.06	abcdefgh		
T13A-R	3	70.73	69.40	71.40	1.15	abcdefgh		
T13A-S	3	71.10	67.70	73.00	2.95	bcdefgh		
T12A-F	3	73.13	69.60	77.80	4.22	cdefgh		
T15B-R	3	73.40	71.00	76.20	2.62	cdefgh		
T9A-R	3	73.40	69.80	77.40	3.82	cdefgh		
T10A-S	3	73.80	71.40	77.40	3.17	cdefgh		
T12A-R	3	73.93	71.40	77.40	3.11	cdefgh		
T14A-F	3	74.67	73.90	76.00	1.16	defgh		
T10A-R	3	74.47	73.00	76.20	1.62	defgh		
T15A-R	3	75.53	74.60	76.20	0.83	efgh		
T15B-F	3	75.90	73.90	77.80	1.95	fgh		
T11A-F	3	75.90	73.90	77.80	1.95	fgh		
T11A-R	3	75.53	74.20	76.20	1.15	fgh		
T13A-F	3	77.13	73.90	81.50	3.92	fgh		
T9A-F	3	77.23	73.90	80.00	3.09	gh		
T10A-F	3	78.60	76.00	81.50	2.76	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T11A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 8. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 4.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T17A-S	3	-7.00	-16.10	-1.60	7.93	a	75.07	<0.0001
T16A-S	3	-2.77	-3.30	-1.80	0.84	ab		
T18A-S	3	-4.73	-12.50	0.00	6.78	ab		
T19A-S	3	5.10	-7.10	27.40	19.34	ab		
T19B-S	3	11.47	-7.10	38.30	23.80	abc		
T18A-F	3	23.83	10.50	31.80	11.62	abcd		
T17A-F	3	40.53	25.00	54.50	14.81	abcde		
T18A-R	3	51.13	46.60	55.60	4.50	abcdef		
T22A-S	3	61.17	58.90	62.90	2.05	abcdefg		
T16A-R	3	58.97	46.50	68.30	11.23	abcdefg		
T20B-R	3	65.43	55.80	70.70	8.35	abcdefgh		
T16A-F	3	67.40	63.20	70.80	3.86	abcdefghi		
T17A-R	3	62.30	48.80	77.80	14.60	abcdefghij		
T20B-S	3	70.87	67.70	73.20	2.84	abcdefghij		
T20B-F	3	70.90	68.20	73.70	2.75	bcdefghij		
T22A-F	3	68.67	63.20	79.20	9.12	cdefghij		
T20A-S	3	72.00	70.00	75.00	2.65	cdefghij		
T20A-R	3	72.57	62.80	82.50	9.85	defghij		
T16B-S	3	73.50	71.40	75.80	2.21	defghij		
T20A-F	3	73.43	68.40	79.20	5.44	efghij		
T19A-F	3	73.80	72.70	75.00	1.15	efghij		
T21A-S	3	74.17	73.30	75.00	0.85	efghij		
T22A-R	3	74.67	72.10	77.80	2.89	fghij		
T21A-R	3	75.60	70.70	79.40	4.45	ghij		
T21A-F	3	76.73	73.70	79.20	2.79	ghij		
T19A-R	3	76.60	74.40	77.80	1.91	ghij		
T16B-F	3	78.47	77.30	79.20	1.02	hij		
T19B-R	3	79.30	74.40	82.50	4.31	hij		
T16B-R	3	79.50	76.70	82.50	2.91	ij		
T19B-F	3	79.97	78.90	81.80	1.59	j		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T17A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 9. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 5.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T22B-S	3	61.63	61.50	61.90	0.23	a	61.80	0.0004
T22E-S	3	63.27	58.50	66.20	4.16	ab		
T25A-S	3	64.20	61.50	69.20	4.33	abc		
T23B-R	3	67.43	63.60	72.60	4.65	abcd		
T22F-S	3	68.43	66.20	70.80	2.30	abcd		
T24A-R	3	68.13	64.50	72.60	4.11	abcd		
T24B-R	3	67.47	63.60	69.40	3.35	abcd		
T24B-S	3	69.37	65.10	73.80	4.35	abcde		
T25A-R	3	70.33	67.70	74.20	3.42	abcde		
T22C-R	3	70.37	69.10	72.60	1.94	abcde		
T25B-R	3	73.03	69.10	75.80	3.50	abcdef		
T22D-F	3	72.17	66.70	77.80	5.55	abcdefg		
T24B-F	3	72.17	66.70	77.80	5.55	abcdefg		
T22D-R	3	73.57	69.10	75.80	3.87	abcdefg		
T23B-F	3	72.97	66.70	76.20	5.43	bcdefg		
T22B-R	3	74.10	69.10	77.40	4.40	cdefg		
T22D-S	3	75.10	73.00	76.90	1.97	defg		
T22E-R	3	75.67	72.60	81.80	5.31	defg		
T25B-F	3	75.07	71.40	77.80	3.30	defg		
T23B-S	3	75.63	74.60	76.90	1.17	defg		
T22F-R	3	75.30	72.70	77.40	2.39	defg		
T25B-S	3	75.63	73.00	78.50	2.76	defg		
T24A-S	3	75.60	73.00	76.90	2.25	defg		
T22E-F	3	76.57	72.00	81.50	4.76	defg		
T22C-S	3	76.67	76.20	76.90	0.40	efg		
T24A-F	3	77.90	76.00	81.50	3.12	efg		
T22B-F	3	79.50	76.00	81.50	3.04	fg		
T22C-F	3	79.23	76.20	81.50	2.73	fg		
T22F-F	3	80.57	76.20	84.00	3.98	fg		
T25A-F	3	82.07	80.00	85.20	2.76	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T22B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 10. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 6.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T26A-S	3	5.33	0.00	8.30	4.63	a	79.07	<0.0001
T26B-S	3	18.37	8.30	38.50	17.44	ab		
T26C-S	3	15.63	13.30	16.90	2.02	ab		
T26B-F	3	34.67	26.30	44.40	9.13	abc		
T28B-S	3	32.90	15.40	50.00	17.30	abc		
T26C-F	3	32.47	0.00	50.00	28.15	abc		
T28C-S	3	41.03	38.30	43.10	2.47	abc		
T26A-F	3	41.87	36.80	44.40	4.39	abc		
T28C-F	3	56.63	42.10	66.70	12.89	abcd		
T28A-F	3	61.83	55.60	66.70	5.67	abcde		
T28A-S	3	60.40	48.30	66.70	10.48	abcde		
T29A-F	3	63.67	61.10	66.70	2.83	abcdef		
T30A-F	3	63.53	61.10	68.40	4.21	abcdef		
T26C-R	3	65.23	60.90	69.20	4.16	abcdefg		
T26B-R	3	65.30	60.90	68.80	4.03	abcdefg		
T27A-F	3	63.57	55.60	68.40	6.95	abcdefg		
T30A-S	3	67.07	66.20	68.30	1.10	bcdefgh		
T27A-S	3	66.40	63.30	69.20	2.96	bcdefgh		
T28B-F	3	67.27	66.70	68.40	0.98	cdefgh		
T26A-R	3	67.37	60.90	79.70	10.69	cdefgh		
T29B-F	3	70.93	68.40	72.20	2.19	defgh		
T29A-S	3	73.50	71.70	75.00	1.67	defgh		
T29B-S	3	74.03	71.70	75.40	2.03	defgh		
T28C-R	3	74.57	73.40	76.90	2.02	defgh		
T28A-R	3	74.60	73.40	76.60	1.74	defgh		
T27A-R	3	74.60	73.40	76.60	1.74	defgh		
T28B-R	3	76.17	73.40	81.30	4.45	efgh		
T30A-R	3	76.70	76.60	76.90	0.17	fgh		
T29B-R	3	77.73	76.60	78.50	1.00	gh		
T29A-R	3	78.77	78.10	79.70	0.83	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T26A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 11. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 7.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T31B-S	3	9.07	0.00	15.30	8.03	a	63.93	<0.0001
T30B-S	3	30.93	15.30	40.70	13.68	ab		
T32A-F	3	38.07	20.00	47.10	15.65	abc		
T33A-S	3	42.83	38.60	49.20	5.61	abc		
T31B-F	3	42.77	40.00	47.10	3.80	abcd		
T31B-R	3	55.17	52.70	59.70	3.93	abcde		
T34A-S	3	57.10	56.10	57.60	0.87	abcdef		
T31A-F	3	56.47	40.00	64.70	14.26	abcdefg		
T31A-S	3	58.90	54.20	64.90	5.47	abcdefgh		
T32A-S	3	61.13	59.30	62.70	1.72	abcdefgh		
T35A-S	3	61.70	61.00	62.70	0.89	abcdefgh		
T31C-S	3	66.23	61.40	74.60	7.27	bcdefghi		
T31C-F	3	65.60	52.90	73.30	11.08	cdefghi		
T33A-F	3	67.33	64.70	70.60	3.00	cdefghi		
T34A-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T35A-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T30B-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T31C-R	3	72.80	69.40	78.10	4.65	efghi		
T32A-R	3	73.23	67.30	77.40	5.28	fghi		
T31A-R	3	75.03	72.70	76.60	2.06	ghi		
T30B-R	3	76.50	70.90	82.80	5.98	hi		
T35A-R	3	75.57	72.70	77.40	2.51	hi		
T33A-R	3	83.43	82.80	83.90	0.57	i		
T34A-R	3	83.37	81.80	84.40	1.38	i		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T31B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 12. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 8.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máx.			
T17B-S	3	1.03	-1.70	3.20	2.50	a	41.50 0.0001
T28D-S	3	2.13	0.00	4.80	2.44	a	
T16C-S	3	6.10	-1.60	16.70	9.49	a	
T17B-R	3	36.47	22.20	45.50	12.50	ab	
T17B-F	3	38.47	34.60	46.20	6.70	ab	
T16C-R	3	57.67	51.10	63.60	6.27	abc	
T19C-R	3	61.97	55.60	66.70	5.73	abcd	
T19C-S	3	65.60	62.90	67.20	2.35	abcd	
T28D-R	3	68.33	55.60	76.70	11.21	bcd	
T29C-S	3	68.30	67.70	68.90	0.60	bcd	
T29C-R	3	71.47	66.70	75.00	4.29	bcd	
T19C-F	3	79.50	76.90	80.80	2.25	cd	
T28D-F	3	80.80	80.80	80.80	0.00	cd	
T16C-F	3	80.80	80.80	80.80	0.00	cd	
T29C-F	3	82.07	80.80	84.60	2.19	d	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T17B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 13. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 9.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máx.			
T33B-S	3	3.17	1.60	6.30	2.71	a	41.19 0.0002
T31D-S	3	11.37	1.60	26.20	13.06	a	
T31D-F	3	36.03	30.00	41.70	5.86	ab	
T34B-S	3	43.20	34.40	50.80	8.27	ab	
T31D-R	3	66.30	61.70	70.50	4.41	abc	
T30C-S	3	67.57	67.20	68.30	0.64	abcd	
T36A-S	3	71.33	69.80	72.10	1.33	abcde	
T36A-R	3	73.50	70.50	76.70	3.10	bcde	
T34B-R	3	73.50	71.70	75.00	1.67	bcde	
T33B-R	3	73.47	72.10	75.00	1.46	bcde	
T34B-F	3	74.37	70.80	77.30	3.30	bcde	
T33B-F	3	77.17	75.00	79.20	2.10	cde	
T30C-R	3	78.43	75.00	80.30	2.98	de	
T36A_F	3	81.70	80.00	83.30	1.65	e	
T30C-F	3	81.70	80.00	83.30	1.65	e	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T33B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 14. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 10.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T37C-S	3	-1.13	-3.30	3.20	3.75	a	40.09	0.0002
T37A-S	3	3.27	-3.30	8.30	5.95	ab		
T37E-S	3	3.77	0.00	11.30	6.52	ab		
T37D-S	3	28.60	16.70	41.70	12.54	abc		
T37C-F	3	39.40	31.80	45.50	6.97	abcd		
T37A-F	3	50.00	50.00	50.00	0.00	abcde		
T37E-F	3	43.97	18.20	68.20	25.04	abcdef		
T37E-R	3	55.87	53.80	60.00	3.58	bcdefg		
T37C-R	3	57.40	53.80	64.60	6.24	bcdefg		
T37A-R	3	58.93	53.80	61.50	4.45	cdefg		
T37D-F	3	65.17	59.10	77.30	10.51	cdefg		
T37B-S	3	68.70	66.70	71.70	2.65	defg		
T37D-R	3	72.80	69.20	76.90	3.87	efg		
T37B-R	3	77.43	76.90	78.50	0.92	fg		
T37B-F	3	77.30	77.30	77.30	0.00	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T37C-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 15. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 11.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T37G-S	3	68.60	66.70	71.40	2.48	a	12.80	0.0243
T37F-S	3	71.37	71.00	71.70	0.35	ab		
T37F-F	3	75.57	73.90	77.80	2.01	bc		
T37G-F	3	75.57	73.90	77.80	2.01	bc		
T37G-R	3	76.17	75.40	76.90	0.75	bc		
T37F-R	3	77.73	76.90	79.40	1.44	c		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p> 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T37G-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 16. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en los experimentos 1, 2, 3 y 4.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T9C-P	3	60.50	60.50	60.50	0.00	a	82.92	<0.0001
T3A-P	3	65.23	64.10	65.80	0.98	ab		
T2E-P	3	64.70	61.10	68.90	3.93	abc		
T9A-P	3	66.63	65.10	67.40	1.33	abcd		
T6A-P	3	66.97	65.80	68.40	1.32	abcd		
T1A-P	3	67.23	63.90	71.10	3.63	abcde		
T16A-P	3	67.40	64.30	69.60	2.76	abcde		
T18A-P	3	67.33	63.40	69.60	3.42	abcdef		
T2D-P	3	68.17	66.70	71.10	2.54	abcdef		
T2C-P	3	68.27	66.70	69.20	1.37	abcdef		
T19C-P	3	68.37	63.00	73.80	5.40	abcdefg		
T1C-P	3	68.90	66.70	73.30	3.81	abcdefg		
T7B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T4B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T4A-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T3B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T2A-P	3	67.87	61.10	73.30	6.21	abcdefgh		
T4C-P	3	69.53	65.80	74.40	4.41	abcdefgh		
T15A-P	3	69.00	65.10	72.10	3.57	abcdefghi		
T2F-P	3	69.73	66.70	73.30	3.33	abcdefghij		
T1D-P	3	69.87	66.70	71.80	2.76	abcdefghij		
T16B-P	3	70.40	68.30	73.90	3.05	abcdefghij		
T1B-P	3	70.50	66.70	75.60	4.59	bcdefghij		
T7A-P	3	70.43	68.40	71.80	1.80	bcdefghij		
T2B-P	3	71.23	66.70	77.80	5.82	bcdefghij		
T9B-P	3	70.57	69.80	72.10	1.33	cdefghijk		
T8A-P	3	70.57	69.80	72.10	1.33	cdefghijk		
T17B-P	3	72.07	70.70	73.80	1.58	defghijk		
T19B-P	3	72.00	70.70	73.90	1.68	defghijk		
T5A-P	3	72.20	71.10	73.70	1.35	defghijk		
T19A-P	3	74.30	69.00	78.30	4.78	efghijk		
T10A-P	3	73.63	72.10	76.70	2.66	fghijk		
T17A-P	3	74.37	71.40	76.10	2.58	fghijk		
T14A-P	3	75.17	72.10	76.70	2.66	ghijk		
T16C-P	3	75.97	75.60	76.20	0.32	hijk		
T13A-P	3	76.70	76.70	76.70	0.00	ijk		
T6B-P	3	77.37	73.70	79.50	3.19	ijk		
T15B-P	3	77.50	75.60	78.60	1.65	ijk		
T12A-P	3	77.50	76.70	79.10	1.39	jk		
T11A-P	3	86.03	83.70	88.40	2.35	k		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T9C-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 17. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 5.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máy.			
T22D-P	3	59.83	55.90	61.80	3.41	a	19.75 0.0059
T22E-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T22F-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T20A-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T22A-P	3	73.53	70.60	76.50	2.95	bc	
T22B-P	3	74.50	73.50	76.50	1.73	bc	
T22C-P	3	75.50	70.60	79.40	4.48	bc	
T21A-P	3	77.47	76.50	79.40	1.67	c	
T20B-P	3	78.43	76.50	79.40	1.67	c	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T22D-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 18. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en los experimentos 6, 7, 8 y 9.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín	Máx				
T31B-P	3	65.80	63.90	67.60	1.85	a	88.81	<0.0001
T25A-P	3	66.40	65.00	67.50	1.28	ab		
T26A-P	3	66.37	64.10	67.50	1.96	ab		
T37A-P	3	69.80	69.40	70.60	0.69	abc		
T31D-P	3	68.13	63.90	75.60	6.49	abcd		
T26C-P	3	70.57	66.70	72.50	3.35	abcd		
T25B-P	3	69.73	66.70	75.00	4.58	abcd		
T26B-P	3	71.40	69.20	72.50	1.91	abcd		
T37F-P	3	72.63	72.20	73.50	0.75	abcde		
T24A-P	3	72.30	70.00	74.40	2.21	abcdef		
T37B-P	3	71.67	69.40	75.00	2.95	abcdef		
T35A-P	3	71.60	67.60	75.00	3.74	abcdef		
T37G-P	3	72.60	70.60	75.00	2.23	abcdefg		
T36A-P	3	74.50	73.50	75.00	0.87	abcdefgh		
T27A-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T23B-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T24B-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T29A-P	3	75.40	73.70	77.50	1.93	abcdefghij		
T29B-P	3	76.23	73.70	80.00	3.33	bcdefghijk		
T30A-P	3	77.07	73.70	80.00	3.17	cdefghijk		
T32A-P	3	76.23	75.00	78.00	1.57	cdefghijk		
T28B-P	3	77.13	75.00	78.90	1.98	cdefghijk		
T30B-P	3	77.90	73.70	82.50	4.41	cdefghijk		
T37D-P	3	77.37	76.50	77.80	0.75	defghijk		
T37C-P	3	78.23	73.50	80.60	4.10	defghijk		
T30C-P	3	78.87	75.00	81.60	3.44	efghijk		
T29C-P	3	78.77	76.30	80.00	2.14	efghijk		
T37E-P	3	79.33	77.80	82.40	2.66	fghijk		
T28A-P	3	79.83	79.50	80.00	0.29	ghijk		
T31C-P	3	79.87	77.80	83.80	3.41	ghijk		
T33A-P	3	80.93	75.60	86.10	5.25	hijk		
T28C-P	3	81.37	80.00	82.50	1.27	hijk		
T28D-P	3	82.20	81.60	82.50	0.52	hijk		
T31A-P	3	84.63	78.90	87.50	4.97	ijk		
T34A-P	3	84.27	82.90	86.10	1.65	jk		
T33B-P	3	87.70	86.10	89.20	1.55	k		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T31B-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

