

# APF

Revista Agropecuaria y Forestal

ISSN 2306-8795

Volumen 2 (1) 2013



Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales  
(SODIAF)



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

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

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

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

### **Misión de la SODIAF**

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

### **Visión de la SODIAF**

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

# Revista APF

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

La Revista Agropecuaria y Forestal (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)

## Correspondencia:

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

José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista Agropecuaria y Forestal (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](mailto:sodiaf@sodiaf.org.do) • [editor.revista@sodiaf.org.do](mailto:editor.revista@sodiaf.org.do)

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

**Cita correcta:** Revista APF. 2013. Volumen 2(1). Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF).

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

## Editor en Jefe

*Ing. José Richard Ortiz, M.Sc*

## Editor Asociado

*Ing. Elpidio Aviles, M.Sc*

## Consejo Editorial:

*Ing. César Moquete, M.Sc*

*Dr. Daniel Valerio*

*Ing. Elpidio Avilés, M.Sc*

*Dr. Federico Cuevas*

*Dr. Jesús Ma. Rosario Socorro*

*Dr. José Choque*

*Ing. Orlando Rodríguez, M.Sc*

## Directiva SODIAF 2012-2014

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

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

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

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

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

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

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

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

*Ing. Ineko Hodai*  
*Segundo Vocal*

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

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

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

## Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales*

## Foto de Portada:

Alimentación de cerdos estabulados.

Foto: Vladimir Eusebio Michel

# Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal (APF)

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, SODIAF



Revista APF - Vol 2 No 1, 2013

## Contenido y Autores

Pág.

- iii-iv Editorial  
*Doctor Jesús María Rosario Socorro, MSc.  
Presidente de la Junta Directiva SODIAF 2012-2014*
- 1-8 Selección de genotipos superiores de arroz a través de tres ambientes contrastantes de la República Dominicana  
*Ángel Adames, Dámaso Flores, Juan Colón y Antonio Gómez*
- 9-14 Potencial de retoño de tres variedades de arroz en el noroeste de la República Dominicana  
*Ángel Adames, Dámaso Flores, José Santana, Luís Arias, César Moquete y A Lee*
- 15-18 Resistencia de *Parthenium hysterophorus* L. al glifosato: un nuevo biotipo resistente a herbicida en Colombia  
*Jesús Rosario, Cilia Fuentes y Rafael De Prado*
- 19-22 Resistencia a glifosato en biotipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. recolectados en Brasil  
*Henrique Plácido, Fidel González-Torralva, Arthur Martins, Alfredo Paiola, Julio Menéndez y Rafael De Prado*
- 23-30 Evaluación y selección de once gramíneas forrajeras en la provincia de La Vega  
*Daniel Valerio, Yokasta Soto y Freddy Matos*
- 31-36 Evaluación y selección de cinco gramíneas forrajeras en la localidad de las Caobas, Santiago Rodríguez  
*Daniel Valerio, Yokasta Soto y Freddy Matos*
- 37-42 Evaluación y selección de nueve gramíneas con potencial forrajero en el este de la República Dominicana  
*Víctor Asencio, Manuel Tapia y Luís García*
- 43-48 Caracterización genética del ganado Criollo Lechero Dominicano utilizando microsatélites  
*Helmut Bethancourt y Bolívar Toribio*
- 49-56 Efecto del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo de cerdos en engorde  
*José Carvajal*
- 57-64 Efecto del afrecho de arroz en el comportamiento productivo de patos pekineses en crecimiento y engorde  
*José Carvajal*

Nota Técnica

- 65-68 Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) por características de rendimiento e indicadores de calidad  
*Marisol Ventura y Alberto González*

Instrucciones para los autores

- 69-76 Revista Científica Agropecuaria y Forestal (APF) - Instrucciones para los autores

# Editorial

*Con el propósito de organizar e institucionalizar el servicio de investigación agrícola, pecuaria y forestal de la República Dominicana, fue promulgada la Ley 251-12, que crea el Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (SINIAF). La fiel aplicación de esta ley y sus reglamentos, deberá contribuir a impulsar las políticas estatales que buscan ofrecer soluciones reales y auténticas a las limitantes tecnológicas de la agricultura dominicana.*

*La Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, SODIAF, que agrupa a los investigadores de la comunidad científica nacional, como una de las organizaciones del SINIAF, tiene dentro de sus fines contribuir al fortalecimiento del recién creado Sistema, siempre en bien de los sectores integrantes del agro nacional.*

*Tradicionalmente, los científicos dominicanos que investigan para resolver la problemática tecnológica de la agricultura, carecen de un medio que cumpliera con los estándares mínimos de calidad para la difusión de nuevos conocimientos generados mediante la aplicación del método científico.*

*Hoy, la SODIAF, al dejar en circulación el volumen 2, 2013, de la Revista APF, cumple con la responsabilidad de suplir este medio a la comunidad científica. De esta forma, nos unimos a las instituciones que apuestan por el desarrollo de nuestra nación, mediante la generación y la difusión de los productos tecnológicos que ayudarán a impulsar el desarrollo agrícola, pecuario, forestal y medio ambiental en el país.*

*Al entregar esta edición, agradecemos el esfuerzo atinado de los investigadores, cuyo trabajo cotidiano hizo realidad este sueño, de quienes pusieron su empeño y dedicación a revisar, corregir, diagramar e imprimir el presente volumen.*

*En especial, nuestro agradecimiento a instituciones como el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), que no escatimó esfuerzos en proveer el auspicio económico para editar e imprimir este volumen de la Revista Científica Agropecuaria y Forestal.*

*Finalmente, somos conscientes de la mejoría que ha experimentado la revista en esta edición. Pero, sabemos que el gran desafío de cara al futuro, es luchar para mantener vivo este medio de divulgación científica e imprimirle a cada volumen mayor y mejor calidad hasta indexarla y que la Revista Científica APF sea un orgullo para la Comunidad Científica Nacional.*

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

# Selección de genotipos superiores de arroz a través de tres ambientes contrastantes de la República Dominicana

Ángel Adames<sup>1</sup>, Dámaso Flores<sup>2</sup>, Juan Colón<sup>2</sup> y Antonio Gómez<sup>2</sup>

El arroz es el cultivo de mayor impacto económico, político y social en la República Dominicana, donde se tienen al menos 5 ambientes arroceros contrastantes con diferencias climáticas, geográficas y de suelos bien definidas. Estudios realizados indican que la planta de arroz manifiesta una fuerte interacción con el ambiente afectando, principalmente, el rendimiento y sus componentes. El objetivo de esta investigación fue identificar genotipos superiores y estables a través de tres ambientes. Los materiales genéticos fueron 20 líneas y una variedad comercial; mientras que los ambientes fueron: Juma, Esperanza y El Pozo, todos en la República Dominicana. La investigación se realizó en la primera etapa del 2008 y el diseño experimental fue de bloques completos al azar con 21 tratamientos y tres replicas. La unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup>, área útil de 10 m<sup>2</sup>; método de siembra trasplante manual. Se evaluaron las variables: días a floración, panículas/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, peso de 1000 granos, rendimiento, interacción genotipo/ambiente y arroz entero. Los datos se analizaron con InfoGen, integrándose los factores y variables mediante el uso de técnicas multivariadas de varianza, tales como: análisis de componentes principales, Manova, Anova y análisis combinatorio. Los resultados indican que el rendimiento y sus componentes, así como el genotipo fueron significativamente afectados por el ambiente. El rendimiento en Esperanza fue superior, con 7547.7 kg.ha<sup>-1</sup> (p=0.023), contra 5160.3 (p=0.0356) y 4201.3 (p=0.0142) de Juma y El Pozo, respectivamente; el número de panículas por m<sup>2</sup> de 368.1 y la fertilidad de panícula 84.8, fueron estadísticamente superiores en esa localidad. En la localidad de Juma, la variable peso fue de 1000 granos (29.2 g), mientras que en El Pozo, el número de espiguillas por panícula con 151.5. La línea CT18148-10 mostró la mejor estabilidad fenotípica, con rendimientos de 8152.0, 5756.7 y 5071.7 kg.ha<sup>-1</sup> en Esperanza, Juma y el Pozo, respectivamente. Estos resultados sugieren diferentes respuestas de los genotipos de arroz a través del ambiente.