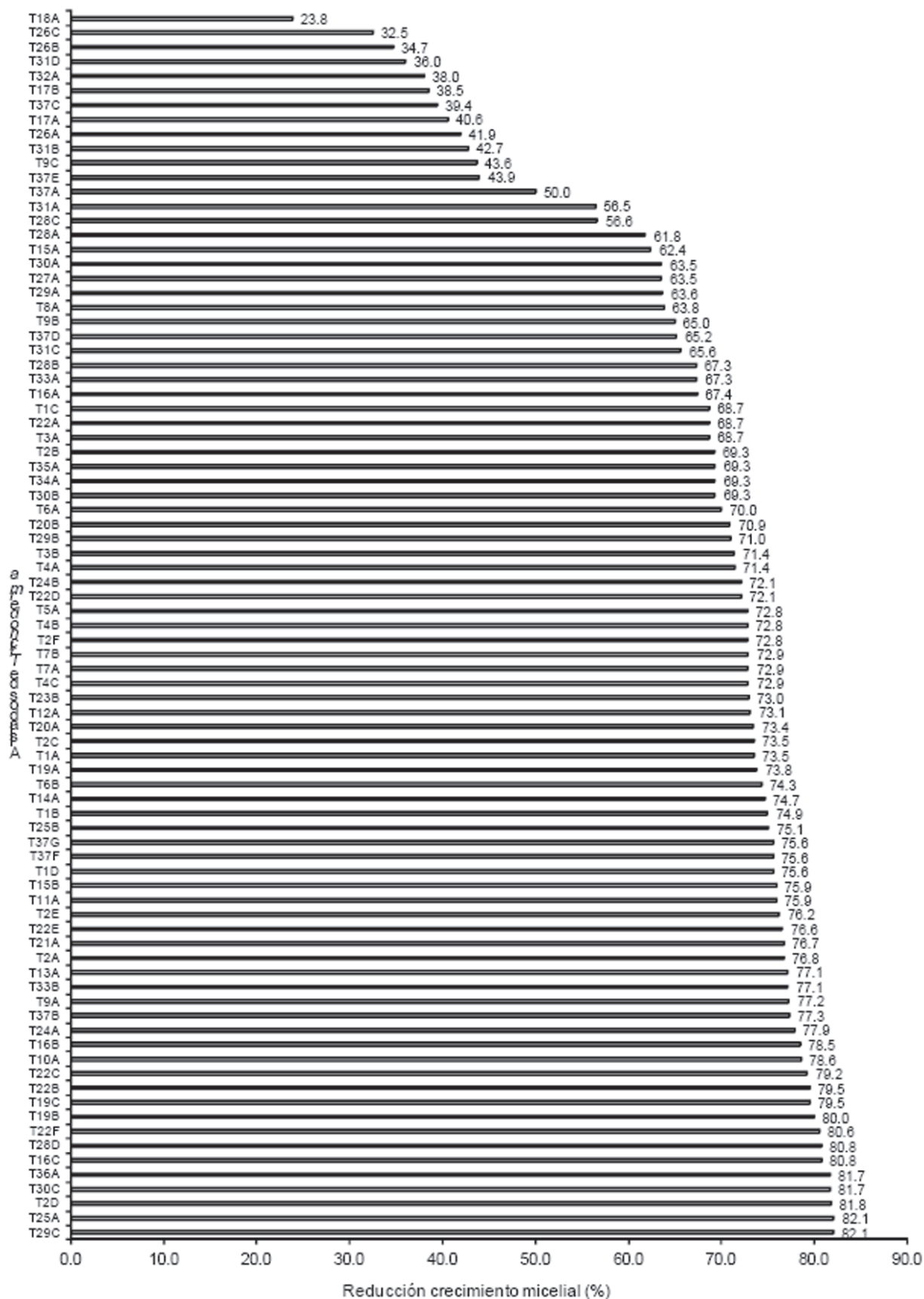


Figura 1. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *F. solani* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

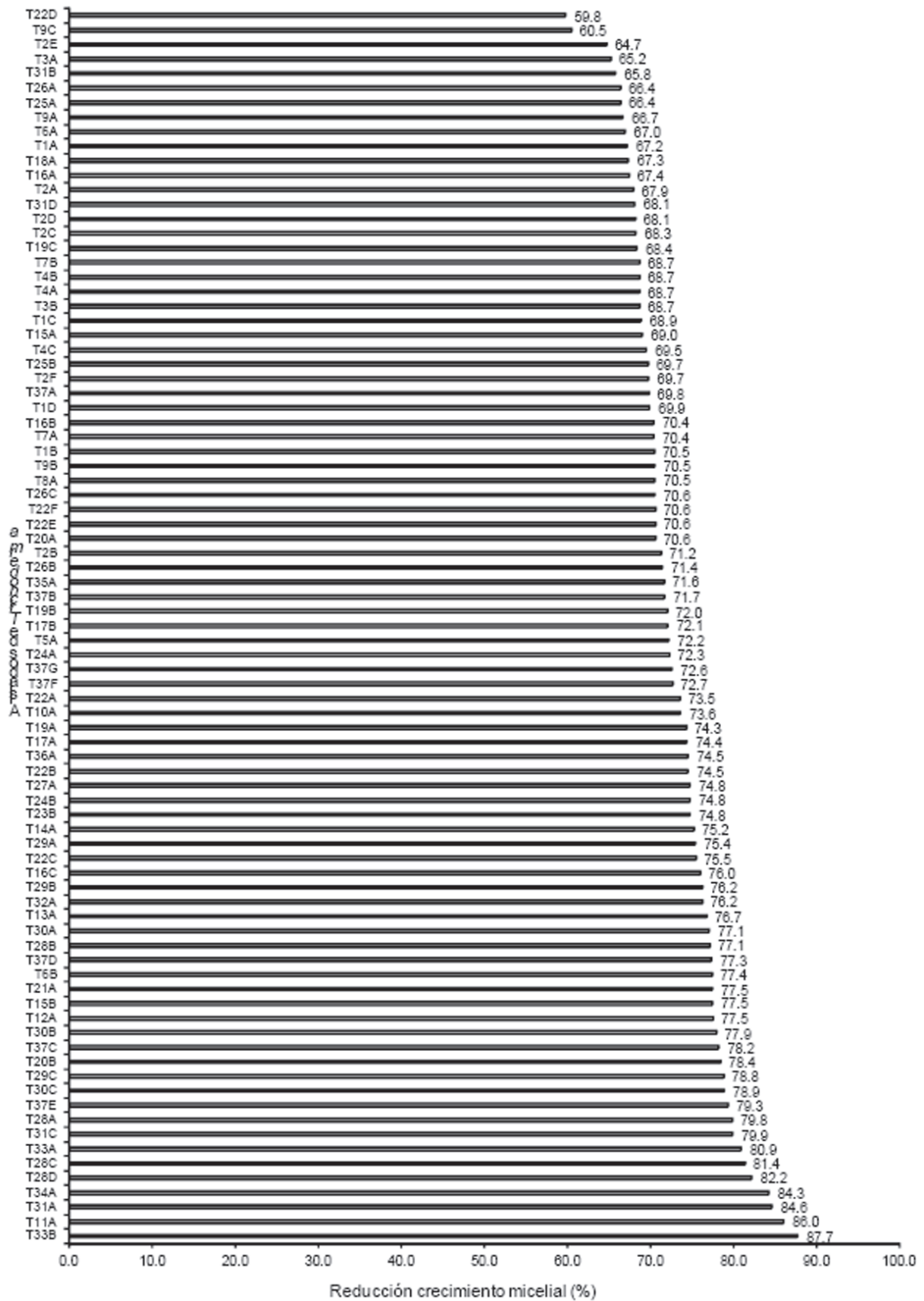


Figura 2. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *P. capsici* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

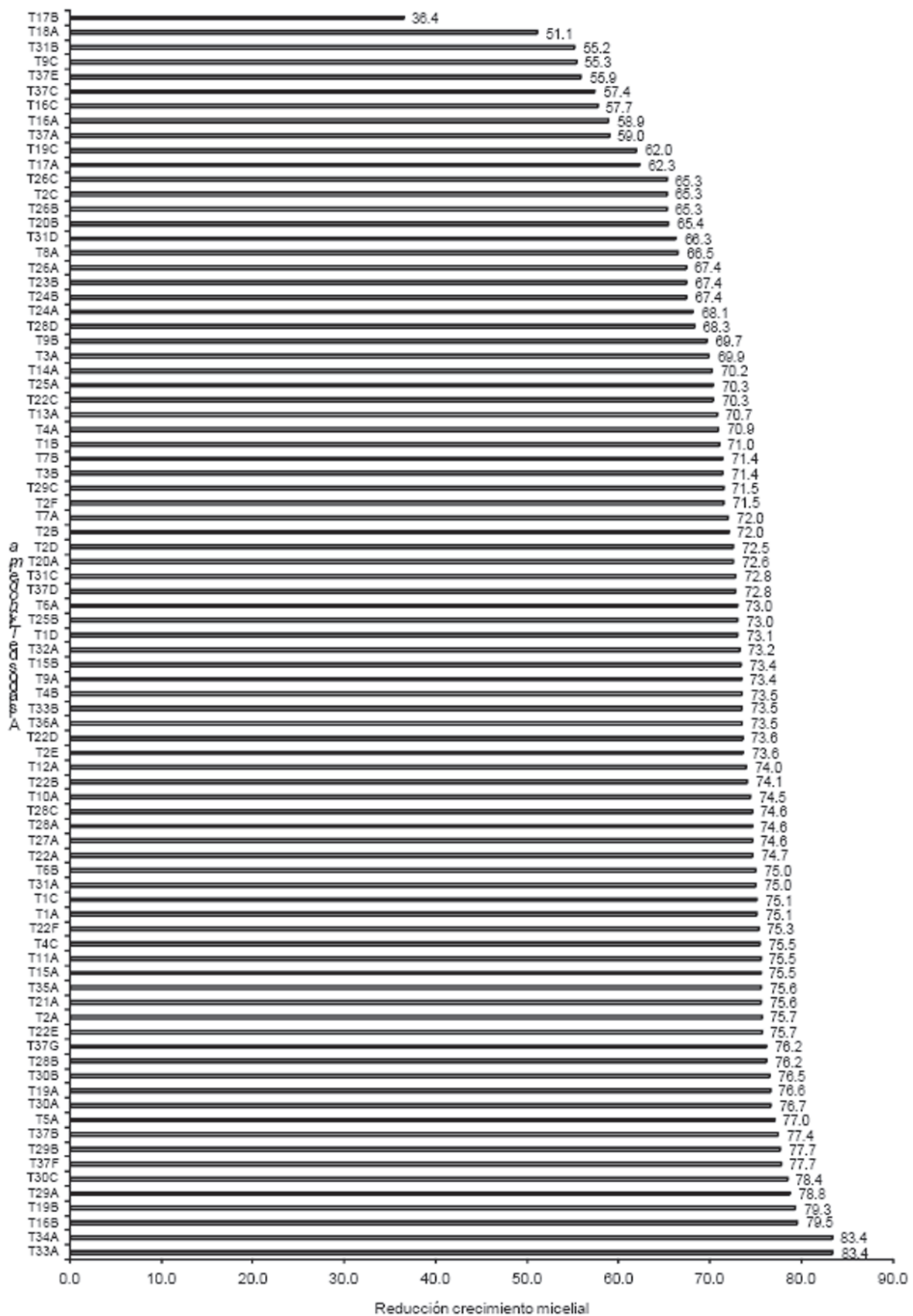


Figura 3. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *R. solani* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