**Palabras clave:** estabilidad fenotípica, adaptabilidad

## INTRODUCCIÓN

El arroz es un cereal importante en la base nutricional de los humanos; su producción y consumo lo convierten en uno de los cultivos alimenticios más importante. En la República Dominicana, constituye la principal fuente de calorías y proteínas para más del 60 % de los hogares pobres. Los científicos estiman que para el año 2025 se requiere adicional 200 millones de toneladas a la producción mundial actual para suplir la demanda de la población (Martínez *et al.* 1997).

En el país, existen al menos 5 ambientes arroceros, con diferencias climáticas, geográficas y de suelos bien definidos (Juma, provincia Monseñor Nouel a 18° 54" N y 70° 23" O y altitud 178

msnm, temperatura 23.6 °C, pluviometría 2100 mm, suelo franco arcilloso, 2.5% de MO y pH 5.7; Esperanza, provincia Valverde a 19° 33" N y 71° 14" O y 78 msnm, pluviometría 750 mm, temperatura 27.3°C, suelo franco limosa, pH >7.5 y El Pozo, Provincia María Trinidad Sánchez a 19° 22' N y 69° 50' O y altitud de 3 msnm, pluviometría 2211 mm, temperatura 25.6°C, suelo franco arcillosa con pH de 6.0, y 4.7% de MO).

La planta de arroz manifiesta una fuerte interacción con el ambiente, afectando principalmente el rendimiento y sus componentes (Segovia 2004). En ese sentido, investigadores señalan que las mejores líneas provenientes de pruebas de rendimiento son evaluadas en ensayos regionales

<sup>1</sup> Investigador en arroz. E-mail: yeisyani@yahoo.com

<sup>2</sup> Investigadores en arroz del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)

con el propósito de conocer su comportamiento y adaptabilidad con relación al rendimiento y sus componentes, en las áreas representativas de siembra del cultivo, Turrialba *et al.* (2004).

La caracterización ambiental nos permite definir estrategias de selección en los programas de mejoramiento genético. La evaluación de líneas en diferentes condiciones, contribuye a determinar apropiadamente su potencial genético, productivo y la estabilidad fenotípica (Castañón 1994, Glaz y Kang 2008). Cuando se realizan evaluaciones en diferentes ambientes, se expresa la interacción genotipo x ambiente (G x A), la cual afecta el comportamiento de la planta, dificultando la selección de los genotipos superiores. Al estudio de este fenómeno es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad, para definir el comportamiento de genotipos (Camargo 2005). La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente y la estabilidad es la capacidad de los genotipos de mostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental (Lin *et al.* 1986, Lin y Binns 1994).

Los efectos principales del genotipo (G), el ambiente (E) y la interacción genotipo x ambiente, han sido estudiados para estimar y definir la estabilidad de cultivares (Yan y Tinker 2005, Gauch Junior 2006, Glaz y Kang 2008). El genotipo ideal debe tener baja interacción G x A y alto rendimiento promedio en todos los ambientes. La mayor adaptación de un cultivar a condiciones de lluvia, con bajo coeficiente de regresión y rendimiento cercano a la media, es un indicador de buena adaptación (Alfonso 2005).

Estudios realizados por García *et al.* (2004), encontraron que el genotipo CT9162-12-15-1P-2-M fue el más estable en rendimiento en un grupo de 15 que fueron evaluados. En Ecuador, el INIA (1996) evaluó 13 líneas y tres variedades testigos, en dos ambientes diferentes, y encontró que el rendimiento, el ciclo vegetativo y la altura de planta se comportaron diferentes en los ambientes. Los componentes del rendimiento, como panícula por m<sup>2</sup>, espiguillas por panícula, fertilidad de las espiguillas y peso de 1000 gra-

nos, también verificaron cambios significativos con relación al ambiente.

En la República Dominicana, Flores *et al.* (2008) encontraron que el número de panículas por m<sup>2</sup> y la fertilidad de las espiguillas presentaron diferencias estadísticas en Esperanza, pero, fueron iguales en Juma y El Pozo; mientras que el peso de 1000 granos y el número de espiguillas por panícula no presentó diferencia a través de los ambientes.

Los componentes químicos del grano también pueden ser afectados por el ambiente. Boa *et al.* (2004) encontraron que el contenido de amilosa y la consistencia del gel, presentan interacciones significativas con el ambiente, de igual manera, el grado de viscosidad y adhesividad. Los resultados de investigaciones regionales obtenidos por Campos (1999), en cinco localidades de Costa Rica, indican una alta interacción genotipo ambiente con relación al rendimiento y a la presencia de enfermedades, tales como: *Piricularia* y *Rizoctonia*. En la República Dominicana, Flores *et al.* (2008) y Trinidad y Rosario (2008) encontraron rendimiento promedio de 7000 y 9800 kg.ha<sup>-1</sup> en los ambientes de Esperanza, Valverde y La Herradura, Santiago, rendimientos estadísticamente superiores a los encontrados por Fabián y Pichardo (2008) en la localidad de El Pozo, María Trinidad Sánchez (4600 kg.ha<sup>-1</sup>).

Con relación al comportamiento de la fertilidad de las espiguillas, Trinidad y Rosario (2008) y Pujols y Rosario (2008), encontraron que en La Herradura, Santiago, fue de 10.5 y 8.3 %, respectivamente, estadísticamente superiores a las encontradas por Fabián y Pichardo (2008), en la localidad de El Pozo, Nagua (22.5 %). En otro estudio realizado por Arias *et al.* (2001), determinaron que 'Juma 67' fue la mejor variedad en rendimiento y número de panículas por m<sup>2</sup> en Esperanza y Angelina, Sánchez Ramírez, pero la variedad 'PA 24' tuvo un mejor rendimiento en Nagua, en tanto que la línea J1099-10 rindió más en Esperanza y Juma. El estudio reveló, además, que el rendimiento de arroz entero fue inferior en El Pozo con relación a las demás localidades, para todos los genotipos evaluados.

Debido a la importancia del cultivo de arroz para los dominicanos y la diversidad de ambientes existentes en el país, se desarrolló esta investigación con la finalidad de seleccionar genotipos superiores con buena adaptabilidad y estabilidad a través de tres ambientes arroceros de la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron instalados en las localidades de Juma, provincia Monseñor Nouel, localizada en los 18° 54" N y 70° 23" O y altitud 178 msnm, la temperatura media anual es de 23.6°C y pluviometría media anual 2100 mm, suelo franco arcilloso, con 2.5 % de materia orgánica y pH 5.7; Esperanza, provincia Valverde, ubicada a los 19° 33" N y 71° 14" O y 78 msnm, pluviometría media anual 750 mm y temperatura promedio anual 27.3°C. Suelo de textura franco limosa con pH >7.5 y El Pozo, provincia María Trinidad Sánchez ubicada a 19° 22' N y 69° 50' O y altitud de 3 msnm., pluviometría medio anual 2211 mm con temperatura promedio anual 25.6°C, suelo de textura franco arcillosa con pH de 6.0 y 4.7 % de materia orgánica. El trabajo de campo se realizó en el periodo diciembre 2007 a Julio 2008.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones de 21 tratamientos, Tabla 1. La unidad experimental fue 20 m<sup>2</sup> y área útil de 10 m<sup>2</sup>. El método de siembra fue trasplante manual en hileras y el marco de plantación 25 x 25 cm<sup>2</sup>. Las variables evaluadas fueron: días a de floración, panículas/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, peso 1000 granos (g), rendimiento paddy (kg.ha<sup>-1</sup>), interacción genotipo/ambiente y porcentaje de arroz entero. Los da-

tos se analizaron con InfoGen, integrándose los factores y variables mediante el uso de técnicas multivariadas de varianza (Johnson 2000), tales como: análisis de componentes principales, Manova, Anova y análisis combinatorio. Para la medición de las variables, se utilizó el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1980).

**Días a floración y panícula por m<sup>2</sup>.** Se contaron los días desde la imbibición de la semilla hasta que el 50 % de los tallos florecieron. Para el conteo de las panículas por m<sup>2</sup>, se seleccionaron 12 plantas por cada unidad experimental, se contaron los tallos y se determinó la cantidad de panícula por m<sup>2</sup>.

**Componentes del rendimiento.** De cada unidad experimental se seleccionaron al azar 12 panículas en bolsas de papel previamente identificadas, se trasladaron al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Juma del IDIAF en Bonao, se desgranaron en forma manual, se contaron los granos, por medio de un contador electrónico. Se determinó el total de granos buenos y vanos por panícula, se pesaron posteriormente para obtener el porcentaje de fertilidad. Se contaron 1000 semillas de cada unidad experimental con un contador electrónico, luego se pesaron en una balanza de precisión y el resultado se expresó en g.

**Rendimiento de arroz paddy.** Se cosechó el arroz entre 21 y 24 % de contenido humedad, dentro de un área efectiva de 10 m<sup>2</sup>, dejando un borde de 25 cm a cada lado de la unidad experimental. El arroz fue cosechado separadamente, trillado y colocado dentro de sacos de polietileno capacidad de 22.7 kg. Luego fue secado y venteado y se tomó una muestra de 100 g para

Tabla 1. Tratamientos evaluados a través de los ambientes

T1 - CT17323	T8 - CT17380	T15 - J1518-1
T2 - CT17380	T9 - J1516	T16 - J1518-1-1-2
T3 - CT18141	T10 - J1516-1	T17 - J1518-1-1-1-6-
T4 - CT18141-6	T11 - J1516	T18 - J1519-4
T5 - CT18148	T12 - J1516-1	T19 - 'Taiwán 5'
T6 - CT18148-10	T13 - J1516-1-1-6	T20 - 'Aromático 1'
T7 - CT15696	T14 - J1518	T21 - 'Juma 67', testigo

determinar la humedad inicial, la cual fue la base para ajustar a 14 %, que fue la humedad final, luego fue pesado en una balanza, el resultado se expresó en  $\text{kg. ha}^{-1}$ .

**Arroz entero.** Después de pesado, se tomó una muestra de 500 g de cada repetición, se envió al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Arrocería Juma del IDIAF, se descascaró, se pulió, se separaron los granos partidos y entero con un tamiz y se determinó el % de arroz entero de cada muestra.

El cultivo se estableció bajo riego por inundación. Después de la preparación y nivelación del terreno se aplicó un molusquicida, a base de fentin acetato de estaño, a razón de  $0.5 \text{ kg. ha}^{-1}$ . La fertilización se realizó con la dosis recomendada para cada ambiente:  $140-100-100 \text{ kg. ha}^{-1}$  de NPK para Esperanza,  $120-100-100$  para Juma y  $100-80-80$  para El Pozo, fraccionando en tres aplicaciones el N, mientras que el P y el

K se aplicó el 100% en la primera aplicación. El control de maleza se realizó con el herbicida preemergente butaclor (Machete) a razón de  $1 \text{ l. ha}^{-1}$ , aplicado un día después del trasplante, luego, el segundo control se realizó a los 35 ddt con el desyerbador Zui-Zua y las malezas que persistieron fueron controladas manualmente.

## RESULTADOS

Se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados y entre los ambientes considerados, así como en la interacción genotipos ambientes. El análisis de componentes principales mostró que en la localidad de Juma, las variables floración, panículas por  $\text{m}^2$ , fertilidad de las espiguillas, rendimiento de arroz paddy y porcentaje arroz entero, tuvieron el mejor comportamiento. En Juma, las variables que presentaron el peor comportamiento fueron: peso de 1000 granos, espiguillas por panícula y porcentaje de arroz pulido (Figura 1).

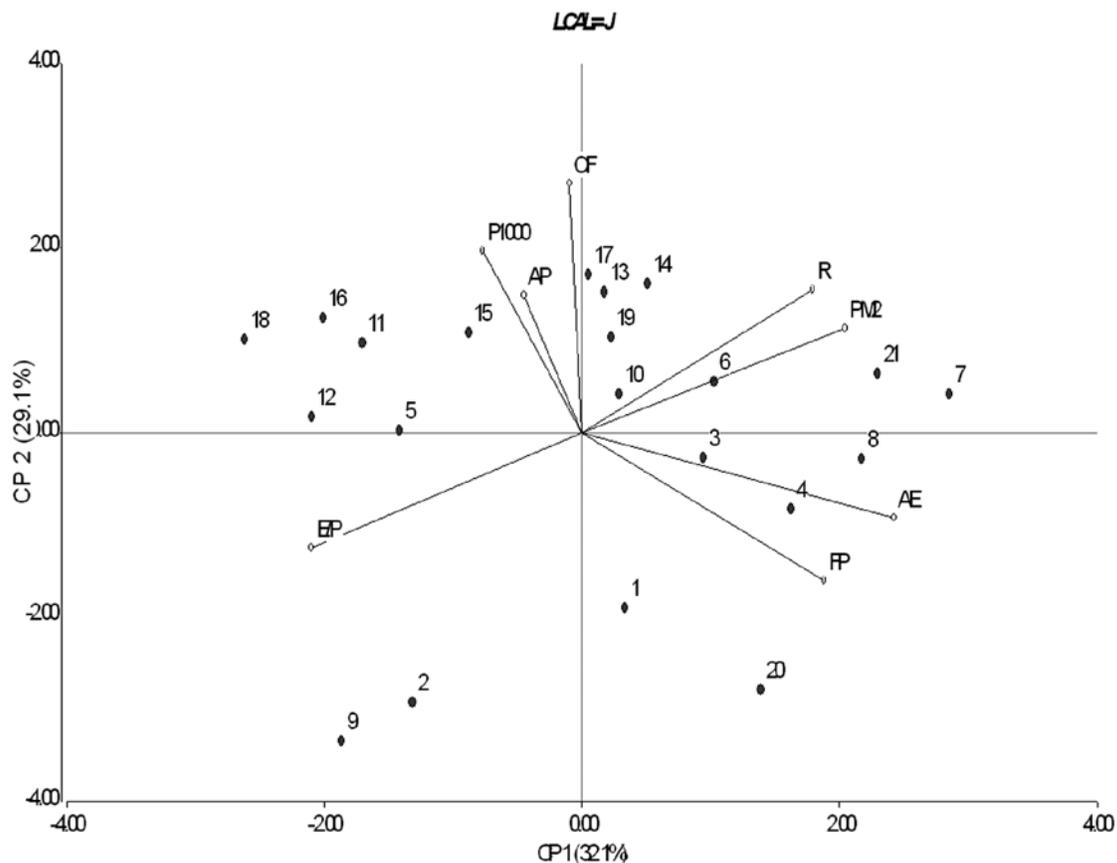


Figura 1. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008. Leyenda: CF=ciclo de floración;  $\text{PM}^2$ =panícula por  $\text{m}^2$ ; EP=espiguillas por panícula; P1000=peso de mil granos; FP=fertilidad de la panícula; R=rendimiento; AE=arroz entero; AP=arroz pulido. Para el significado de los números, Tabla 1.

En el caso de El Pozo, las variables ciclo de floración, fertilidad del grano, peso de mil granos, arroz pulido y rendimiento de arroz paddy, presentaron un buen comportamiento y las variables de peor comportamiento en ese ambiente fueron espiguillas por panícula y arroz entero. Por otro lado, en el ambiente de Esperanza, las variables que mejor se comportaron fueron panícula por m<sup>2</sup>, ciclo de floración, peso de 1000 granos y arroz pulido, mientras que espiguillas por panícula tuvo el peor comportamiento en este ambiente (Figuras 1, 2 y 3).

Con relación a los genotipos estudiados, se encontró interacción significativa en los tres ambientes estudiados. La línea CT18148-10 mostró la mayor estabilidad a través de los ambientes al promediar rendimiento de 8152.00, 5756.67 y 5071.67 kg.ha<sup>-1</sup> en Esperanza, Juma y El pozo, respectivamente. La línea CT15696 tuvo un buen comportamiento en Juma y El Pozo con

rendimiento promedio de 6209.33 y 4945.00kg.ha<sup>-1</sup>. El genotipo J1516 presentó mejor comportamiento en las localidades de Esperanza y Juma, con rendimientos de 8152.00 y 5666.67 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos por Campo (1999), Camargo *et al.* (2011), García (2004) y Flores *et al.* (2008).