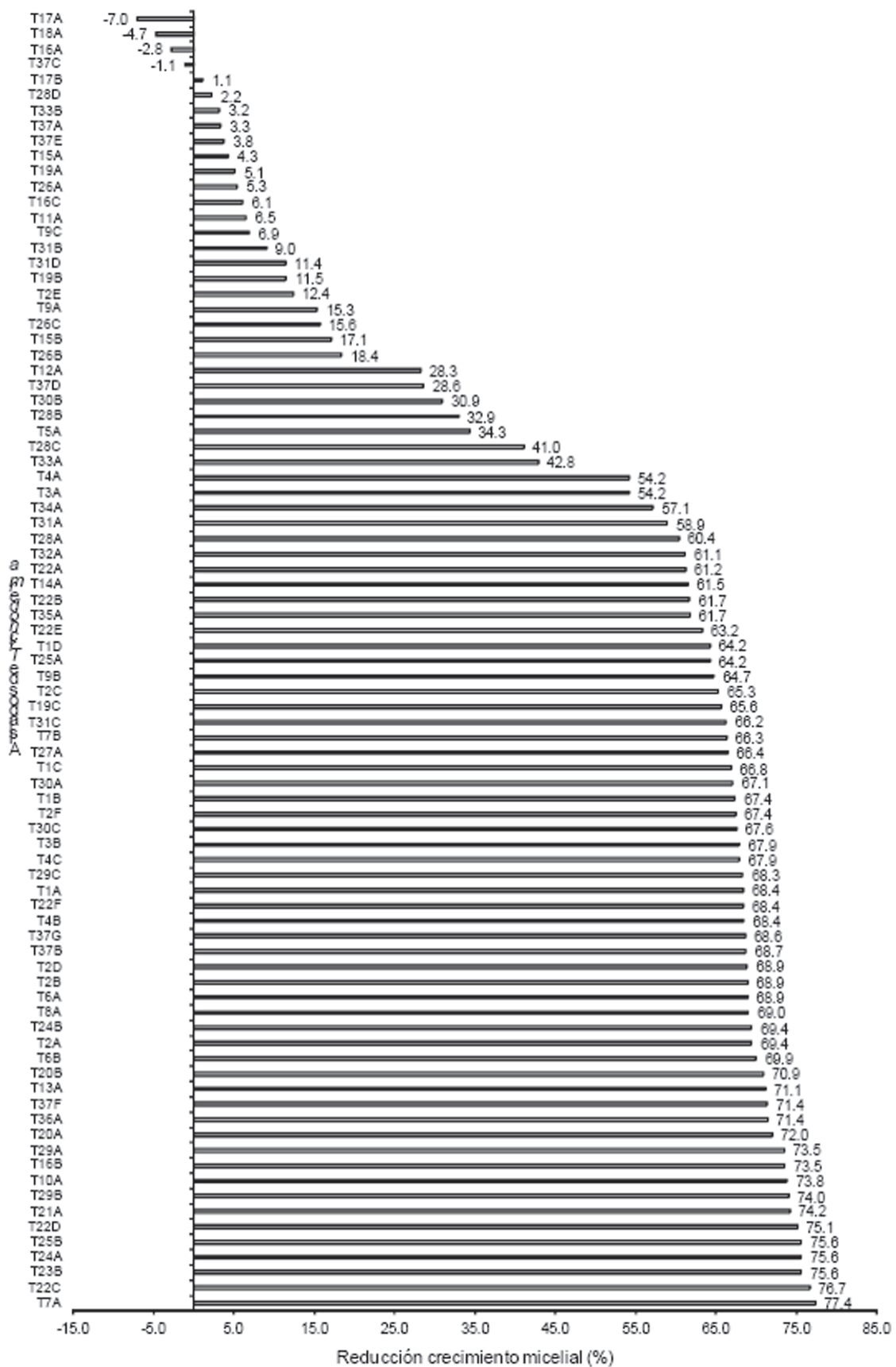


Figura 4. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *S. rolfii* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

En la Figura 5 se presenta el crecimiento micelial de *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Sclerotium* en presencia de aislados de *Trichoderma* en platos Petri.

En el estudio molecular (ADN) se identificaron 17 aislados, y se encontraron las especies *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum*. Trece de los aislados (72.22%) pertenecen a la especie *T. asperellum*, tres (16.67%) son *T. harzianum*, uno (5.56%) es un *T. longibrachiatum*. Los aislados pertenecientes a la especie *T. asperellum* son: T1A, T2F, T6B, T7A, T10A, T11A, T22C, T25A, T27A, T28A, T31C, T36A y T37B. Los que corresponden a la especie *T. harzianum* son: T13A, T16B y T19B. El aislado perteneciente a la especie *T. longibrachiatum* es T12A (Tabla 19).

En la Tabla 19 puede observarse que la mayor parte de los aislados de *Trichoderma* fueron identificados dentro de las especies *T. asperellum*, *T. longibrachiatum* y *T. harzianum*, en las cuales se encontraron varias razas. El porcentaje máximo de similitud de los aislados con especies identificadas en otros países estuvo entre 88 y 100%. Solamente uno de los aislados no pudo ser identificado molecularmente.

CONCLUSIONES

La mayor cantidad de los aislados de *Trichoderma*, en promedio son considerados promisorios para el manejo de *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii* bajo condiciones de invernadero y/o campo. Estos en su mayoría (92%) fueron efectivos en el control de los fitopatógenos, ya que se encontraron 61 aislados (71.8%) con antago-

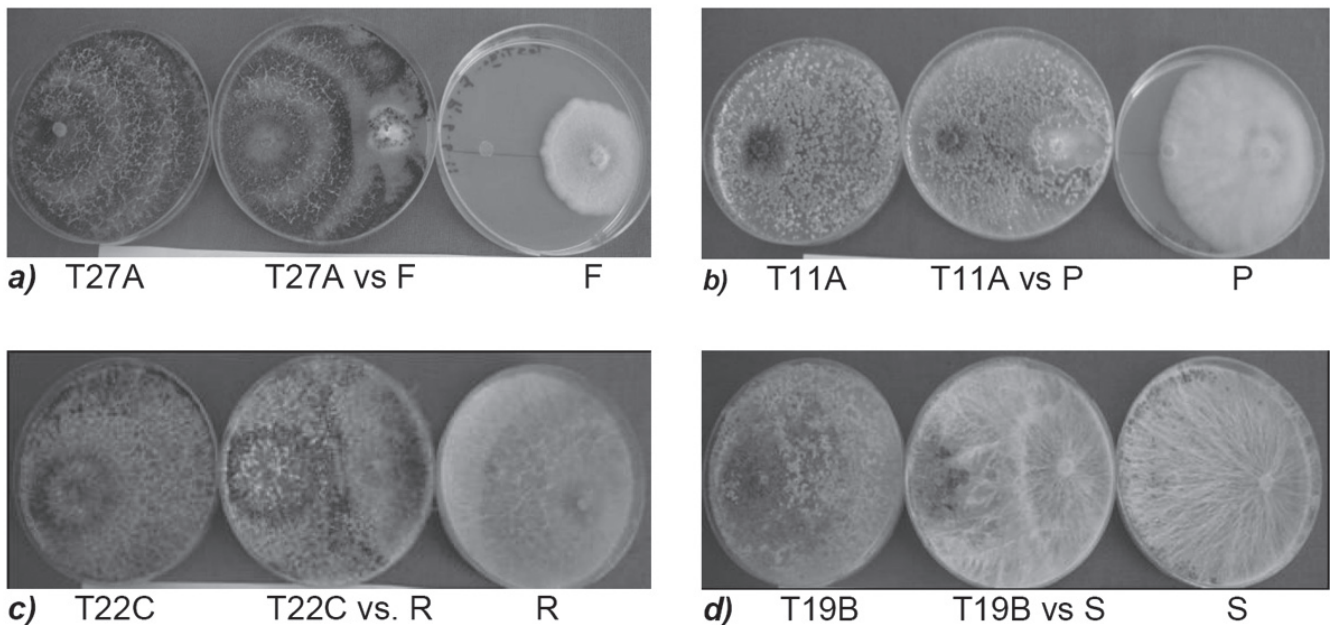


Figura 5. Crecimiento micelial de los fitopatógenos y aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas después del cultivo. Leyenda: **a)**: Aislado T27A y *Fusarium* (F), **b)**: aislado T11A y *Phytophthora* (P), **c)**: aislado T22C y *Rhizoctonia* (R), **d)**: aislado T19B y *Sclerotium* (S).

Tabla 19. Aislados de *Trichoderma* con alineaciones significativas con secuencias de hongos de la base de datos del NCBI GenBank según análisis de secuencias (ITS rADN).

Aislado	Número de accesión NCBI GenBank	Especie	Origen de la accesión de GenBank	Max. Ident %
T1A	KC847169.1	<i>Trichoderma asperellum</i>	Indonesia	304/307(99%)
T1D	-	strain LIPIMC0568 No identificada	-	-
T2F	JQ040320.1	<i>Trichoderma asperellum</i>	China	589/591(99%)
T6B	JQ040322.1	strain SHBS2013 <i>Trichoderma asperellum</i>	China	349/396(88%)
T7A	JQ040311.1	strain YNKM1067 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	587/587(100%)
T10A	KC576729.1	GXNN1001 <i>Trichoderma asperellum</i>	Brazil	432/432(100%)
T11A	EU077227.1	strain CEN768 <i>Trichoderma asperellum</i>	España	590/591(99%)
T12A	KC009811.1	strain T34 <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	España	627/627(100%)
T13A	JF923802.1	strain H09-095 <i>Hypocrealixii</i> (anamorph: <i>Trichoderma harzianum</i>), <i>Hypocrealixii</i>	India	604/604(100%)
T16B	GU934533.1	(anamorph: <i>Trichoderma harzianum</i>	Canada	547/615(89%)
T19B	KC330218.1	OUT 680 <i>Trichoderma harzianum</i> strain	India	603/604(99%)
T22C	JQ040323.1	CKP01 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	588/589(99%)
T25B	KC576729.1	HNZZ4003 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Brazil	448/449(99%)
T27A	KC898194.1	CEN768 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Egipto	584/584(100%)
T28A	KC847169.1	ASP5 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Indonesia	425/428(99%)
T31C	JQ040323.1	LIPIMC0568 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	595/599(99%)
T36A	JQ040312.1	ZJSX5001 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	592/596(99%)
T37B	JQ040320.1	GXNN4006 <i>Trichoderma asperellum</i> strain SHBS2013	China	590/591(99%)

nismo alto contra *Fusarium*, 78 (91.8%) contra *Phytophthora*, 70 (82.3%), contra *Rhizoctonia* y 39 (45.9%) contra *Sclerotium*.

En la identificación molecular (ADN) de una muestra de 17 aislados, se encontraron las especies: *T. asperellum*, *T. harzianum*, y *T. longibrachiatum*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas de eficacia de los aislados de *Trichoderma* frente a los fitopatógenos *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*, a nivel de invernadero y/o campo.

LITERATURA CITADA

Abbott, W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Classic paper: Abbott's formula. Journal of the American Mosquito Control Association. 3(2): 302-303

Cholango, L. 2009. Selección de cepas de *Trichoderma* spp. *In vitro* para el control de problemas radiculares en flores en verano. Tesis de grado de Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejercito. Departamento de la Ciencias de la Vida Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. IASA I. Checa, EC p. 1.

Corrêa, S.; Mello, M.; Ávila, Z.; Minaré, L.; Pádua, R.; Gomes, D. 2007. Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fitosanidad. 11(1): 3-9. .

García, R.; Riera, R., Zambrano, C. y Gutiérrez, L. 2006. Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa de *Trichoderma harzianum* proveniente de la Región Andina Venezolana. Fitosanidad. 10(2): 115.

Guigón, C.; González, P. 2003. Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagonista sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología, 22(001):117-124.

Harman, G. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. Symposium The Nature and Application of Biocontrol Microbes II: *Trichoderma* spp. 96(2).

Hubert, R. 2008. Diagnóstico de manejo e identificación de microorganismos patógenos presentes en el cultivo de ají (*Capsicum annum* L.) bajo invernadero en San José de Ocoa, República Dominicana. Tesis para optar por el título de Master en Ciencias Manejo Integrado de Plagas. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). 46 P.

Moya, J.; García, S.; González, J. 2003. Efecto de *Trichoderma* spp. en el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos de suelo en platos Petri. XLIX reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), desde 27 abril al 3 mayo, La Ceiba, Honduras. 68P.

Moya, J.; Andújar, F. 2004. Efecto de *Trichoderma* sp. en el control de *Phytophthora capsici* Leonian, en plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) en invernadero. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. ISA (Instituto Superior de Agricultura). 39P.

Moya, J.; García, S. 2009. Efecto de *Trichoderma* spp. en el crecimiento micelial de *Phytophthora colocasiae* (Raciborski, 1900) en platos de Petri. 4to Congreso Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Resúmen, p. 5-6.

Moya, J.; García, S.; Avilés, E.; Andújar, F.; Núñez, P. 2014. Aislamiento de cepas de *Trichoderma* spp. de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en República Dominicana. Revista APS 3(2): 11-16.

Promefrin (Programa de Mercados, Frigoríficos e Invernadero). 2011. Datos estadísticos. Sin publicar. Ministerio de Agricultura. Santo Domingo, DO.

Promefrin (Programa de Mercados, Frigoríficos e Invernaderos). 2014. Datos Estadísticos. Santo Domingo, DO.

Reyes, Y.; Martínez, B., Infante, D. 2008. Evaluación de la actividad antagonista de trece aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizoctonia* sp. Rev. Protección Vegetal. 23(2): pp. 112-117.

Sandoval, I.; Ofelia, M.; García, D.; Mendoza, I. 1995. *Trichoderma harzianum* (Cepa A34): Un biopreparado de amplio espectro para micopatyologías del tomate y del pimiento. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 4. 38 p.

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

Stefanova M.; Sandoval, I. 1995. Efectividad de Biopreparados de *Trichoderma* spp. en el control de hongos fitopatógenos de suelo. Ed. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 2. 22 p.

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

Fermentado de malta, pollinaza y melaza en dietas para patos pekinés en crecimiento y engorde

José Carvajal y Esmeralda Martínez

Abstract

Due to the increase of prices of imported raw materials for animal feed, a study was conducted with local alternative sources to replace imported inputs, in order to evaluate the performance of Beijingers ducks to consume diets with different levels of inclusion fermented malt, chicken manure and molasses. The treatments were T1 = control (corn and soybean); T2 = 20%; T3=25% and T4 = 30% fermented feed in a completely randomized design with 4 treatments and 4 replications. ANOVA ($P < 0.05$) was used for statistical analysis of the data. Partial budget reduction analysis was used to determine the most effective cost diet. With respect to weight gain, the control (2.28 kg) showed no significant differences compared to 20% (2.04 kg), but it was different with the 25% and 30% (1.92 and 1.87 kg, respectively). Regarding feed conversion, 25% and 30% (5.79 and 6.01 kg, respectively) treatments were similar and higher than the control and 20% (4.67 and 5.35 kg, respectively). However, the control treatment was statistically similar to 20%. In relation to weight gain, the control (41.81 g / day) was not different from 20% (36.14 g / day), but it was to the other treatments, being higher than 25% and 30% (33.26 and 32.25 g / day , respectively). As for the economic analysis of the marginal rate of return it is determined that the 25% proved more profitable than other treatments with a cost of RD\$84.21 / kg and a net profit of RD\$48.07/kg. According to the results, it is recommended the diet with 20% inclusion of fermented feed, because it did not show significant differences with the control diet, being also the most profitable.

Keywords: silage, fermented poultry manure byproduct brewery, malt.