### Rendimiento de Arroz paddy

Con relación al rendimiento, se encontró diferencias estadísticas significativas entre los genotipos estudiados y entre los ambientes considerados. En la localidad de Esperanza, se obtuvo el mayor rendimiento promedio, con 7547.73 kg.ha<sup>-1</sup>, (p=0.023), significativamente superior a los encontrados en los ambientes de Juma (5160.32), (p=0.0356) y El Pozo (4201.26), (p=0.0142). El rendimiento de Juma fue estadísticamente superior a El Pozo. El ambiente de Esperanza superó estadísticamente los demás ambientes en estudio en rendimiento de arroz paddy, panículas por

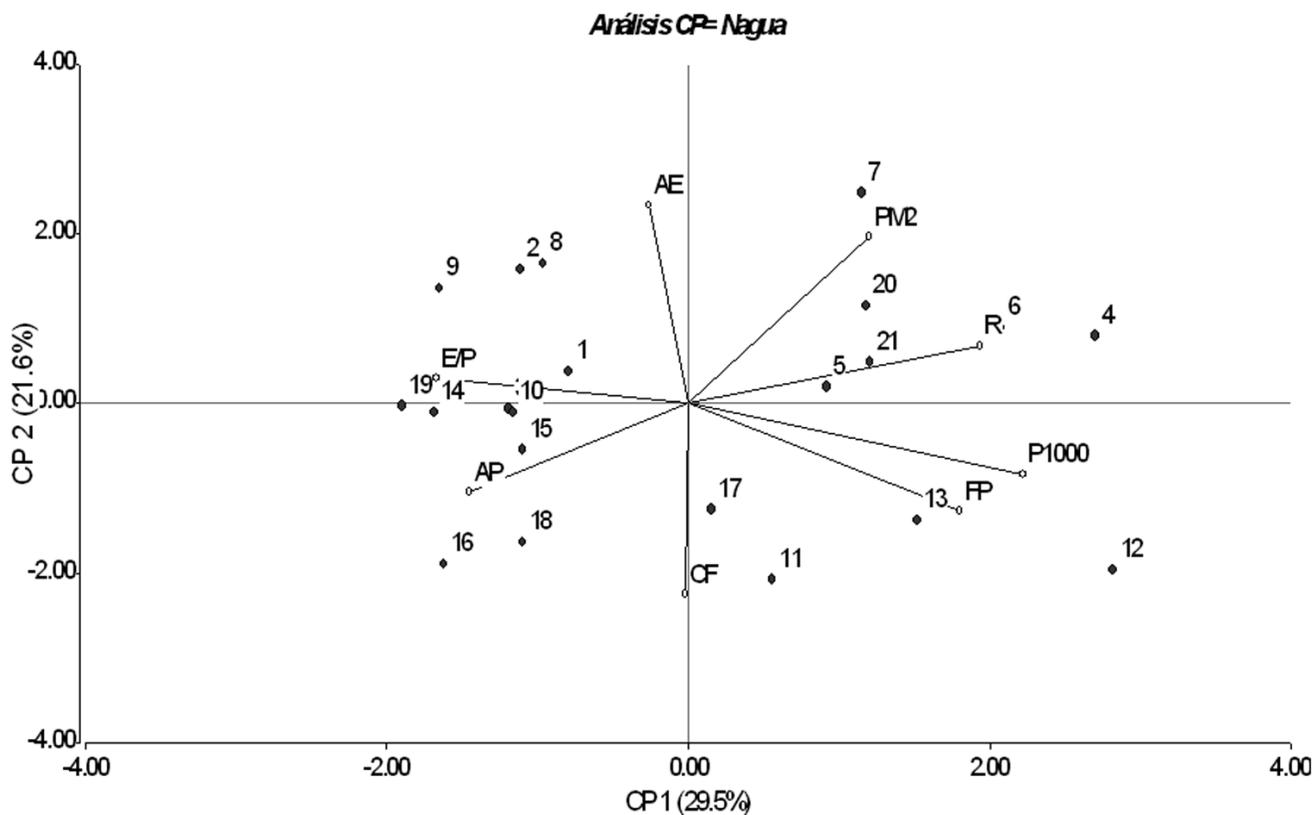


Figura 2. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008.

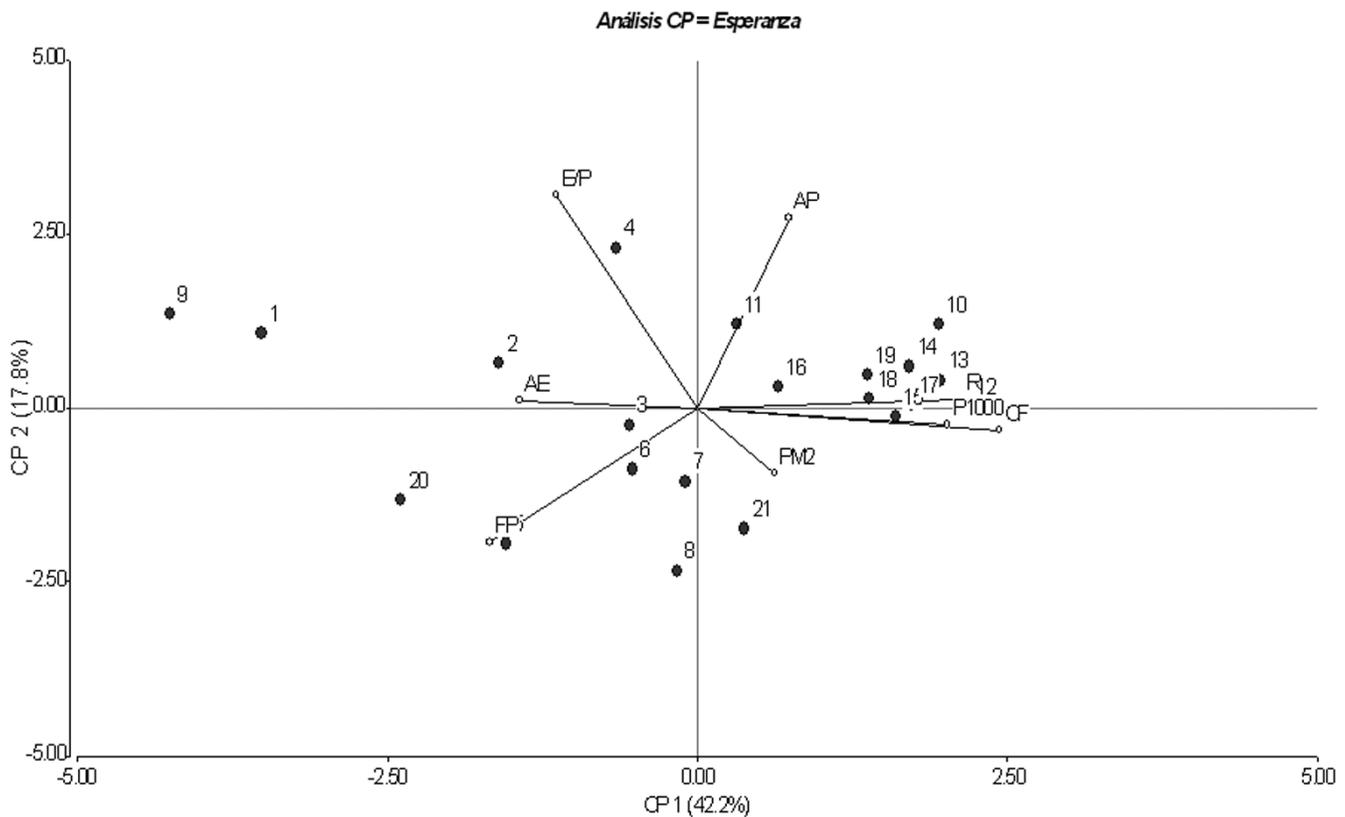


Figura 3. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008.

m<sup>2</sup>, fertilidad de la panícula y porcentaje de fertilidad, superado solo en el número de espiguillas por panícula por los demás ambientes (Tabla 3). Estos resultados, sobre la fuerte interacción con el ambiente de la variable rendimiento, corroboran lo encontrado en Venezuela por García (2004) y son similares a los encontrados por Camargo *et al.* (2005) en Panamá. Además, confirman los encontrados en la República Dominicana por Flores *et al.* (2008) y Arias *et al.* (2001), sin embargo, contradicen a García (2004), que no encontró diferencias entre los componentes del rendimiento.

### Fertilidad del grano

Los genotipos evaluados presentaron diferencia con relación a la fertilidad de la panícula y entre los ambientes estudiados. Juma y El Pozo tuvieron los niveles más bajos de fertilidad con 74.6 y 75.8 %, equivalentes a 25.4% y 24.2% de Vaneamiento, respectivamente, sin diferencias significativas entre sí, pero estadísticamente superiores a Esperanza que tuvo una fertilidad de

84.8 % (Tabla 2). Los genotipos 'Aromático 1' y el testigo 'Juma 67' fueron los más estables con relación a la fertilidad, a través de los ambientes con 7.7 y 12.3 %, respectivamente. Los resultados encontrados en esta investigación con relación a que los ambientes de Juma y El Pozo presentan niveles de fertilidad más bajos que Esperanza, corroborando los encontrados por Trinidad y Rosario (2008), Pujols y Rosario (2008) y Fabián y Pichardo (2008), en estudios realizado en varias localidades con diferentes genotipos. Resultados parecidos fueron encontrados por el INIA (1999), en Ecuador. Con relación a los demás componentes del rendimiento, se encontró diferencias significativas a través de los ambientes considerados, lo cual es contrario a resultados encontrados por García (2004), en Calabozo, Venezuela.

### Arroz Entero y Pulido

La calidad industrial se basa principalmente en el porcentaje de granos enteros obtenido después del proceso de elaboración en la industria. En

Tabla 2. Comportamiento de las variables evaluadas a través de los ambientes estudiados, Juma, Rep. Dom., 2008

Ambientes	Variables						
	Rend. (Kg.ha <sup>-1</sup> )	P/m <sup>2</sup>	FL (días)	E/p	P1000 granos (g)	FP (%)	Vaneamiento (%)
Esperanza	7547.7 a	368.1 a	115.5 a	140.4 b	28.5 ab	84.8 a	15.2 a
Juma	5160.3 b	307.3 b	116.2 a	120.8 c	29.2 a	75.8 b	24.2 b
El Pozo	4201.3 c	317.5 b	110.4 b	151.2 a	27.8 b	74.6 b	25.4 b

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

Leyenda: p/m<sup>2</sup>=panículas por m<sup>2</sup>; FL= días a floración; E/P=espiguillas por panícula; FP=fertilidad de La panícula.

esta investigación se encontró diferencias significativas en cuanto al porcentaje de arroz entero y pulido, tanto entre los genotipos como en los ambientes estudiado. La localidad de Esperanza, con un porcentaje de arroz entero de 59.7 y pulido de 72.9, superó estadísticamente a los ambientes de Juma (56.9 y 70.5) y El Pozo (56.4 y 70.8). Los ambientes de Juma y El Pozo fueron

estadísticamente iguales para ambas variables (Figura 4). Resultados similares encontraron Camargo *et al.* (2011), en estudio realizado en Panamá. También, Arias *et al.* (2001) en la República Dominicana encontró que el % de arroz entero en la localidad de El Pozo, fue estadísticamente inferior que en otras localidades.

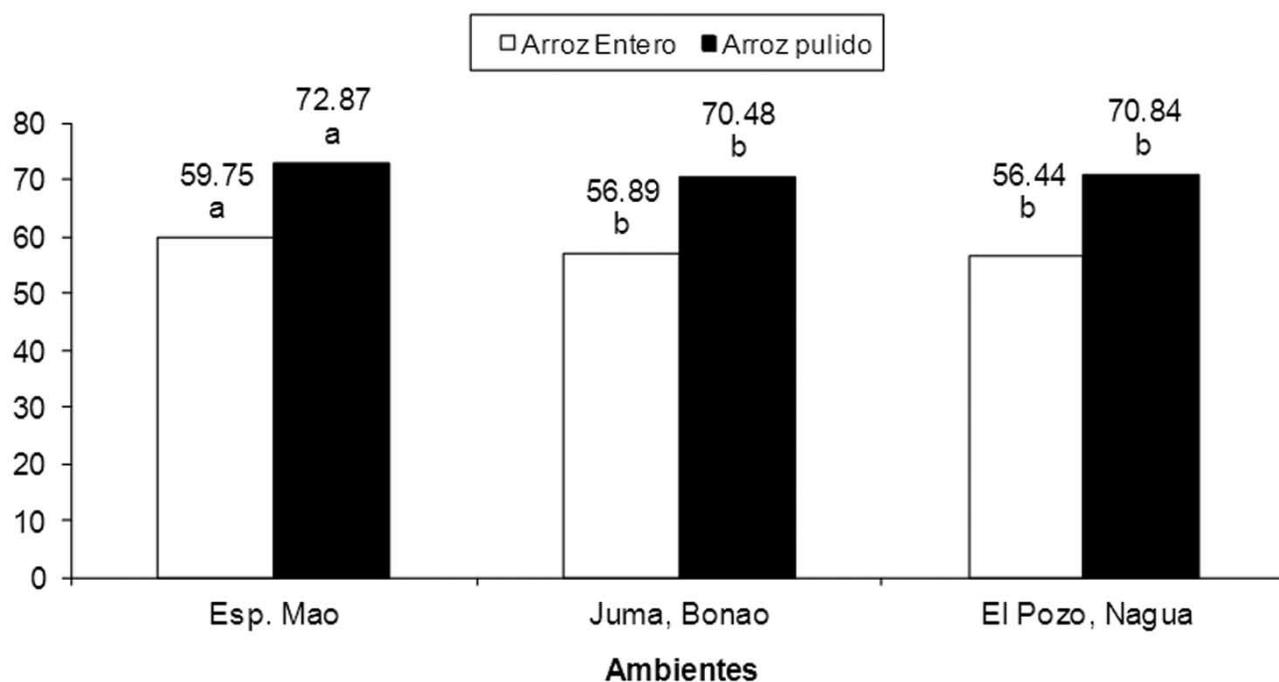


Figura 4. Porcentajes de arroz entero y pulido a través de los ambientes estudiados, Juma, Rep. Dom. 2008.

## CONCLUSIONES

Se encontró interacción entre los genotipos y los ambientes estudiados, con relación al rendimiento en grano y sus componentes.

Las diferencias en los ambientes evaluados afectaron la calidad industrial de los genotipos evaluados.

La línea CT18148-10 fue el genotipo más estable en rendimiento, a través de los ambientes en estudio.

La localidad de Esperanza, Valverde, fue el ambiente más favorable para la selección de genotipos superiores.