Resumen

Debido al aumento en los precios de las materias primas importadas para la alimentación animal, se realizó un estudio con fuentes alternativas locales que sustituyan insumos importados. El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de los patos pekinés al consumir dietas con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de malta, pollinaza y melaza. Los tratamientos estudiados fueron T1= testigo (maíz y soya); T2= 20%; T3= 25% y T4= 30% de fermentado, en un diseño completamente al azar, con 4 repeticiones. Se realizó un análisis de presupuesto parcial para determinar la dieta más rentable. Con respecto a la ganancia de peso, el testigo (2.28 kg) no arrojó diferencias significativas comparado con el 20% (2.04 kg), pero sí con el 25% y 30% (1.92 y 1.87 kg, respectivamente). En cuanto a la conversión alimenticia, los tratamientos 25% y 30% (5.79 y 6.01 kg, respectivamente) resultaron similares y superiores al testigo y 20% (4.67 y 5.35 kg, respectivamente). Sin embargo, el tratamiento testigo resultó estadísticamente similar al 20%. En relación a la ganancia de peso, el testigo (41.81 g/día) no fue diferente del 20% (36.14 g/día), pero sí lo fue a los demás tratamientos, resultando superior al 25% y 30% (33.26 y 32.25 g/día, respectivamente). En el análisis económico la tasa marginal de rendimiento determinó, que el 20% resultó de mayor rentabilidad que los demás tratamientos con un costo de RD\$84.21/kg y un beneficio neto de RD\$48.07/kg. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda utilizar la dieta con 20% de inclusión de fermentado, ya que ésta no presentó diferencias significativas con la dieta testigo, pero fue la de mayor rentabilidad.

Palabras clave: ensilaje, fermentado, excretas avícolas, subproducto cervecería, malta

INTRODUCCIÓN

La crianza de aves en pequeña y mediana escala es una actividad que se realiza en la República Dominicana. Actividades como la crianza de tras patio permite a las familias rurales obtener huevos y carne a bajo costo, para autoconsumo o para su comercialización. Estas aves generalmente son alimentadas con residuos case-ros y de cosecha, suplementadas con maíz, e insectos y forrajes encontrados en el campo. No obstante, a me-

diana y alta escala de producción, es necesario el uso de concentrados a base de maíz y soya.

La baja productividad de huevos y carne, así como los altos costos de la suplementación con maíz y/o el uso de alimento concentrado, la crianza de patos para mejorar la calidad de vida rural de sus pobladores.

¹ Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), Km 24 Autopista Duarte. Municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste.

El desarrollo de la crianza de patos, permitiría disponer de fuentes baratas de energía y proteína y mejorar el ingreso de la familia rural. La crianza podría mejorar con validaciones y ajustes tecnológicos en los sistemas de manejo y alimentación, que permitan el aprovechamiento de los recursos locales.

Los países en vía de desarrollo se caracterizan por la utilización de tecnologías provenientes de los países desarrollados, basando la producción animal con insumos importados (soya y maíz).

La República Dominicana cuenta con abundantes subproductos agroindustriales y agrícolas para disminuir la utilización de productos importados, como la soya y maíz, para la producción de patos. Estos subproductos alimenticios en condiciones normales no tienen la misma calidad nutricional que los derivados de soya y maíz. Los subproductos son de abundancia estacional, de alta cantidad de fibras, pueden tener elementos tóxicos, de baja calidad nutricional, elementos antinutricionales y una alta humedad, entre otras.

Sin embargo, existen procesos como la fermentación anaeróbica, que permite elevar la calidad nutricional y eliminar los factores antinutricionales de estos recursos, reduciendo el costo del alimento y manteniendo la productividad animal

Los procesos de fermentación son técnicas que facilitan el aprovechamiento de los residuos agroindustriales y agrícolas para mejorar los índices productivos de la crianza de aves. Esta técnica aumenta su calidad de los subproductos a la vez que elimina los elementos tóxicos y antinutricionales.

La fermentación es una de las biotecnologías aplicadas más antiguas de conservación de la energía. Las civilizaciones Sumeria y Babilónica (6000 años A.C.) ya conocían, de modo empírico, cómo elaborar cerveza y hacia el 4000 A.C. los egipcios sabían fabricar pan a partir del trigo (FAO 1998).

La fermentación es la transformación de una sustancia orgánica (generalmente un carbohidrato) en otra utilizable mediante un proceso metabólico por la acción de las enzimas. Estas enzimas pueden ser producidas por hongos, bacterias y levaduras, y provocar reacciones de oxidación-reducción, de las cuales el organismo productor deriva energía suficiente para su metabolismo. Las fermentaciones pueden ser anaeróbicas, si se producen fuera del contacto con el aire, o aeróbica, que solo tiene lugar en presencia de oxígeno (Encarta 2000).

La fermentación de subproductos es una técnica sencilla y eficaz para conservarlos y elevar su calidad. Es un procedimiento apropiado, eficiente y al alcance de familias rurales para mejorar el uso de sus recursos alimenticios.

El sector avícola, por su escala de producción es uno de los renglones de mayor aporte en volumen de subproductos para la alimentación animal, entre los que destaca la pollinaza. Anon (2000) concluye que un pollo de ceba, produce de 0.2 a 0.3 kg de materia seca de excreta por cada kilo de alimento consumido, lo que significa un volumen total de 0.75 kg por pollo cebado. Sin embargo, Ensminger (1992) señala que las aves confinadas producen 4.5 toneladas de excretas por cada 1000 libras de peso vivo. Según Vargas (1994), cuando el consumo de pollo era de 8.5 millones pollos mensuales en la República Dominicana la producción de pollinaza se estimaba en 127,000 toneladas al año. Pero en la actualidad el consumo de pollos ronda los 14 millones mensuales por lo que se estima que la producción de pollinaza ronda alrededor de 200,000 toneladas/año.

La pollinaza es el material resultante de la combinación del excremento producido por los pollos en engorde, junto con la cama que se utiliza para aislarlos del piso. El valor nutritivo de la pollinaza es mayor que el de otras excretas de animales, pues son especialmente ricos en proteínas y minerales (García *et al.* 2007). Es utilizada ampliamente en México para alimentar ganado bovino como suplemento proteico, sobre todo en la península de Yucatán. (Rodríguez *et al.* 1987). Es rica en fósforo (aproximadamente 1.8%), además de calcio (3%) y otros minerales (Aguiar *et al.* 1987; Moguel *et al.* 1990). por lo que su empleo como fuente mineral es recomendable. Además, tienen la ventaja de que se dispone de ellas a lo largo de todo el año.

Otra fuente de alimentación animal son los subproductos de las cervecerías por la cantidad de malta que se genera. En la República Dominicana, existen tres grandes cervecerías. Solo la Cervecería Nacional Dominicana comercializa más de 60,000 toneladas de malta por año, cifra que justifica que los investigadores se ocupen de su estudio como importante subproducto industrial de gran interés para la alimentación animal. La malta es el material resultante del proceso de fabricación de cerveza mediante la fermentación de los hidratos de carbono contenidos en la cebada, causada por la acción de ciertas levaduras (Romagosa 1979).

La malta si no es aprovechada entre las 24 a 48 horas sufre alteraciones y no es apta para el consumo de los animales. Según Romagosa (1979), a las 24 horas de su obtención debería consumirse en su totalidad. Países como Holanda, Alemania y Dinamarca obligan al consumo de malta con mas de dos días de efectuado su retirada de la fábrica, para evitar alteraciones, tales como enmohecimiento, putrefacción y cambio en el pH (Romagosa 1979).

El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento productivo de los patos pekineses al consumir alimento con la inclusión de diferentes niveles de fermentado a base de malta, pollinaza y melaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), ubicado en el kilómetro 24 de la Autopista Duarte, Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de sabana, con un pH del suelo entre 5.4 a 5.9. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 34' N longitud de 70° 05' O y una altitud de 90 metros sobre el nivel medio del mar. La temperatura media anual es de 25°C. y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

Se utilizaron 192 patos (50% machos y 50% hembras) de dos semanas de edad. Las unidades experimentales estuvieron compuestas por 12 patos (seis hembras y seis machos), en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos con igual número de repeticiones. Se estudiaron cuatro niveles de inclusión de fermentado en el alimento (0, 20, 25 y 30%). El experimento tuvo una duración de 42 días.

Los tratamientos utilizados se describen a continuación:

T1= testigo, dieta tradicional a base de maíz y soya, (0% de Fermentado)

T2= 20% de inclusión de fermentado de malta y pollinaza en la dieta balanceada.

T3= 25% de inclusión de fermentado de malta y pollinaza en la dieta balanceada.

T4= 30% de inclusión de fermentado de malta y pollinaza en la dieta balanceada.

El fermentado que se utilizó en el estudio se elaboró a partir de 40% de malta (subproducto de cervecera), 40% de pollinaza y 20% de melaza, Tabla 1. Además, se incluyó un inóculo a base de lactobacilos, llamado Vitafert. Este producto se obtiene por fermentación, en estado líquido, de una mezcla de excreta de gallinas (gallinaza), urea, sales minerales y otros sustratos ricos en bacterias lácticas y levaduras (Calderón *et al.* 2005).

El fermentado se preparó mezclando los diferentes ingredientes, primero se colocó la malta, luego se le colocaba encima la pollinaza y finalmente, se colocaban la melaza y, el vitafert. Todos estos subproductos colocados en cama se mezclaban a palas y se colocaban en un silo de trinchera se apisonaban y, finalmente, se le cubrió con una lona que permitiera la entrada de oxígeno.

El fermentado fue deshidratado al sol durante cuatro días (desde las 9:00 a.m. hasta las 3:00 p.m.) cuando el mismo tenía 21 días de preparado y se utilizó integrado en una fórmula para patos en crecimiento y en engorde.

Los alimentos elaborados con diferentes niveles de fermentado a base de malta, pollinaza y melaza, Tabla 2, se suministraron a los patos de manera controlada, de acuerdo al consumo propuesto.

Tabla 1. Características bromatológicas del fermentado elaborado a base de 40% de malta, 40% de pollinaza y 20% de melaza.

Categoría	%
Materia seca	90.7
Proteína cruda	16.9
Grasa cruda	2.36
Fibra cruda	16.1
Calcio	2.0
Fósforo	1.0

Fuente: Laboratorio Veterinario Central (LAVECEN), 2006.

Análisis de los datos

Los datos fueron sometidos a prueba de supuestos de la distribución normal del error y homeostasis.

Se realizaron análisis de varianza (ANAVA) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. En los casos en que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) se le realizó análisis de separación de medias con la prueba de Tukey. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa computarizado de Sistema de Análisis Estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2010). Se realizaron los análisis económicos en base a los cálculos del beneficio marginal de cada tratamiento utilizando como gastos variable el costo de los alimentos a partir de cada ingrediente utilizado en el experimento para su elaboración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al peso final, se muestra que a medida que incrementa el porcentaje de fermentado de malta y pollinaza, éste disminuye. Los pesos de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). El tratamiento con 0% de inclusión de fermentado a base de malta y pollinaza no mostró diferencias significativa con el de 20% de inclusión, pero si con los de 25 y 30%. Es notable que la adición de niveles crecientes de fermentado de malta y pollinaza, posiblemente haya disminuido la digestibilidad total de la dieta debido a la cantidad de paja o cascarilla de arroz que viene con la pollinaza.

En cuanto a la conversión alimenticia, se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.05$). Se observó que hubo una proporcionalidad en las respuestas de los animales, es decir, estos en presencia de mayores porcentajes de fermentado de malta y pollinaza en la dieta, utilizaron menos eficientemente el alimento consumido. Sin embargo, el tratamiento con 0% de inclusión resultó estadísticamente similar al de 20% de inclusión.

Sobre la ganancia de peso media diaria, se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.05$). En ese sentido, hubo respuesta negativa a los niveles crecientes de fermentado de malta y pollinaza añadida. Sin embargo, el tratamiento de 0% de inclusión no presentó diferencia significativa con el de 20%, pero si con los demás tratamientos estudiados.

En el análisis económico, utilizando la tasa marginal de rendimiento, se determinó que el tratamiento de 20% de inclusión de fermentado de malta y pollinaza resultó con mayor beneficio marginal que los demás tratamientos estudiados.

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	Dieta a base de Maíz y Soya	Dieta con 20% de Fermentado	Dieta con 25% de Fermentado	Dieta con 30% de Fermentado
Harina de Soya	31.58	18.80	17.60	16.60
Maíz Molido	60.45	55.10	50.90	46.40
Grasa Amarilla	4.05	4.90	5.50	6.20
Fermentado de Malta y Pollinaza	-	20.00	25.00	30.00
Carbonato de Calcio	1.30	0.30	0.10	-
Fosfato Monodivalente	1.43	0.30	0.20	0.20
Premezcla Vit. Min. de Pollo	0.20	0.20	0.20	0.20
Bacitracina de Zinc	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de Colina	0.06	0.06	0.06	0.06
Metionina	0.19	0.19	0.19	0.19
Cloruro de sodio	0.45	0.10	0.10	0.10

Tabla 3. Datos obtenidos de parámetros productivos en patos de crecimiento y engorde como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería, pollinaza y melaza. Santo Domingo, República Dominicana.

Parámetros productivos	Testigo	Fermentado		
		20%	25%	30%
Peso inicial (kg)	0.53	0.52	0.52	0.52
Peso final (kg)	2.28 ^a	2.04 ^{ab}	1.92 ^b	1.87 ^b
Ganancia media diaria (g/días)	41.81 ^a	36.14 ^{ab}	33.26 ^b	32.25 ^b
Aumento de peso (kg)	1.76 ^a	1.52 ^{ab}	1.40 ^b	1.35 ^b
Consumo total (kg)	8.10	8.10	8.10	8.10
Consumo diario (kg/días)	0.19	0.19	0.19	0.19
Conversión alimenticia (kg/kg)	4.67 ^a	5.35 ^{ab}	5.79 ^b	6.01 ^b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 4. Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en patos de crecimiento y engorde como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería, pollinaza y melaza. Santo Domingo, República Dominicana.

Datos Económicos	Testigo	Fermentado		
		20%	25%	30%
Costo de alimento (Kg/RD\$)	19.03	15.74	15.37	15.06
Consumo (kg/día)	0.19	0.19	0.19	0.19
Tiempo de estudio (días)	42	42	42	42
Conversión alimenticia (kg/kg)	4.67	5.35	5.79	6.01
Beneficio bruto (RD\$/kg)	132.28	132.28	132.28	132.28
Costos variables (RD\$/kg)	88.85	84.21	88.97	90.50
Beneficios netos (RD\$/kg)	43.43	48.07	43.31	41.78

CONCLUSIONES

1. El uso de fermentado a base de malta, pollinaza y melaza en los niveles de inclusión en las dietas de 20, 25 y 30% fue aceptado por los patos como dieta diaria.
2. Los resultados obtenidos en este ensayo demuestran que aquellos grupos de patos que consumieron dietas con altos niveles de fermentado de malta y pollinaza, fueron menos eficientes y sus tasas de crecimiento asimismo fueron ligeramente inferiores. Sin embargo, el tratamiento con 20% de inclusión de fermentado de malta y pollinaza obtuvo un crecimiento similar al tratamiento testigo.
3. De acuerdo a los datos obtenidos de tasa de rendimiento marginal se concluye que el tratamiento con inclusión de 20% de fermentado resultó ligeramente con mejor tasa marginal de retorno que los demás tratamientos con respecto a la evaluación económica.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar un nivel de inclusión de 20% de fermentado a base de malta de cervecera y pollinaza, por ser éste similar en cuanto a crecimiento al testigo y ser el de mejor comportamiento económico.
2. Continuar los estudios de este fermentado en otras condiciones de utilización y manejo.