## LITERATURA CITADA

- Alfonso, R. 2005. Mejoramiento para Resistencia la Sequía en el Cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz (IIArroz). La Habana, CU.
- Arias, L.; Adames, A.; Flores, D.; Santana, J.; Moquete C. 2001. Prueba regional de líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.). *In* Memoria Anual Programa de Cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 12 p. Santo Domingo, DO.
- Bao, J.; Kong, X.; Xie, J.; Xu, L. 2004. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 54-58.
- Campos, R. 1999. Ensayos regionales de rendimiento de líneas de arroz de ciclo intermedio y tardío. Departamento Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería. *In* XI Congreso Nacional Agronómico. San José, CR.
- Camargo, I.; Quiros, E.; Gordon, M. 2011. Identificación de mega ambientes para potenciar el uso de genotipos superiores de arroz en Panamá. *Pesquisa Agropecuaria* 46:1061-1069.
- Castañón, G. 1994. Estudio de la estabilidad en líneas avanzadas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) usando dos metodologías. *Agronomía Mesoamericana* 5:118-125.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1980. Componentes del rendimiento en arroz, Cali, CO. P. 7.
- Fabián, A.; Pichardo, E. 2008. Caracterización de siete genotipos de arroz con relación al Vaneamiento. Tesis de grado Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO. 182 p.
- Flores, D.; Adames, A.; Colón, J.; Santana, J.; Gómez, A. 2008. Evaluación de genotipos de arroz (*Oryza sativa*, L.) en tres localidades de la República Dominicana. *In* 54 Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. 14 al 18 de Abril. San José, CR. 9 P.
- García, A. 2004. Interacción genotipo-ambiente, estabilidad del rendimiento y algunos de sus componentes de 15 genotipos de Arroz (*Oryza sativa* L.) en tres Localidades. Calabozo, VE.
- Gauch, H. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Science* 46:1488-1500.
- Glaz, B.; Kang, M. 2005. Location contributions determined via GGE biplot analysis of multienvironment sugarcane genotype-performance trials. *Crop Science* 38: 913-918.
- Glaz, B.; Kang, M. 2008. Location contributions determined via GGE biplot analysis of multienvironment sugarcane genotype-performance trials. *Crop Science* 48: 941-950.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 1996. Ensayo regional de 13 líneas de arroz provenientes de la actividad 15 de 1995. *In* Informe Técnico Anual INIAP. Quito, EC. Pp 41-44.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. I.T.P. Latin America. México, MX. 566p.
- Martínez, C. 1997. Situación actual del mejoramiento genético de arroz en América Latina y El Caribe. *In* Memoria de la IX Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe. Cali, CO.
- Lin, C.; Binns, M.; Lefkovich, L. 1986. Stability analysis. Where do we stand? *Crop Science* 26:894-900.
- Lin, C.; Binns, M. 1994. Concepts and methods for analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews* 12: 271-297.
- Pujols, M.; Rosario, J. 2008. Caracterización de siete genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) con relación al Vaneamiento, en La Herradura, Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Tesis de grado, Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO.
- Segovia, G.; Aimara, M. 2004. Interacción genotipo-ambiente, estabilidad del rendimiento y alguno de sus componentes de 15 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en tres localidades. Tesis de grado UCLA. Caracas, VE. 187 p
- Trinidad, M.; Rosario, J. 2008. Evaluación de dos sistemas de siembra y su relación con el Vaneamiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Herradura, Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Tesis de grado Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO. 178 p.
- Turrialba, G.; Acevedo, M.; Castillo, W.; Ramos, A.; Urdaneta L. 2004. Variedades de Arroz en Venezuela. INIA, divulgación 2. Caracas, VE.
- Yan, W.; Tinker, N. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype x environment interaction. *Crop Science* 45:1041-1016.

# Potencial de retoño de tres variedades de arroz en el noroeste de la República Dominicana

Ángel Adames<sup>1</sup>, Dámaso Flores<sup>2</sup>, José Santana<sup>2</sup>, Luís Arias<sup>2</sup>, César Moquete<sup>3</sup> y A Lee<sup>4</sup>

El arroz se cultiva en todas las regiones de la República Dominicana, siendo la región noroeste la de más alta productividad. La región cultiva cerca de 25 mil hectáreas y el sistema de siembra predominante es el retoño o soca. Esta investigación se realizó en Esperanza, Mao, con el objetivo de determinar la variedad (es) con mejor potencial de rendimiento en retoño. Los tratamientos fueron las variedades 'Juma 67', 'Idiaf 1' y 'Prosequisa 4', dispuestas en un diseño de bloques completos al azar, tres tratamientos y cuatro replicas. La unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup> con una área útil de 10 m<sup>2</sup> y una densidad de siembra de 116.5 kg/semilla/ha. Se evaluaron las variables días a floración, panícula/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, fertilidad de espiguillas, peso 1000 granos, rendimiento de arroz paddy y entero. Los datos se analizaron con el paquete estadístico Sanest, utilizando la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ), para comparar las medias. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos en relación al rendimiento en la cosecha principal (flor), en la cosecha de retoño (soca) y en el rendimiento total (cosecha principal + cosecha de retoño). La variedad 'Idiaf 1', con rendimiento de 8672.0 kg.ha<sup>-1</sup> y 'Juma 67' con 8298.7 superaron a la variedad 'Prosequisa 4' (6194.7) en la cosecha principal. En la cosecha de retoño, 'Prosequisa 4' con 4695.0 kg.ha<sup>-1</sup> y 'Juma 67' (4093.7), superaron estadísticamente a la variedad 'Idiaf 1' (3812.5). Las variedades 'Prosequisa 4' y 'Juma 67' mostraron mayor potencial para el sistema de retoño, bajo la modalidad siembra directa al voleo para la región noroeste.

**Palabras clave:** soca, rendimiento de soca

## INTRODUCCIÓN

El arroz es el principal alimento para la mitad de la población mundial. En la República Dominicana, el arroz es el cultivo más importante desde el punto de vista económico, político y social, aporta el 25% de las calorías y el 12% de las proteínas que consumen los dominicanos diariamente. La producción local se realiza bajo dos sistemas de siembra: la doble siembra y la siembra seguida de retoño o soca, Lara y Cruz (1989).

Entre las regiones productoras de arroz del país, en el noroeste se siembra un área estimada de 25,000 ha. El sistema de siembra preferido por los productores es el retoño o soca. Hasta el año 1998, la región noroeste sembraba las variedades 'Juma 57', 'Prosequisa 4', 'ISA 40' y 'Tanioka 10' (SEA 2002), sin embargo, la aparición del síndrome del Vaneamiento de la panícula del arroz provocó la salida de la mayoría de estas variedades, reduciendo considerablemente la base y diversidad genética de los materiales

de siembra en la región. Esta situación pone en riesgo la sostenibilidad del cultivo en la región, ya que, según advierte Cuevas *et al.* (1992), la estrechez de la base genética y la baja diversidad genética son los problemas principales para la sostenibilidad de la producción de arroz en América Latina y el Caribe.

El retoño es la cosecha que se obtiene a partir del rebrote de los tallos de una cosecha previa. Desde la década de 1990, el sistema de retoño se ha incrementado a nivel nacional, debido principalmente a su rentabilidad. Según Polón (2006), una forma económica de aumentar la productividad en el cultivo de arroz es mediante el desarrollo fitotécnico del retoño o soca, después de la cosecha principal.

Las principales limitantes del retoño son las condiciones del terreno después de la cosecha principal, altura de corte de los tallos, la variedad utilizada, la región de siembra y la disponibilidad de mano de obra (Moquete 2010). Entre los

<sup>1</sup> Investigador en arroz. Email: aadames@idiad.org.do, yeisyani@hotmail.com,

<sup>2</sup> Investigadores en arroz. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

<sup>3</sup> Investigador en arroz. Impale Agrícola.

<sup>4</sup> Asesor de la Misión Técnica de Taiwán en la República Dominicana

principales atractivos del retoño se destacan la reducción del costo de producción y la cantidad de agua.

Para Da Silva *et al.* (2008), la soca o retoño es una actividad económicamente viable, ambientalmente sustentable y socialmente justa, para estos autores el retoño incrementa los beneficios del productor, en su estudio reportan una relación costo beneficio de 2.3. En trabajo realizado por Cuevas y Núñez (1981), sobre la eficiencia del retoño en comparación con la doble siembra, encontraron una reducción significativa del costo de producción en retoño.

Uno de los insumos más importante para la producción de arroz es el agua, la reducción en el uso de este insumo es una de las bondades del sistema de retoño. En estudio realizado por Quezada (2002), se encontró una reducción significativa de la cantidad de agua en el sistema de retoño, con relación a la doble siembra.

El genotipo utilizado representa el factor más importante para el retoño. Vergara *et al.* (1988), indican que la habilidad de desarrollo del retoño es una característica varietal y está influenciada por el medio ambiente y por el manejo de prácticas culturales. Estudios realizados por Lara y Cruz (1989), indican que las variedades tienen diferentes habilidades para retoñar. Según Moquete (2010), el ciclo de la variedad y la altura de corte son factores determinantes para una buena cosecha de retoño, recomienda variedades de 130 días en adelante y altura de corte inferior a 10 cm; adicionalmente, concluye que el rendimiento en retoño varía de 50 a 70 % con relación a la cosecha previa. Sin embargo, Polón (2003), obtuvo rendimiento en soca de 78 % con la variedad de ciclo corto 'INCA LP-5', que atribuyó a un mayor índice de área foliar en la soca; en su estudio obtuvo el mejor rendimiento con una altura de corte de 20 cm en la variedad de ciclo medio 'J104', pero para la variedad de ciclo corto 'INCA LP-4', la mejor altura de corte fue 2-4 cm. Polón (2003) encontró, además, diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el número de tallos/m<sup>2</sup> a favor del retoño, respecto a la cosecha principal.

En un trabajo de investigación realizado por Morejón (2004), sobre la altura de corte para la soca, encontró diferencias significativas entre 2

y 4 cm, con el testigo 15 cm, los primeros dos rindieron 77 y 86% más que el testigo. Con relación al rendimiento del retoño, Polanco y Sanzo (1998), reportan que se puede producir hasta el 50 % de la producción de la cosecha principal.

Por otro lado, en investigaciones realizadas en el IRRI (2001), se encontró rendimiento en retoño entre 50-55 %, con relación a la cosecha principal. Sin embargo, un estudio realizado por Chauhan *et al.* (1995), donde evaluaron más de un centenar de informes de investigación sobre el potencial de retoño a nivel mundial, concluyendo que existe una amplia variación del rendimiento entre las variedades de arroz y que los mejores genotipos del estudio promediaron una producción 40% superior con relación a la cosecha principal, pero con una reducción del 40% del ciclo del cultivo. Este estudio se realizó con el objetivo de identificar genotipos con mayor potencial de rendimiento en retoño, para la región noroeste de la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la Estación Experimental Esperanza del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), localizada en Mao, provincia Valverde, República Dominicana, ubicada a 19° 33" N y 71° 14" O. Altitud 78 msnm, pluviometría media anual de 750 mm y temperatura promedio 27.3°C. El suelo es de origen calsimorfo con pH alcalino. Los tratamientos fueron las variedades 'Juma 67', 'Idiaf 1' y 'Prosequisa 4', dispuestas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro replicas. La unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup>, con área útil de 10 m<sup>2</sup> y una densidad de siembra 116.5 kg/semilla/ha. Las variables evaluadas fueron: días a floración, panícula/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, fertilidad de espiguillas (%), peso 1000 granos, (g), rendimiento de arroz paddy (kg.ha<sup>-1</sup> y arroz entero (%). Los datos se analizaron con el paquete estadístico Sanest, utilizando la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ), para comparar las medias. Para la medición de las variables se utilizó el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, 1980.

**Días a floración y panícula por m<sup>2</sup>.** Se contaron los días desde la imbibición de la semilla hasta que el 50 % de las plantas florecieron. En el retoño se contó desde el corte de los tallos hasta el 50 % de floración. Para el conteo las panículas por m<sup>2</sup> se seleccionaron tres sitios de 0.5 m<sup>2</sup> por cada tratamiento en cada repetición, se lanzó al azar una cuadrícula de tubo pvc y se contaron los tallos que quedaron dentro de la misma, se expresó en panícula por m<sup>2</sup>.

**Componentes del rendimiento.** De cada unidad experimental, se tomaron 12 panículas al azar en bolsas de papel, previamente identificadas, se trasladaron al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Arrocería de Juma del IDIAF en Bonao, se desgranaron en forma manual, se contaron los granos utilizando un contador electrónico. Se determinó el total de granos buenos y vanos por panícula, se pesaron, posteriormente, para obtener el porcentaje de fertilidad. Para el peso de 1000 granos, se contaron 1000 semillas de cada tratamiento en cada repetición con un contador electrónico, luego se pesaron en una balanza de precisión y el resultado se expresó en g.

**Rendimiento de arroz paddy.** Cada parcela fue cosechada cuando el arroz alcanzó entre 21 y 24 % de contenido humedad, en un área efectiva de 10 m<sup>2</sup>, dejando un borde de 25 cm. El arroz fue cosechado separadamente, trillado y colocado dentro de sacos de polietileno con capacidad de 22.7 kg. Luego fue secado y venteado, se tomó una muestra de 100 g para determinar la humedad inicial y luego se ajustó a una humedad final al 14 %, posteriormente, fue pesado en una balanza, el resultado se expresó en kg.ha<sup>-1</sup>.

**Arroz entero.** Después de pesado se tomó tres muestras de 500 g de cada unidad experimental, se envió al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Arrocería de Juma, se descascaró,

se pulió, se separaron los granos partidos y enteros con un tamiz y se determinó el % de arroz entero de cada muestra.

**Manejo agronómico del cultivo.** El estudio se estableció bajo riego por inundación. Después de la nivelación del terreno se aplicó un moluscicida a base de fentin acetato de estaño, a razón de 0.5 kg.ha<sup>-1</sup>. La fertilización en la cosecha principal se realizó con la dosis recomendada para la región 140-100-100 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK, fraccionando el N en cuatro aplicaciones; el P y el K se colocaron en la primera aplicación. El control de malezas se realizó manualmente, no se aplicó fungicida ni insecticida y la cosecha y trilla fue manual. En la cosecha de retoño, el corte de los tallos se realizó manualmente, un día después de cosechar la primera siembra, La fertilización se realizó con la dosis 100-50-50 kg de NPK. ha<sup>-1</sup>, fraccionando el en N en tres aplicaciones. El control de maleza y la cosecha se realizaron manualmente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ciclo de Floración

Los genotipos evaluados presentaron diferencias estadísticas con relación al ciclo de vegetativo, tanto en la cosecha principal, como en el retoño. La variedad 'Prosequisa 4' registró mayor ciclo de floración en flor y en retoño que las variedades 'Juma 67' e 'Idiaf 1' con 129 y 90 días a flor, respectivamente. Al comparar el ciclo de floración en la cosecha principal con la de retoño, 'Juma 67' tuvo un reducción de 31 días e 'Idiaf 1' de 30, en tanto que, 'Prosequisa 4' redujo 39 días, Tabla 1. En general, el ciclo de las variedades se reduce entre 29 y 31 % con relación a la cosecha principal. Estos resultados son similares a los encontrados por Chauhan *et al.* (1995).

Tabla 1. Ciclo vegetativo de la cosecha de flor, retoño y total de tres genotipos de arroz, siembra directa, Esperanza, Mao.

Genotipos	Ciclo vegetativo en días		
	Cosecha principal	Retoño	Total
Juma 67	107.7 b	77.0 b	184.7 b
Idiaf 1	107.0 b	77.2 b	184.2 b
Prosequisa 4	128.5 a	89.5 a	218.0 a

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente, Tukey, p = 0.05

## Componentes del rendimiento

En la cosecha principal se encontró diferencias estadísticas entre las variedades estudiadas, con relación a los componentes del rendimiento, sin embargo, en la cosecha de retoño no hubo diferencias. La variedad 'Idiaf 1' con 90.4 % de fertilidad superó a las variedades 'Juma 67' que tuvo 81.5 y 'Prosequisa 4' con 80.7 %, respectivamente. De igual manera 'Idiaf 1' fue superior en el peso de 1000 granos con 30.8 g, contra 27.6 y 26.0 de 'Juma 67' y 'Prosequisa 4', respectivamente, Tabla 2.

Los componentes del rendimiento tuvieron comportamientos diferentes en la cosecha principal y en el retoño. Para la variable número de panículas por m<sup>2</sup> con 411.3, fue estadísticamente superior en la cosecha principal con relación a la cosecha de retoño, que produjo 357.3. Contrario a estos resultados, Polón (2003), encontró mayor número de panícula por m<sup>2</sup> en el retoño que en la cosecha principal en Cuba. El número de espiguillas por panícula en la cosecha principal con 126 fue superior que en retoño (99), sin embargo, en la fertilidad de la panícula y el peso de 1000 granos no se encontró diferencias (Tabla 3). Este trabajo corrobora los hallazgos de Chauhan *et al.* (1995), Polanco y Sanzo (1998) e IRRRI (2001), que coinciden en señalar que el rendimiento se reduce en el retoño con relación a la cosecha principal.