LITERATURA CITADA

- Aguiar, J.; Rosiles, R.; López, R.; Quintero, T. 1987. Algunos macro y microminerales en pollinaza y gallinaza en los estados de Morelos y Veracruz. *Vet. Mex.* 18:17-23.
- Anon 2000. La gallinaza. ¿Un problema o un recurso económico? *Revista Selecciones Avícolas.* Mayo 2000. España, 265 p.
- Calderón, J.; Elías, A.; Valdivié, M. 2005. Dinámica de la fermentación en estado sólido de la cama de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con Vitafert. *Revista Electrónica de Veterinaria* Mayo 2005. Cuba.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Ensminger, M. 1992. Management. Section 8. In *The Stockman's Handbook. Seventh Edition.* Interstate Publishers, Inc. Danville, IL. 515p.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT) 1998. La fermentación en pequeña escala (En Línea). Consultada el 12 de diciembre 2015. Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9812sp3.htm>.
- García, Y.; Ortiz, A.; Lon, W. 2007. Efecto de los residuales avícolas en el ambiente, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Moguer, O.; Cantón, J.; Sauri, D.; Castellanos A. 1990. Contenido de algunos macro y microminerales en las deyecciones avícolas en Yucatán. *Tecnología Pecuaria Mexicana* 33 (2):100-104.
- Rodríguez, C.; Rondón, Z.; Parra, P. 1987. Utilización de la gallinaza en la alimentación de corderos. Instituto de Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Caracas, VE.
- Romagosa, V. 1979. Subproductos de la industria cervecera en la alimentación del ganado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Madrid, ES.
- Vargas, D. 1994. Uso Potencial de Subproductos Animales en la Alimentación Animal en la República Dominicana. CIMPA, Santiago, DO.

Fermentación anaeróbica de malta y pasta de arroz sobre parámetros productivos de cerdos en crecimiento

José Carvajal y Esmeralda Martínez

Abstract

The use of imported raw materials (soybean and corn) increases the productivity of the pigs, but a negative impact on production costs for its high prices. The purpose was to study alternative power sources that reduce the use of imported raw materials. The objective was to evaluate the effect of diets based on fermented malt brewery 70% and 30% rice pasta on productive performance of growing pigs. The trial was arranged in a completely randomized design, with six treatments and three replicates. The treatments were: 0, 20, 30, 40, 50 and 60% fermented diets. For statistical analysis, variance analysis with a significance of 5% was performed and the mean separation Tukey's test, and the partial budget analysis was used to determine the most effective cost diet. The results indicate that significant differences among treatments in the variables body weight, the witness (69.90 kg) was similar to T2 and T3 (64.62 and 66.29 kg) and greater than T4, T5 and T6 (62.41, 56.10 and 54.37 kg). The same occurred with the variable gain weight, there was significant difference, the witness (822.57 kg) was found to be similar to T2 and T3 (705.20 and 742.12 kg). Similarly the feed conversion resulted with significant differences, T4, T5 and T6 (4.09, 3.99 and 3.15 kg / kg) were similar and higher than the control, T2 and T3 (2.35, 2.93 and 2.85 kg / kg). This suggests that growing pigs assimilate favorably up to 30% diet without affecting the production parameters. The diet with 30% fermented malt proved be more profitable than the others (cost RD \$ 29.78 / kg and profitability of RD \$ 38.22 / kg).

Keywords: Byproduct brewery, anaerobic fermentation, silage.

Resumen

El uso de materias primas importadas (soya y maíz) incrementa la productividad de los cerdos, pero impacta negativamente sobre los costos de producción por sus altos precios. El propósito de este estudio es evaluar fuentes alternativas de alimentación que disminuyan el uso materias primas importadas. El objetivo fue evaluar el efecto de dietas a base de fermentado con 70% malta de cervecería y 30% pasta de arroz sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento. El estudio se organizó en un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron: 0, 20, 30, 40, 50 y 60% de fermentado en las dietas. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza con una significancia de un 5% y para la separación de medias se utilizó el test de Tukey y el análisis de presupuesto parcial para determinar la dieta más rentable. Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos en la variable peso corporal, el testigo (69.90 Kg) resultó similar al 20% y 30% (64.62 y 66.29 Kg) y superior al 40%, 50% y 60% (62.41, 56.10 y 54.37 Kg). En la variable ganancia de peso, hubo diferencia significativa, el testigo (822.57 Kg) resultó ser similar al 20% y 30% (705.20 y 742.12 Kg). De igual manera la conversión alimenticia resultó con diferencias significativas, 40%, 50% y 60% (4.09, 3.99 y 3.15 kg/kg) resultaron similares y superiores al testigo, 20% y 30% (2.35, 2.93 y 2.85 kg / kg). Esto sugiere que los cerdos en crecimiento asimilan favorablemente hasta un 30% de fermentado en la dieta sin que se afecten los parámetros productivos. La dieta con 30% de fermentado resultó de mayor rentabilidad que las demás (costo de RD\$29.78/kg y rentabilidad de RD\$38.22/ kg).

Palabras clave: Subproducto de cervecería, fermentación anaeróbica, ensilaje.

INTRODUCCIÓN

La utilización de alimento concentrado en la crianza porcina incrementa la productividad, pero impacta negativamente sobre los costos unitarios de producción, debido al uso de materias primas importadas (soya y maíz). Estos insumos alimenticios importados presentan relativamente altos precios, lo que se traduce en elevadas erogaciones de divisas. La alimentación representa entre el 70 y el 80% de los costos de producción de una granja porcina (IDIAF 2007).

Los países en vía de desarrollo que están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas, ni avances tecnológicos que les permitan cosechas productivas de cereales y fuentes proteicas convencionales (Figuroa 1990), cuando lo producen, los índices de productividad son de dos a tres veces menores que lo de países desarrollados (FAO, 1993). Para mejorar la rentabilidad en la producción de cerdos u otras especies deben desarrollar estrategias que integren sus recursos naturales con tecnologías

¹ Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), Km 24 Autopista Duarte. Municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste.

que permitan el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socio-económicas de cada lugar.

La República Dominicana dispone de abundante subproductos del café, del cacao, de la cervecería, del arroz, del trigo, del tomate, cítricos, avícolas, coco y palma africana, entre otros, son como alternativas alimenticias para sustituir parcialmente los cereales y soya en la elaboración de dietas alimenticias para cerdos. Sin embargo, estos recursos alimenticios en condiciones normales no tienen la misma calidad nutricional que la soya y el maíz. Sin embargo, la fermentación anaeróbica, permite elevar la calidad nutricional de los subproductos mejorando su asimilación, permitiendo producir alimentos balanceados más económicos.

Las fermentaciones en estado sólido han sido utilizadas ampliamente en el reciclaje de materiales voluminosos a través de tecnologías sencillas, con la que se logra incrementar los valores proteicos, mejorando el balance de aminoácidos y la digestibilidad de las materias primas empleadas (Rodríguez *et al* 2001).

Peñaloza *et al.* (1985), comprobó que el proceso de fermentación sólida usando *Aspergillus niger*, reduce significativamente los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, a la vez que aumenta su contenido de proteínas verdaderas en pulpa de café. Resultados similares fueron encontrados por Molina *et al.* (1995), al comparar la pulpa de café fermentada en estado sólido y la no fermentada.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas alimenticias en cerdos a partir la inclusión de diferentes niveles de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz sobre el comportamiento productivo y económico en etapa de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), ubicado en el kilómetro 24 de la Autopista Duarte, Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de sabana, con un pH del suelo entre 5.4 a 5.9. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 31' N longitud de 70° 05' O y una altitud de 90 metros sobre el nivel medio del mar. Con temperatura media anual de 25°C. y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

El estudio duró 45 días. Se utilizaron 54 cerdos con un peso promedio inicial de 32.89 kilos. La unidad experimental fue de 3 cerdos, se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones.

El fermentado que se utilizó en el experimento fue una mezcla de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz (cilindro o pulidura de arroz), Tabla 1. Esta

mezcla se seleccionó de un estudio previo de calidad de fermentado, con diferentes niveles de malta y pasta de arroz, con un contenido de proteína similar y de menor costo y además se incluyó 1.36 kilogramos de un inóculo a base lactobacilos llamado Vitafert por cada 45.45 kilogramos de dicha mezcla. El Vitafert es un producto que se obtiene por fermentación, en estado líquido, de una mezcla de excreta de gallinas (gallinaza), urea, sales minerales y otros sustratos ricos en bacterias lácticas y levaduras (Calderón *et al* 2005), Tabla 2.

La malta es el material resultante del proceso de fabricación de cerveza mediante la fermentación de los hidratos de carbono contenidos en la cebada, por la acción de ciertas levaduras, Romagosa (1979).

La pasta de arroz es un subproducto que se obtienen en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Según FEDNA (2003), la pasta de arroz, polvo de arroz o pulidura está constituido por la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen. Representa el 8% del peso del grano.

Se estudiaron seis tipos de alimentos con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz (0, 20, 30, 40, 50 y 60%) , Tabla 3.

Los tratamientos utilizados consistieron en seis dietas formuladas según los requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa de engorde, de acuerdo la tabla de NRC (1998), que se describen a continuación:

T1= testigo, dieta tradicional a base de maíz y soya, alimento con 0% de inclusión de fermentado.

T2 = alimento con 20% de inclusión de fermentado

T3 = alimento con 30% de inclusión de fermentado

T4 = alimento con 40% de inclusión de fermentado

T5 = alimento con 50% de inclusión de fermentado

T6 = alimento con 60% de inclusión de fermentado

Los animales se identificaron mediante el sistema de aretes el manejo del experimento. Fueron pesados y desparasitados al inicio experimento, sometidos a un período de adaptación al consumo de las dietas por siete días. El alimento se suministró *ad libitum*.

Análisis de los datos

Previo al análisis se comprobaron las supuestos de distribución normal del error (QQPlat) y homogeneidad de varianza (Lascue).

Se realizaron análisis de varianzas (ANAVA) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. En los casos que arrojo diferencias significativas, las medias se separaron con la prueba de Tukey. El peso inicial de los

Tabla 1: Características bromatológica del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz, en base fresca

Categoría	%
Materia seca	44.86
Proteína cruda	7.78
Grasa cruda	5.08
Fibra cruda	5.33
Ceniza	3.53
Calcio	0.11
Fósforo	0.84

Fuente: Laboratorio Universidad Instituto Superior Agropecuario, ISA (2009)

Tabla 2: Composición de la mezcla para la obtención de 200 litros de Vitafert

Componentes	Composición (kg)
Gallinaza	25.00
Melaza	25.00
Urea	1.20
Sulfato Amonio	0.40
Soya	4.00
Afrecho de trigo	8.00

Calderón *et al.* 2005

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)	T6 (%)
Harina de Maíz	60.75	58.24	52.53	44.29	35.20	26.11
Harina de Soya	29.04	16.45	14.33	12.09	9.80	7.50
Grasa Amarilla	2.45	-	-	1.04	2.43	3.82
Afrecho Trigo	5.00	2.72	0.55	-	-	-
Fermentado	-	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00
Antibióticos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lisina	0.03	0.19	0.27	0.34	0.42	0.49
Metionina	-	-	-	-	0.02	0.03
Fersafo	0.76	0.46	0.38	0.30	0.20	0.11
Premezcla VI/MI	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oxido de zinc	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Sulfato de cobre	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Carbonato de calcio	1.03	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

*Fermentado utilizado en base seca

cerdos se utilizó como covarianza. El procesamiento de los datos se realizó con InfoStat (Di Rienzo, 2010). Se realizó un estudio económico de cada tratamiento mediante un Análisis de Presupuestos Parciales utilizando como gastos variable el costo de los insumos alimenticios utilizados en el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza realizado a la variable peso corporal, los resultados indican que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El testigo resultó con peso final similar a los tratamientos con 20% y 30% de inclusión de fermentado, y además resultó superior a los tratamientos de 40, 50 y 60% de inclusión, con un peso promedio de 69.90 kilogramos. En cuanto al aumento total de peso durante el periodo del estudio, los tratamientos testigo, 20 y 30% de inclusión resultaron similares con 37.02, 31.73 y 33.40 kilogramos, respectivamente; pero el testigo resultó superior a los tratamientos 40, 50 y 60% de inclusión. De igual manera, con relación a la variable ganancia de peso media diaria, el testigo no arrojó diferencias significativas con los tratamientos 20 y 30% de inclusión, con ganancias de 822.57, 705.20 y 742.12 gramos por día; pero sí de manera positiva con los tratamientos de 40, 50 y 60%. En la variable consumo de alimento, el tratamiento testigo no presentó diferencia significativa con los tratamientos de 20, 30, 40 y 50 % de inclusión de fermentado, pero sí resultó diferente y superior al consumo del 60% de inclusión de fermentado. Con relación a la variable conversión alimenticia ocurrió todo lo contrario, el tratamiento con 60% resultó similar a los tratamientos de 20, 30, 40 y 50% de inclusión; pero diferente y superior al tratamiento testigo. Sin embargo, el tratamiento tes-

tigo resultó similar al de 20, 30 y 40% de inclusión, es decir, que los tratamientos con 50 y 60% necesitaron mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso vivo que el tratamiento testigo.

El consumo durante el periodo del estudio con un mínimo de 1.71 kilogramos/día y un máximo de 1.95 kilogramos/día. El consumo de alimento es similar a los recomendado por Campabadal *et al.* (2000), hasta el tratamiento de 40% de inclusión, con una media de 1.93 kg/día. Además, en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia resultaron diferente a lo recomendado en los tratamientos de 50 y 60% . Los resultados de los tratamientos testigo, 20, 30 y 40% son similares a los reportados por Campabadal (2000).

El análisis económico al que fueron sometidos los parámetros productivos indican que los tratamientos con 20, 30, y 40% de inclusión del fermentado de malta de cervecera y pasta de arroz resultaron ser de menor costo de producción y de mayor rentabilidad que los tratamientos testigo, y de 50 y 60% de inclusión. En cambio, los tratamientos con mayores costos de producción y de menor rentabilidad fueron los de 50 y 60% de inclusión del fermentado de malta de cervecera y pasta de arroz. Los tratamientos de 30 y 40% de inclusión resultaron con rentabilidad similares, Tabla 5. Esto sugiere que las inclusiones de fermentado de malta de cervecera y pasta de arroz estudiada es bien aceptada por los cerdos en la etapa de crecimiento hasta un 40% de inclusión. Estos datos obtenidos reafirman la factibilidad de reemplazar la harina de soya y de maíz por el fermentado de malta de cervecera y pasta de arroz en la etapa de crecimiento de cerdos.

Tabla 4. Datos obtenidos de parámetros productivos en cerdos de crecimiento como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecera y pasta de arroz.

Parámetros Productivos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso inicial (kg)	32.44	33.33	33.11	33.22	32.11	33.11 ^{NS}
Peso final (kg)	69.90 ^a	64.62 ^{ab}	66.29 ^{ab}	62.41 ^{bc}	56.10 ^{cd}	54.37 ^d
Ganancia media diaria (g)	822.57 ^a	705.20 ^{ab}	742.12 ^{ab}	656.05 ^{bc}	515.88 ^{cd}	488.39 ^d
Aumento de peso (kg)	37.02 ^a	31.73 ^{ab}	33.40 ^{ab}	29.52 ^{bc}	23.21 ^{cd}	21.98 ^d
Consumo total (kg)	87.32 ^a	87.82 ^a	87.52 ^a	84.07 ^{ab}	81.54 ^{ab}	77.06 ^b
Consumo diario (kg)	1.94 ^a	1.95 ^a	1.94 ^a	1.87 ^{ab}	1.81 ^{ab}	1.71 ^b
Conversión alimenticia (kg/kg)	2.35 ^b	2.76 ^{ab}	2.62 ^{ab}	2.85 ^{ab}	3.55 ^a	3.59 ^a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 5: Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en cerdos de crecimiento como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería y pasta de arroz.

Datos Económicos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costo kg de alimento (RD\$/Kg)	17.59	14.17	13.49	13.10	12.89	12.63
Consumo Total (kg)	86.32	93.18	94.99	93.00	91.60	87.90
Consumo (kg/día)	1.92	2.07	2.11	2.07	2.04	1.95
Tiempo de estudio (días)	45	45	45	45	45	45
Conversión alimenticia (kg/kg)	2.35	2.76	2.62	2.85	3.55	3.59
Costos que varían (RD\$/kg)	41.25	39.15	35.41	37.28	45.73	45.35
Beneficio bruto (RD\$/kg)	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Beneficios netos/kg (RD\$)	38.75	40.85	44.59	42.72	34.27	34.65

CONCLUSIONES

1. La utilización de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la alimentación de cerdos de crecimiento produce resultados biológicos y económicos positivos; ya que este no afecta los parámetros productivos hasta un nivel de inclusión de un 40%.
2. El tratamiento con 30% de inclusión produjo una reducción de la utilización de la soya y el maíz en un 50.65 y 13.53%, respectivamente, lo que demuestra la buena calidad y asimilación de la proteína y energía del fermentado.
3. No se produjo variación significativas en cuanto al consumo de materia seca a excepción del tratamiento con 60% inclusión de fermentado, pero sí en la conversión promedio de alimentación entre los tratamientos.
4. El tratamiento de 30% de inclusión de fermentado produjo mayor rentabilidad que los demás, pero similar al 40%

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, si los precios de la soya y el maíz se mantienen sin variaciones se recomienda la utilización de 30% de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz para la alimentación de cerdo en crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), por el apoyo financiero para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Calderón, J.; Elías, A.; Valdivié M. 2005. Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafer. *Revista Electrónica de Veterinaria*.
- Campabadal, C.; Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. *Asociación Americana de Soya-ASA-México D.F.*, 280p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT), 1993. *Anuario de producción*. V 46. FAO. Roma, IT.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES), 2003. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.)*. C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds). Madrid, ES. 423 pp.
- Figueroa, V. 1990. La caña de azúcar como base de la producción porcina en el trópico. In: *Taller Regional sobre Utilización de los Recursos Alimenticios en la Producción Porcina en América Latina y el Caribe* (Editores: Vilda Figueroa and J Ly) Instituto de Investigación Porcina; Habana, CU.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2007. *Resultados de Investigaciones en Producción Animal*. Santo Domingo, DO. Primera Edición. 103p.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. *InfoStat*, versión 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Molina, M.; Lechuga, R.; Bressani, R. 1990. Valor nutritivo de la pulpa de café sometida a fermentación sólida usando *aspergillus niger* en pollos y cerdos. *Agronomía Mesoamericana*, 1:79-82.

National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine version 2.03.

Pérez, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. *FAO Animal Production and Health Paper 132*. Roma, IT. 185p.

Peñaloza, W.; Molina, M.; Gomez-Brenes, R.; Bressani, R. 1985. Solid-state fermentation: An alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. *Appl. Environ. Microbiol.* 49:388-393.

Rodríguez, Z; Elías, A; Bocourt, R.; Nuñez, O. 2001. Efecto de niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezcla de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata* Lam.). *Rev cubana. Cienc. Agric.* 35:29.

Romagosa, V. 1979. Subproductos de la industria cervecera en la alimentación del ganado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Madrid, ES.

Uso de fermentado anaeróbico de excretas porcinas sobre los parámetros productivos y económico de novillas añojas

José Carvajal

Abstract

The pork industry generates lots of excreta, which usually become pollutants in surface and ground water, forcing the search for alternatives to decrease their environmental impact. The use of diets made from fermented swine manure as a food supplement in yearlings heifers were evaluated. The study lasted 90 days and was organized in a completely randomized design, with four treatments and four replicates. The treatments were: 0, 25, 50 and 75% inclusion of fermented diets. For statistical analysis, an analysis of variance ($P \leq 0.05$) was performed and the mean separation Tukey's test was used. A partial budget economic analysis was performed to determine the diet of higher net profit. No significant differences among treatments for the variable final body weight, total weight gain, daily weight gain and feed conversion were showed. An average daily gain of 1015.54 grams and average conversion rate of 3.99 kg was observed. Diet supplementation with 75% inclusion of fermented swine manure with less variable production cost (RD \$ 28.16kg⁻¹) and higher net profit (RD \$ 43.84kg⁻¹) than the other treatments studied. The yearlings heifers accept and assimilate favorably a 75% inclusion in the diet of fermented swine manure, positively affecting production and economic parameters.

Keywords: Byproduct, swine manure, fermented manure, solid state.

Resumen

La industria porcina genera gran cantidad de excretas, que por lo general se convierten en contaminantes de las aguas superficiales y subterráneas, esto obliga la búsqueda de alternativas de aprovechamiento sostenible y que disminuyan su impacto sobre el medio ambiente. Se evaluó el uso de dietas elaboradas a partir del fermentado de cerdaza con pollinaza como suplemento alimenticio en novillas añojas. El estudio tuvo una duración de 90 días y se realizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 0, 25, 50 y 75% de inclusión del fermentado en las dietas. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza ($P \leq 0.05$) y para la separación de medias se utilizó el test de Tukey. Para el análisis económico se realizó un presupuesto parcial para determinar la dieta de mayor beneficio neto. No se encontró diferencias significativas entre tratamientos para las variables peso corporal final, ganancia de peso total, ganancia de peso diaria y conversión alimenticia. Se observó una ganancia diaria media de 1,015.54 gramos y un índice de conversión medio de 3.99 kilogramos. La suplementación con dieta de 75% de inclusión de cerdaza con pollinaza resultó con menor costo variable de producción (RD\$ 28.16kg⁻¹) y mayor beneficio neto (RD\$ 43.84kg⁻¹) que los demás tratamientos estudiados. Las novillas añojas aceptan y asimilan favorablemente hasta 75% de inclusión en la dieta de fermentado de cerdaza con pollinaza, afectando positivamente los parámetros productivos y económicos.

Palabras clave: Subproducto, cerdaza, fermentado, purín, estado sólido.

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana la ganadería se caracteriza por el uso extensivo y semi-intensivo de los recursos forrajeros. Los pastos y forrajes son base de la alimentación en los sistemas de producción bovina de las áreas tropicales (González y Rodríguez 2003 y Garmendia 1998). Sin embargo, estos presentan deficiencias nutricionales tales como: baja digestibilidad de la materia seca y reducido contenido de proteína (Garcés y Canudas 2000 y Enríquez *et al.* 1999), lo cual limita la actividad microbiana en el rumen así como la producción de carne y leche (Vera y Seré 1985).

Una alternativa para mejorar la disponibilidad de fuentes proteicas en los sistemas de producción animal, es el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y de cosecha que se generan, los cuales pueden ser mejorados a través de fermentación anaeróbica. La fermentación es un proceso biotecnológico que permite conservar y mejorar la calidad de una gran diversidad de alimentos perecederos que de otro modo se perderían.

¹ Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), km. 24 Autopista Duarte. Municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Teléfonos: (809) 559-8763; (809) 877-3659. Fax: (809) 559-7792. Email: jcarvajal@idiaf.gov.do y bienvenidocarvajal@gmail.com .

Los procesos fermentativos se pueden dividir en fermentación líquida sumergida (FLS) y fermentación en estado sólido (FES). La diferencia entre estos dos procesos biológicos, es la cantidad de líquido libre en el sustrato. En la FLS la cantidad de sustancia sólida poca veces llega a ser mayor de 50 g/L y en la FES el contenido de sólido varía entre 20 y 70% del peso total (Ramos 2005). La fermentación en estado sólido se define como un proceso en el cual se desarrollan microorganismos en materiales sólidos húmedos, por supuesto que quedan incluidos los materiales naturales o sintéticos que actúan sólo como soportes, y que están impregnados en una solución que contiene las sustancias nutritivas (Julián y Ramos 2007).

La fermentación en estado sólido ha sido utilizada ampliamente en el reciclaje de materiales voluminosos a través de tecnologías sencillas, logrando incrementar los valores proteicos, mejorando el balance de aminoácidos y la digestibilidad de las materias primas empleadas (Rodríguez *et al.* 2001).

Se ha comprobado que el proceso de fermentación sólida usando el hongo *Aspergillus niger*, reduce significativamente los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, a la vez que aumenta su contenido de proteínas verdaderas en pulpa de café (Peñaloza *et al.* 1985).

Uno de los principales problemas de la industria porcina es la alta generación de excretas, lo cual constituye un obstáculo para su futuro desarrollo. Basadas en el número de cabezas de cerdos existentes en República Dominicana, la producción de excretas se estima en un millón de toneladas por año (Ortega 2009); siendo su destino final suelos agrícolas y aguas residuales que contaminan las fuentes acuíferas, afectando principalmente la disponibilidad de agua apta para consumo humano. Otros elementos contaminantes de importancia son los olores causados por el amonio, sulfuro de hidrogeno, metano y bióxido de carbono contenidos en las excretas (Mariscal 2007).

Las excretas porcinas se han manejado tradicionalmente a través de sistemas de fosa, campo abierto o desagües naturales, donde se convierten en contaminantes por la alta cantidad de nitrógeno, fósforo y otros ingredientes contenidos en las heces y orina. Lo que obliga a la búsqueda de mejores alternativas para su disposición apropiada (Tisdale *et al.* 1993).

Estudios realizados con el uso de excretas porcinas en alimentación animal han demostrado que esta constituye una alternativa técnica y económicamente viable, para mitigar la contaminación ambiental que estas provocan. En estas investigaciones se registran ganancias de pesos en toretes en finalización alimentados con estiércol fresco de cerdos en niveles de 25 a 55% mezclado con melaza, rastrojos de maíz y pata de sorgo

desde 0.77 a 1.16 kilogramos por día (Ernestina 2001; García *et al.* 1997; Solorio 1993; Velázquez y Gutiérrez 1992; Partida y Gutiérrez 1991 y Gutiérrez y Peña 1990).

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de dietas elaboradas a partir de fermentado en estado sólido de cerdaza con pollinaza como suplemento alimentación de novillas añojas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), ubicado en el kilómetro 24 de la Autopista Duarte, Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de sabana, con un pH del suelo entre 5.4 a 5.9. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 34' N longitud de 70° 05' O y una altitud de 90 metros sobre el nivel medio del mar. Con temperatura media anual de 25°C y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

El estudio tuvo una duración de 90 días y se utilizaron 16 novillas mestizas con un peso inicial promedio de 230.81±32.85 kilogramos. Las unidades experimentales estuvieron compuestas por un animal, Figura 1. Los animales se distribuyeron según su peso. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.



Figura 1. Novillas utilizadas en el ensayo de alimentación con diferentes niveles de inclusión de fermentado de cerdaza con pollinaza.

El fermentado que se utilizó en el experimento se elaboró a partir de una mezcla de 70% de cerdaza y 30% de pollinaza, en adición a esto se incluyó un 10% de un inóculo a base lactobacilos, Tabla 1. Según Arias (2010), el inóculo de lactobacilos (Vitafert) es un producto que se obtiene por fermentación, en estado líquido, de una mezcla urea, sales minerales y otros sustratos ricos en

bacterias lácticas y levaduras, Tabla 2. El fermentado se elaboró en tanques plásticos de 55 galones, Figura 2.

La cerdaza que se utilizó en el estudio se recolectó con un separador de sólido diseñado por investigadores del IDIAF construido en acero inoxidable, Figura 3. La excreta se recolectaba cada dos días y se dejaba tres días en un secadero tipo cacao para disminuirle la humedad, Figura 4. Luego se preparó el inóculo y se utilizó entre 24 y 48 horas después de elaborado, para permitir la multiplicación en crecimiento de los lactobacilos, Figura 5 y finalmente se realiza la mezcla de la cerdaza con la pollinaza y el inóculo, y se deja fermentar por más de 21 día en los tanques plásticos, Figuras 6.

Los tratamientos utilizados consistieron en cuatro dietas, con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de cerdaza con pollinaza de 0, 25, 50 y 75% en base seca, Tabla 3, como se describen a continuación:

T00 = testigo, dieta a base de ingredientes tradicionales con 0% de inclusión de fermentado.

T25 = dieta con 25% de inclusión de fermentado

T50 = dieta con 50% de inclusión de fermentado

T75 = dieta con 75% de inclusión de fermentado

Los animales al inicio del estudio se identificaron mediante el sistema de aretes para un mejor manejo del experimento. Además, fueron pesados, desparasitados y vitaminados, sometidos a un período de adaptación al consumo de las dietas por siete días. El alimento se suministró *ad libitum* y con libre acceso al pasto en pastoreo.



Figura 2. Uso de tanques plásticos como microsilos para fermentar cerdaza con pollinaza.

Tabla 1: Características bromatológica del fermentado de cerdaza y pollinaza utilizado en el estudio

Categoría	Valores obtenidos, %
Materia seca	65.00
Proteína cruda	13.69
Grasa cruda	2.78
Fibra cruda	14.38
Ceniza	20.74
Calcio	1.92
Fósforo	0.88

Fuente: Laboratorio Junta Agroempresarial Dominicana, JAD (2012)

Tabla 2: Composición de la mezcla para la obtención del inóculo (Vitafert)

Componentes	Composición (%)
Pasta de arroz	3.92
Harina de soya	3.92
Minerales de vaca	0.49
Urea	0.39
Sulfato de amonio	0.29
Melaza de caña	14.71
Agua	74.31
Yogurt	1.96
Total	100.00

Fuente: Arias 2010.



Figura 3. Separador de sólido diseñado por Carvajal, J.B. (No publicado).



Figura 4. Recolección de excreta porcina puesta en un secadero tipo cacao para disminuirle la humedad



Figura 5. Preparación del inóculo a base de lactobacilos del yogurt



Figura 6. Preparación del fermentado de cerdaza con pollinaza e inóculo a base de lactobacilos

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	Porcentaje de inclusión de cerdaza con pollinaza			
	T00	T25	T50	T75
Harina de Maíz	7.33	-	-	-
Harina de Soya	13.75	8.54	8.78	9.34
Cebo	6.00	3.39	3.96	4.52
Fermentado ¹	-	25.00	50.00	75.00
Afrecho de Trigo	30.00	30.00	20.00	6.67
Pasta de Arroz	30.00	27.13	12.29	-
Fosfato Monod	3.78	3.10	3.48	3.82
Prem VI/MI	0.20	0.20	0.20	0.20
Carbonato Calcio	8.49	2.19	0.84	-
Sal	0.45	0.45	0.45	0.45

¹Fermentado de cerdaza con pollinaza utilizado en base seca

Tabla 4. Parámetros productivos en novillas añojas como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de cerdaza con pollinaza

Parámetros productivos	T00	T25	T50	T75
Peso inicial, kg	228.25	232.50	235.00	227.50 ^{ns}
Peso corporal final, kg	325.27	324.19	319.78	318.12 ^{ns}
Ganancia media diaria, g	1055.88	1044.47	990.59	971.23 ^{ns}
Aumento de peso, kg	95.06	93.38	88.97	87.31 ^{ns}
Consumo total, kg	376.83 ^a	375.21 ^b	370.36 ^c	330.08 ^d
Consumo diario, kg	4.19 ^a	4.17 ^b	4.12 ^c	3.67 ^d
Conversión alimenticia, kg kg ⁻¹	3.90	4.05	4.22	3.79 ^{ns}

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 5. Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en novillas en crecimiento como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de cerdaza y pollinaza

Datos Económicos	T1	T2	T3	T4
Costo alimento, RD\$ kg ⁻¹	13.30	10.63	9.09	7.43
Consumo diario, kg	4.19	4.17	4.12	3.67
Tiempo de estudio, días	90.00	90.00	90.00	90.00
Conversión alimenticia, kg kg ⁻¹	3.90	4.05	4.22	3.79
Costos que varían, RD\$ kg ⁻¹	51.87	43.05	38.36	28.16
Beneficio bruto, RD\$ kg ⁻¹	72.00	72.00	72.00	72.00
Beneficios netos, RD\$ kg ⁻¹	20.13	28.95	33.64	43.84

Diariamente se registró el consumo del suplemento, pesando la cantidad ofrecida menos la rechazada. Cada 30 días se pesaron los animales en ayuno.

Las variables estudiadas fueron: peso corporal final, kg; ganancia media diaria de peso, g; aumento de peso total, kg; consumo de alimento total, kg; consumo diario, kg; conversión alimenticia, kg kg⁻¹; costo del alimento total, RD\$ kg⁻¹; consumo diario de alimento, kg; costos variables, RD\$ kg⁻¹ y beneficios netos, RD\$ kg⁻¹.

Análisis de los datos

En los datos se comprobaron los supuestos de distribución normal del error (QQ plot) y varianzas homogéneas de los tratamientos.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. En los casos con diferencias significativas se realizó separación de medias con la prueba de test de Tukey. El peso inicial de los animales se utilizó como covarianza. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa computarizado de sistema de análisis estadístico InfoStat Versión, 2008 (Di Rienzo 2008). Se realizó un estudio económico de cada tratamiento mediante un análisis de presupuestos Parciales (Reyes 2001), utilizando los costos de producción que varían en base a los precios de los insumos alimenticios usados en el experimento para determinar los beneficios netos de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables peso corporal final, aumento de peso total, ganancia de peso diaria y conversión alimenticia los resultados muestran que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$), Tabla 4. Estos datos indican que la inclusión de fermentado de cerdaza con pollinaza hasta en un 75% no afectaron negativamente los parámetros productivos de los animales. Sin embargo, en cuanto a su capacidad de ingestión se registran diferencias significativas ($p \leq 0.05$), ya que en el consumo de materia seca para el tratamiento sin inclusión de fermentado resultó superior a los demás. Los datos de ganancia diaria de peso coinciden con los obtenidos por varios investigadores como Álvarez y Ernestina 2001; García *et al.* 1997, Solorio 1993; Velázquez y Gutiérrez 1992; Partida y Gutiérrez 1991; Gutiérrez y Peña 1990; y los cuales reportan ganancia entre 770 a 1160 gramos por día.

El análisis económico al que fueron sometidos los parámetros productivos indican que el tratamiento con 75% de inclusión del fermentado a base de cerdaza con pollinaza resultó ser de menor costo que varían de producción y el de mayor beneficio neto, con un costo por kilogramos de peso producido de RD\$24.39 y un beneficio neto por cada kilogramos de peso RD\$23.61, Tabla 5. En cambio, a pesar de obtener pesos corporales y aumentos similares, el tratamiento sin la inclusión de fermentado resultó ser el de mayor costos que varían de

producción y de menor beneficio neto, con un costo de RD\$44.25 por kilogramos de peso producido y un beneficio neto de solo RD\$3.75 por cada kilogramos de peso obtenido. Esto sugiere que las inclusiones de fermentado de cerdaza con pollinaza estudiada es bien aceptada por las novillas añojas. Estos datos obtenidos afirman la factibilidad de reemplazar ingredientes tradicionales como la soya y el maíz por el fermentado de cerdaza con pollinaza en la etapa de crecimiento de novillas.

CONCLUSIONES

1. La utilización de cerdaza fermentada con pollinaza en la alimentación de novillas añojas en crecimiento produce resultados biológicos y económicos positivos, ya que este no afecta negativamente los parámetros productivos de los animales por ser de menos costos produce mayores beneficios económicos.
2. Con la inclusión de 75% de fermentado de cerdaza con pollinaza la utilización de soya y de maíz, se redujeron en un 32.07 y 100%, respectivamente, en la dieta, lo que demuestra la buena calidad para alimentación de novillas del fermentado.
3. En cuanto al consumo de materia seca, el tratamiento sin la inclusión de cerdaza consumió 4.19 kilogramos por día y el tratamiento con 75% consumió 3.67 kilogramo por día.
4. En la conversión de alimento, los tratamientos no presentaron diferencias significativas con una media de 3.99 kg kg⁻¹.
5. El tratamiento de 75% de inclusión produce mayor beneficio neto que el tratamiento a base de productos tradicionales, de RD\$43.84kg⁻¹ y RD\$20.13kg⁻¹ respectivamente.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda la utilización de hasta un 75% de inclusión de cerdaza fermentada con pollinaza en alimentación de novillas añojas. Esto permitiría disminuir la cantidad de cerdaza que se vierte a las aguas, dando lugar a mitigar el impacto que provoca al medio ambiente y a un mejor aprovechamiento económico de este recurso.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf), por el apoyo financiero para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, S.; Ernestina. 2001. Engorda de toretes a base de estiércol fresco de cerdo y dos fuentes de fibra en una empresa comercial. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) Morelia Michoacán, MX.
- Arias, F. 2010. Efecto de los niveles de vitafert y melaza en la pollinaza fermentada aeróbica. Tesis para optar por el título de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Instituto de enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. H. Cárdenas, Tabasco, MX.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Enríquez, Q.; Meléndez, N.; Bolaños, A. 1999. Tecnología para la producción y manejos de forrajes tropicales de México. INIFAP – Producción. Libro técnico No.7. División pecuaria. México, DF. 263 p.
- Garcés, Y.; Canudas, L. 2000. Potencial de producción de carne en sistemas de pastoreo para el trópico. En: 2° Simposium internacional sobre bovinos de carne. Veracruz, MX.
- García, T.; Escobedo, H.; Gutiérrez-Vázquez, E. 1997. Efecto de tres fuentes de fibra en el comportamiento de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacan, MX.
- Garmendia, J. 1998. Suplementación estratégica en la reproducción de vacas de doble propósito. En: Estrategias de alimentación para la ganadería tropical. Centro de transferencia de tecnología en pasto y forraje. La universidad del Zulia. Zulia, VE.
- González, G.; Rodríguez, A. 2003. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability, and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. A. Dairy Sci. 86: 926-933.
- Gutiérrez, V.; Peña, P. 1990. Finalización de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo, melaza y rastrojo de maíz. Investigación y Producción Animal. I Encuentro Interno. Memorias. EMVZ. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacan, MX. Pp 25-27.
- Julián R.; Ramos, L. 2007. Fermentación en estado sólido (i). producción de alimento animal tecnología química Vol. XXVII, No. 3, Mackie R. I., Stroot P. G. and Varel V. H. 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. Journal of Animal Science 76:1331-1342.
- Mariscal, L. 2007. Tratamiento excretas cerdos. INIFA. (En Línea) Consultado el 1 de febrero 2016. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/63-excretas_cerdos.pdf
- Ortega, L. 2009. Cerdaza fermentada para uso potencial en la alimentación animal como alternativa para reducir la contaminación ambiental. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Santo Domingo, DO.
- Partida, P.; Gutiérrez, V. 1991. Finalización de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo (30 y 24.5%), melaza y rastrojo de maíz (con y sin urea). IV Reunión de Nutrición Animal. FMVZ. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey. MX. Pp 14-18.
- Peñalosa, W.; Molina, M.; Gomez-Brenes, R.; Bressani, R. 1985. Solid-state fermentation: An alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. Appl. Environ. Microbiol. 49:388-393.
- Ramos, J. 2005. Obtención de un concentrado energético -proteínico por fermentación en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceba. Instituto de Ciencia Animal. Departamento de Ciencias Biotecnológicas. La Habana, CU.
- Reyes, H. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos, GT.
- Rodríguez, Z.; Bocourt, R.; Elías, A.; Madera, M. 2001. Dinámica de fermentación de mezcla de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata* Lam.). Rev. cubana. Cienc. agric. 35:147.
- Solorio, S. 1993. Comportamiento de bovinos alimentados con tres niveles de ECF (35, 45, 55 BS), melaza y rastrojo de maíz. Tesis de Maestría en Ciencia Animal. FMVZ. Universidad Autónoma de Yucatán. MX. P 109.
- Tisdale, S.; Nelson, J.; Beaton, D.; Havlin, J. 1993. Soil fertility and Fertilizers, 5ª ed. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ. 634p.
- Velázquez, M.; Gutiérrez V. 1992. Alimentación de toretes cerdo, melaza y rastrojo de maíz. IV Reunión de Nutrición Animal. FMVZ, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, MX. Pp 19-23.
- Vera, R.; Seré, C. 1985. Los sistemas de producción pecuaria extensiva de trópico sudamericano. Análisis comparativo. En: Vera, R. y Seré. (Eds.). Sistemas de producción pecuaria extensiva, Brasil, Colombia y Venezuela. CIAT, Cali, CO. 431p.

Estado actual de la resistencia de plantas a herbicidas: casos detectados en la República Dominicana

Francisco Jiménez¹ y Jesús Rosario¹

Abstract

Agricultural production increase and sustainability is closely associated with the technology, however improper use could negatively impact this agricultural activity. Within this, the weed control is a very important activity due to financial loss goes from 25 to 30% in developing countries, reduce the quality of the product and reduce the value of land. The method of chemical control is the most widely used due to its versatility, however improper use may lead to increased resistance of species that were once easily controlled at field dose recommended. Of course, when this happens; a new individual is incorporated into the ecosystem (resistant biotype), increasing the cost and reducing the alternatives to control. Worldwide, 461 resistance cases (species x action site) have been registered in 24 species (144 dicots and monocots 103), in 22 of the 25 known action sites on 157 different herbicides. Resistances have been reported in 86 crops, 66 countries, and the most important crops (Wheat, Maize, Rice and Soja). United States and Europe lead the resistance case. Central America and the Caribbean, have confirmed resistance in five countries and six species. In the Dominican Republic, recent studies found glyphosate resistance in *Parthenium hysterophorus* biotypes and natural tolerance in *Phaseolus lathyroides*. Given the passive attitude to this situation and the impacts arising from these, it is urgent to unify the efforts to establish a monitoring system for early detection and management of the phenomenon.

Key words: coffee, variety, quality.

Resumen

El aumento de la producción y la sostenibilidad agrícola está estrechamente asociado a la tecnología, sin embargo su uso inadecuado pudiera impactar negativamente esta actividad agrícola. Dentro de esta, el control de las malezas constituye una actividad de suma importancia, ya que provocan pérdidas económicas entre 25 y 30% en países sub desarrollados, disminuyen la calidad del producto y reducen el valor de la tierra. El método de control químico es el más utilizado por su versatilidad, sin embargo el uso inadecuado pudiera derivar en resistencia de especies que antes eran fácilmente controlables a la dosis de campo recomendada. Evidentemente, cuando esto ocurre, un nuevo individuo ha sido incorporado al ecosistema (biotipo resistente), aumentando el costo y la reducción de alternativas de control. A nivel mundial se han registrado 461 casos resistencia (especie x sitio de acción), en 24 especies (144 dicotiledóneas y 103 monocotiledóneas), desarrollando resistencia en 22 de los 25 sitios de acción conocidos, en 157 herbicidas diferentes. Reportada resistencia en 86 cultivos en 66 países, mayormente reportados trigo, maíz, arroz y soya, encabezando. Estados Unidos y Europa, encabezan la mayor cantidad. Centro América y el Caribe, se han confirmado resistencia en cinco países y seis especies (Heap, 2014). En la República Dominicana, estudios recientes detectaron resistencia a glifosato en biotipos de *Parthenium hysterophorus* y *Phaseolus lathyroides* con tolerancia natural. Dada la actitud pasiva con respecto a esta situación y los impactos que derivan de estas, se hace urgente unificar sus esfuerzos para establecer un sistema de vigilancia para la detección temprana y manejo del fenómeno.

Palabras clave: Café, variedad, calidad, taza.

INTRODUCCIÓN

Resistencia de plantas a herbicidas

El uso de moléculas de herbicida con capacidad para controlar especies de malas hierbas en la agricultura se inició con la introducción de las auxinas sintéticas (2,4-D y MCPA), en el año 1946, mostrando un control eficaz y económico, principalmente en malas hierbas de hojas anchas. Este novedoso método de control de las malas hierbas impulsó las investigaciones de nuevas moléculas herbicidas.

La masificación en el uso de herbicida en la agricultura, así como las aplicaciones sucesivas de estas moléculas y con el mismo sitio de acción facilitó el surgimiento de biotipos de malezas que sobrevivían a la dosis de campo recomendada debido a la presión de selección impuesta por el herbicida, impactando negativamente la flora de especies de malas hierbas y su manejo en la agricultura. El primer caso de resistencia a herbicida (auxina sintética ó 2,4-D), se reportó en el 1957, Figura 1, sin embargo no fue hasta 1970 cuando se documentó la especie *Senecio vulgaris* con resistencia a las triazinas (Ryan 1970).

¹ Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). fjimenez23@hotmail.com

Determinadas especies de plantas cultivadas, y también de malas hierbas, son capaces de vivir y crecer a las dosis recomendadas de aplicación agrícola del herbicida, aunque puedan ser controladas a dosis varias veces superiores. Este tipo de respuesta se conoce generalmente como tolerancia natural y ha sido definida por la HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) de Estados Unidos de América, como la habilidad/apetitud heredable de una especie vegetal a sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento herbicida. A diferencia de las plantas tolerantes, las resistentes suelen sobrevivir no sólo a las dosis de aplicación agrícola del herbicida sino a otras bastante superiores (De Prado *et al.* 1996).

Reacciones de la planta a los herbicidas

Las plantas pueden desarrollar reacciones de tolerancia o resistencia ante la aplicación de la molécula herbicida, mediante diferentes mecanismos de resistencia. Los mismos están asociados a procesos fisiológicos y estructurales de la superficie foliar en las plantas. Los mecanismos de resistencia más comunes están relacionados a:

- **Pérdida de afinidad con el sitio de acción del herbicida.**

Este mecanismo de resistencia es debido a una o varias mutaciones en la secuencia aminoacídica del sitio primario de acción que pueden resultar en una pérdida de afinidad entre la molécula herbicida y el sitio de acción.

- **Metabolización del herbicida a sustancias no tóxicas.**

En los procesos de detoxificación metabólica las moléculas tóxicas son metabolizadas a compuestos inocuos o menos tóxicos, las plantas resistentes son capaces de degradar el herbicida antes de llegar al sitio de acción del herbicida.

- **Reducción de la concentración del herbicida en el sitio de acción.**

Estas bajas concentraciones pueden ser debido a una reducción en la penetración, absorción o translocación o por la existencia de fenómenos de secuestro en orgánulos celulares más o menos translocables.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RESISTENCIA

A nivel mundial

Al momento, se han reportado 461 casos únicos (especie por sitio de acción) de biotipos resistentes a herbicidas a nivel mundial, Figura 1, con 24 especies (144 dicotiledóneas y 103 monocotiledóneas). Las malezas han desarrollado resistencia a 22 de los 25 sitios de

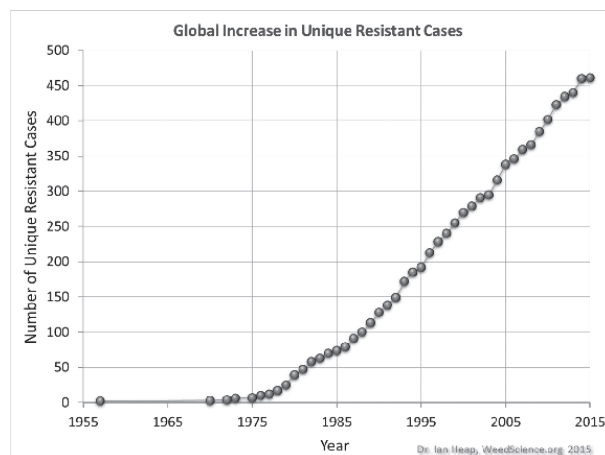


Figura 1. Incremento en el tiempo de casos únicos de resistencia

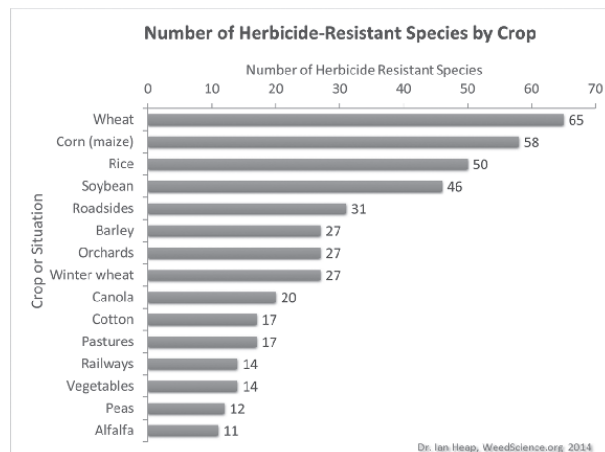


Figura 2. Número de especies malezas resistentes por cultivo.

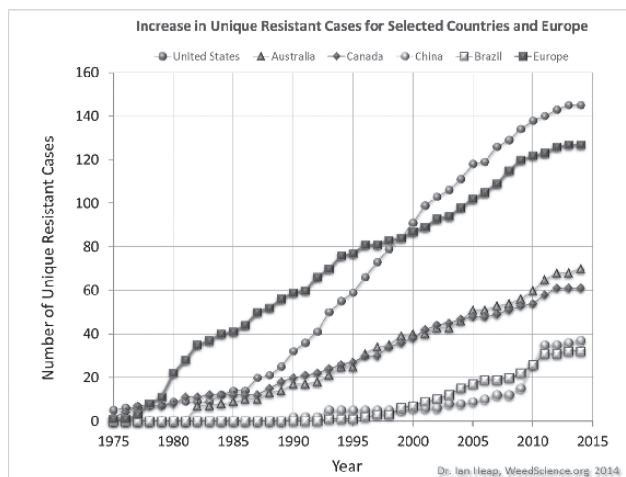


Figura 3. Incremento de casos de resistencia por países y Europa.

acción conocidos en 157 herbicidas diferentes (Heap 2015). Sostiene el mismo autor que se han reportado en 86 cultivos en 66 países, siendo los cultivos de trigo, maíz, arroz y soya, los de mayor número de especies resistentes, Figura 2. En Estados Unidos y Europa, los países con los mayores casos de resistencia registrados, Figura 3.

Estados Unidos y Europa son los líderes mundiales en el fomento de los cultivos resistentes a herbicidas, con la mayor superficie utilizada para la producción de cultivos resistentes a herbicidas, como los cultivos transgénico o genéticamente modificado (GM) y los obtenidos por mutación, como es el caso de los utilizados por el sistema Clearfield. Los datos mostrados en la Figura 3, indican que la resistencia está asociada a la forma intensiva de explotación en la agricultura, al uso continuo de una misma molécula por largo período de tiempo y con un

mismo sitio de acción. Esto representa una amenaza en la agricultura debido al flujo de genes de resistencia de estos cultivos a especies que son emparentadas con el cultivo, como es el caso de arrocillos indeseables (rojo, flechú, no me tope, etc.) y en trigo *Aegilops cylindrica* Host, la cual constituye un problema en la producción de trigo de invierno en Estados Unidos de América. La transferencia potencial a través del flujo de genes puede llevar a la creación de super malezas.

En Centro América y el Caribe

En Centro América y el Caribe, se han confirmado resistencia en cinco países y seis especies, según la Tabla 1 (Heap 2015). En la República Dominicana, estudios de resistencia realizados comprobaron la presencia de biotipos de *Parthenium hysterophorus* L. resistentes a glifosato, y *Phaseolus lathyroides* L. con tolerancia na-

Tabla 1. Relación de malezas resistentes y grupos químicos de los herbicidas confirmada en Centro América y el Caribe.

Países	Especies resistentes	Resistentes a herbicidas inhibidores de:
Guatemala	<i>Echinochloa sp</i>	ACCasa
Honduras	<i>Echinochloa sp</i>	ACCasa
Nicaragua	<i>Echinochloa sp</i>	ACCasa
Panamá	<i>Echinochloa sp</i>	ACCasa
México	<i>Phalaris minor</i>	ACCasa
	<i>Phalaris paradoxa</i>	ACCasa
	<i>Avena fatua</i>	ACCasa
	<i>Sorghum halepense</i>	ALS
	<i>Leptochloa virgata</i>	EPSP
	<i>Bidens pilosa</i>	EPSP
Costa Rica	<i>Ixophorus unisetus</i>	ALS
	<i>Echinochloa colona</i>	PSII inhibitor
	<i>Ixophorus unisetus</i>	ALS inhibitors
	<i>Eleusine indica</i>	inhibidor ACCase, Inhibidor PSII e inhibidor de ALS
	<i>Eleusine indica</i>	Inhibidor de EPSP
	<i>Oryza sativa var. sylvatica</i>	inhibidor de ALS

tural al mismo herbicida Jiménez *et al.* 2013, Figura 4-A, B y C y Figura 5. Escape en finca de mango y veredas de carretera, Figura 4-D, E y F, respectivamente.

En campos arroceros aún persisten las quejas de productores de la baja eficacia de algunos herbicidas en el control de algunas de las especies malezas como *Echinochloa* sp, *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl y *Sphenochlea zeylanica* en El Bajo Yuna y arrozcs malezas, principalmente, en fincas bajo el Ssistema clearfield en la línea noroeste.

En las zonas arroceras de la línea noroeste y el Bajo Yuna se han realizado muestreos para determinar pre-

sencia de resistencia a los herbicidas utilizados. En la Figura 4-G y H se muestra una finca por arrozcs malezas y la respuesta de arroz maleza a la molécula Imazamox (utilizado en el sistema Clearfield), 21 días después del tratamiento, lo que pudiera indicar presencia de genes de resistencia procedente de variedades resistentes a la molécula. La Figura 4-I muestra una finca infestada con *Echinochloa* sp en la zona de El Bajo Yuna, donde se estima que más del 60% de las fincas están infestada por esta especie maleza, según visita realizada a la zona.

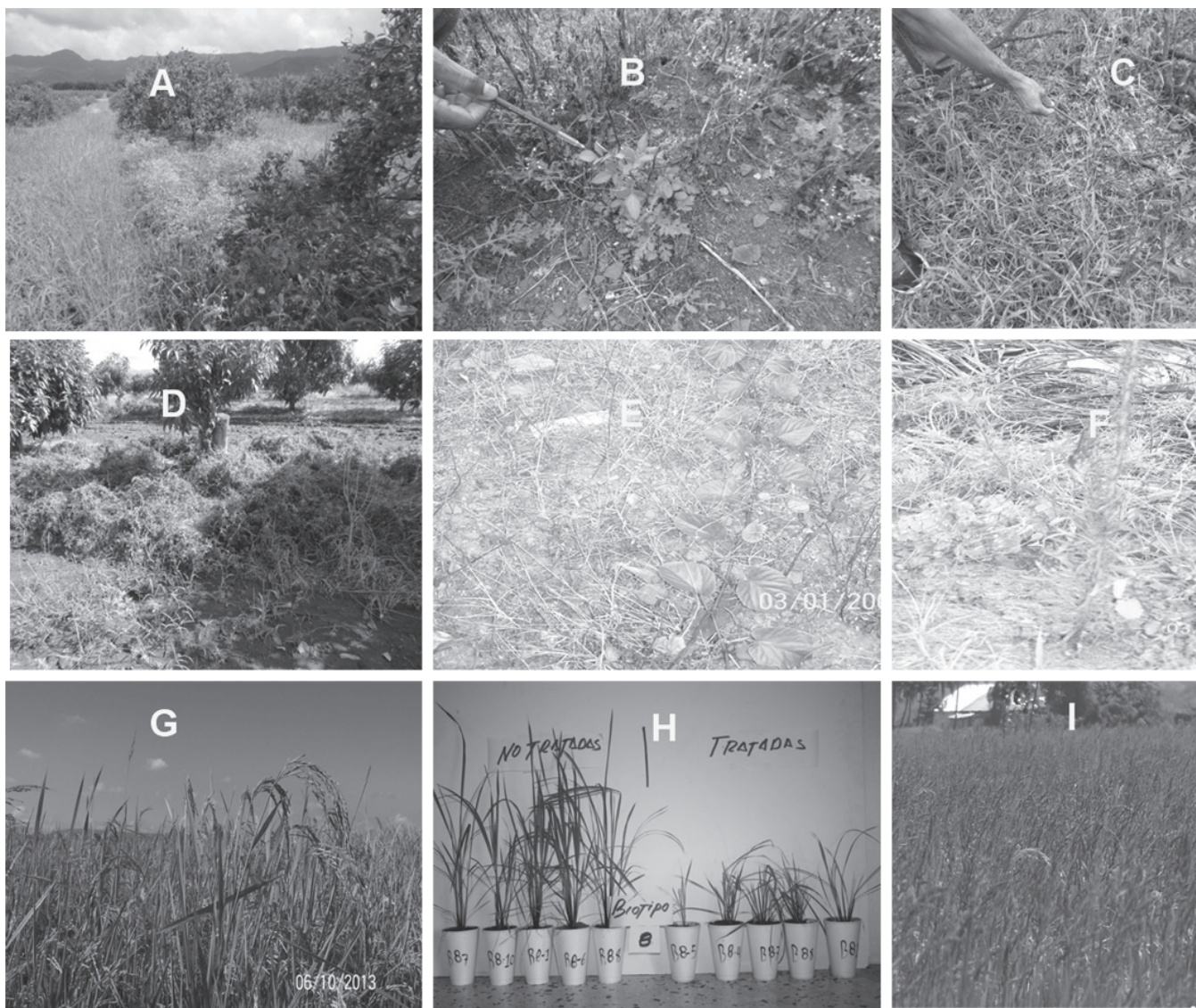


Figura 4. Escape de malezas al control químico en campos agrícolas. En la parte superior, A) *Parthenium hysterophorus*, B) *Phaseolus lathyroide* L. y C) gramíneas, en campos de cítricos. En la parte media, D) escape en finca de mango, E y F escape a glifosato en veredas de carretera, respectivamente. En la parte baja, G) finca arroceras bajo el sistema clearfield fuertemente infestada con arrozcs indeseables, H) respuesta de arroz maleza al herbicida Imazamox muestreado en fincas bajo el sistema Clearfield y finca arroceras fuertemente infestada por *Echinochloa* sp en la zona del Bajo Yuna.



Figura 5. Escape de *Phaseolus* sp en campo tratado con glifosato en Esperanza, Mao, debido a tolerancia natural.

CONCLUSIONES

La presencia de biotipos de malezas con tolerancia o resistencia a moléculas herbicidas impacta sensiblemente el medio ambiente; de primer lugar, por la incorporación nuevos especímenes a la flora arvenses que implica el uso de grandes volúmenes de herbicidas, dada la imposibilidad de ser controladas a la dosis normal de campo recomendada, con el consecuente pasivo ambiental, lo que afecta la flora y la fauna en el ecosistema agrícola, y el costo económico que representa la aplicación varias veces de la dosis normal de campo recomendada para el control eficaz.

Dada la actitud pasiva con que se ha venido tratando el fenómeno y los impactos negativos detallados anteriormente, se hace urgente que entidades de la investigación agrícola, empresas de agroquímicos, productores agrícolas y universidades, unifiquen sus esfuerzos para establecer un sistema de vigilancia para la detección y manejo del fenómeno, de manera que puedan ser minimizados los impactos previsibles de la resistencia, así como el establecimiento de medidas rigurosas para prevenir o retardar el surgimiento de resistencia en arces salvajes como resultado de hibridaciones espontáneas en campos con arces resistentes a herbicidas.

LITERATURA CITADA

- De Prado, R.; Romera, E.; Menendez, J. 1996. Chlortoluron resistance in a *Bromus tectorum* L. biotype is due to an enhanced detoxification processes. En: "Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop. Resistance to Herbicides" (eds. De Prado, R.; Jorrín, J.; García-Torres L.; Marshall G), Universidad de Córdoba, Córdoba, ES, Pp. 62-64.
- Friesen, L.; Jones, T.; Van Acker, R.; Morrison, I. 2000. Identification of *Avena fatua* populations resistant to imazamethabenz, flumetrop, and fenoxaprop-P. *Weed Science*, 48:532-540.
- HRAC (Herbicides Resistance Action Committee). 2002. Comité de Prevención de Resistencia a Herbicidas de España. La Resistencia de los herbicidas. (En Línea). Consultado el 2 de febrero 2016. Disponible en: <http://www.plantprotection.org/HRAC/>.
- HRAC (Herbicides Resistance Action Committee). 1999. Guideline to the Management of Herbicide Resistance. (En Línea). Consultado el 2 de febrero 2016. Disponible en: <http://www.plantprotection.org/HRAC/Guideline.html>.
- Heap, I. 2015. International survey of herbicide resistance weeds. (En Línea). Consultado el 10 de diciembre 2015. Disponible en: <http://www.weedscience.org/In.asp>.
- Jiménez, F.; Fernández, P.; Rosario, J.; Gonzales, F.; De Prado, R. 2013. Primer caso de resistencia a herbicida en República Dominicana. 6to Congreso SODIAF 2013 Desarrollo Humano e Innovación Tecnológica para Enfrentar el Cambio Climático Hacia la Competitividad. Santo Domingo, DO.
- Radosevich, S.; Holt, J. 1984. *Weed Ecology. Implication for Vegetation Management*. John Wiley & Sons Inc. California, USA. 265p.

Ryan, G. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *weed sci.* 18: 614-616.

Tharayil-Santhakumar, N. 2004. Mechanism of Herbicides Resistance in Weeds. Plant & Soil Sciences University of Massachusetts Amherst, MA. (En Línea). Consultado el 10 de diciembre 2015. Disponible en: <http://www.weedscience.com>.

Valverde, B.; Riches, C.; Caseley, J. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en Centro América con *Echinochloa colona*. San José, C.R. 136 p.

Wisconsin Forage Council. 2004. Wisconsin Farmers and Agri-Business call for glyphosate (Roundup) Stewardship. (En Línea). Consultado el 10 de diciembre 2015. Disponible en: <http://ipcm.wisc.edu/uwweeds/extension/glyphosate%20white%20paper.pdf>.

Revista APF

Instrucciones para autores

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

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

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

Sobre el estilo de los manuscritos para la revista

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

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

Instrucciones para autores

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

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

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

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

TIPOS DE MANUSCRITOS ACEPTADOS

1. Artículos Científicos

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

Título

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

Ejemplo de tabla:

Tabla 1. Emisión de NH_3 desde el suelo en una pradera manejada con pastoreo

Tratamiento ¹	Emisión de NH_3	
	Annual kg ha ⁻¹ año ⁻¹	Diaría kg ha ⁻¹ día ⁻¹
C	31.2 c ²	0.085 c ²
FI	39.9 a	0.109 a
FS	41.4 a	0.113 a
PFI	36.1 b	0.099 b
PFS	37.9 b	0.103 b

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

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

Instrucciones para autores

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

Autores y Filiación

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

Resumen

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

Palabras Claves

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

Introducción

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

Materiales y Métodos

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

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

Resultados y Discusión

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

Conclusiones

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

Agradecimientos

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

Literatura Citada

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

Normas Técnicas del IICA y CATIE, 4^a Edición.

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

2. Notas Técnicas

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

3. Revisiones Bibliográficas

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

4. Revisiones de Libros

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

5. Artículos de Opinión

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

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