## Rendimiento de arroz paddy

En cuanto al rendimiento, los genotipos evaluados presentaron diferencias estadísticas entre la cosecha principal y el retoño. Las variedades 'Idiaf 1' con 8672.0 y 'Juma 67' con 8298.7 kg.ha<sup>-1</sup>, superaron a la variedad 'Prosequisa 4', que produjo 6194.7 kg.ha<sup>-1</sup> en la cosecha principal; sin embargo, en la cosecha de retoño, 'Prosequisa 4' con rendimiento de 4695.0 kg.ha<sup>-1</sup>, superó a la variedad 'Idiaf 1' que produjo 3812.5 kg.ha<sup>-1</sup> y fue igual estadísticamente a 'Juma 67' que tuvo rendimiento de 4093.7 kg.ha<sup>-1</sup>.

Las diferencias observadas entre los tratamientos pueden atribuirse principalmente a diferencia en el potencial genético. Vergara *et al.* (1988) y Lara y Cruz (1989), indican que los genotipos tienen diferentes potencialidades de rendimiento en retoño. Las variedades 'Idiaf 1' y 'Juma 67' tuvieron un rendimiento en retoño de 44.0 y 49.3 % con relación al rendimiento de la cosecha principal, estos resultados son similares a los reportados por Chauhan *et al.* (1995), Polanco y Sanzo (1998) e IRRRI (2001).

Por otro lado, la variedad 'Prosequisa 4' rindió en retoño 75.8 % con relación a la cosecha principal, resultados que concuerdan con las conclusiones de Moquete (2010) y los resultados encontrados por Polón (2003) con variedades cubanas.

Tabla 2. Comportamiento de los componentes del rendimiento de la cosecha principal (flor) y la cosecha de retoño de tres genotipos de arroz, siembra directa, Esperanza, Mao, enero 2002-diciembre 2003

Genotipos	Componentes del rendimiento			
	no.pan./m <sup>2</sup>	no. de espiguillas/pan.	Fertilidad de la panícula (%)	Peso de 1000 granos (g)
Cosecha principal				
Juma 67	398	131	81.5 b	27.6 b
Idiaf 1	423	122	90.4 a	30.8 a
Prosequisa 4	413	124	80.7 b	26.0 b
Retoño/soca				
Juma 67	349	91	82.2	25.2
Idiaf 1	363	101	83.4	27.0
Prosequisa 4	360	106	83.2	26.5

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente, Tukey, p = 0.05

Tabla 3. Comparación de los componentes del rendimiento en la cosecha principal con el retoño de tres genotipos de arroz, siembra directa, Esperanza, Mao.

Tipo de cosecha	Componentes del rendimiento			
	Panículas por m <sup>2</sup>	No.de espiguillas por panícula	Fertilidad de las espiguillas (%)	Peso de 1000 granos (g)
Cosecha principal	411.3 a	126 a	84.2 a	28.1 a
Cosecha de retoño/soca	357.3 b	99 b	82.9 a	26.2 a

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente, Tukey, p = 0.05

Tabla 4. Rendimiento de la cosecha principal y el retoño en siembra directa de tres genotipos de arroz, Esperanza, Mao.

Tratamientos	Rendimiento en kg.ha <sup>-1</sup>		
	Cosecha principal	Retoño	% del retoño con relación a la flor
Idiaf 1	8672.0 a	3812.5 b	44.0
Juma 67	8298.7 a	4093.7 ab	49.3
Prosequisa 4	6194.7 b	4695.0 a	75.8

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente, Tukey, p = 0.05

### Porcentaje de arroz entero

En este estudio no se encontró diferencias entre los tratamientos en la cosecha principal ni en el retoño con relación al porcentaje de arroz entero. Sin embargo, se encontró diferencias entre las variedades, 'Prosequisa 4' tuvo un rendimiento de arroz entero en la cosecha principal de 59.2 %, el cual fue estadísticamente superior a 53.9 % que obtuvo en el retoño. El rendimiento de arroz

entero en la cosecha principal y el retoño para las variedades 'Juma 67' e 'Idiaf 1' no presentó diferencias estadísticas. En general, los genotipos promediaron 57.0 % de arroz entero en la cosecha principal y 54.2% en retoño. Estos resultados, corroboran los resultados encontrados por Polón *et al.* (2006) y Morejón *et al.* (2004) en investigaciones realizadas en Cuba.

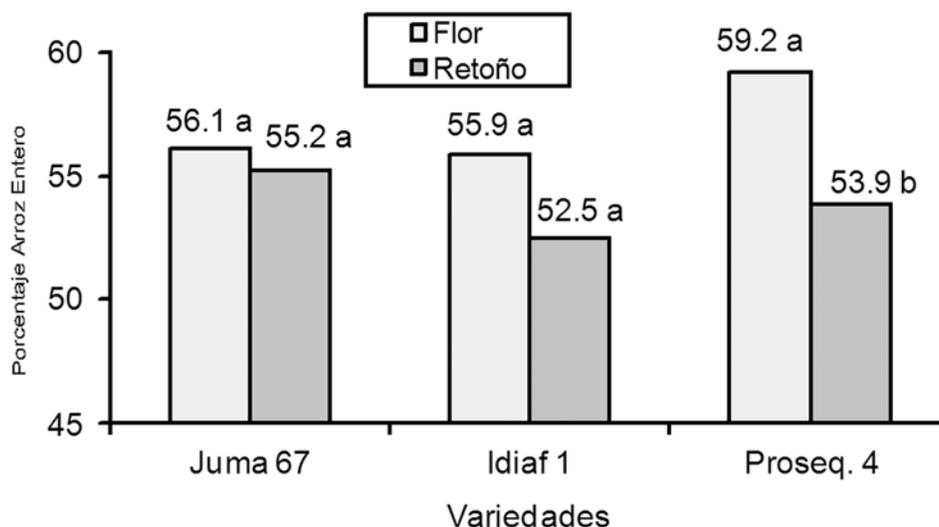


Figura 1. Porcentaje de arroz entero de tres genotipos en flor y retoño, siembra por trasplante. Esperanza, Mao.

## CONCLUSIONES

Las variedades 'Prosequisa 4' y 'Juma 67' presentaron el mejor comportamiento agronómico para el cultivo de retoño en la región noroeste.

Los componentes del rendimiento más afectado en el retoño con relación a la cosecha principal fueron el número de panícula por m<sup>2</sup> y el número de espiguillas por panícula.

La variedad 'Prosequisa 4' fue la variedad más inestable, en cuanto al rendimiento de arroz entero en retoño, en comparación con la cosecha principal.

## LITERATURA CITADA

- Chauhan, J.; Vergara, B.; Lopes, F. 1985. Rice ratoon crop root systems. *International Rice Research Newsletter* 10:24-25.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO) 1980. Manual de evaluación estándar para arroz. Cali, CO. 7 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO).1990. Componentes del rendimiento en arroz, Cali, CO. 7 p.
- Cuevas, F.; Núñez, A. 1981. Costo de producción y eficiencia del retoño de arroz en la República Dominicana. CIAT. Cali, CO. 14 p.
- Cuevas, F.; Guimaraes, E.; Martínez, C. 1992. Arroz en América Latina: mejoramiento, manejo y comercialización. Estado actual del fitomejoramiento de arroz en América Latina y el Caribe. CIAT. Cali, CO. 196 p.
- Da Silva, O.; Lanna, A.; Wander, A.; Freitas, J.; Dos Santos, A. 2008. Impacto socioeconómico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins. *REDES* 13: 28-48.
- IRRI (International Rice Research Institute, PH). 2001. In Annual Report, Los Baños, Lagunas, PH. Pp.136-138.
- Lara, R.; Cruz, R. 1989. Diferentes tiempo de corte para retoño del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en las variedades Juma 57, Juma 61, Juma 62 y Mingolo. Trabajo de grado ingeniero agrónomo Universidad Mundial. Moca, DO. 205 p.
- Moquete, C. 2010. Guía técnica del cultivo de arroz: Serie Cultivos, no. 37. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Santo Domingo, DO. 166 p.
- Morejón, R.; Rolón, R.; Díaz, S. 2004. La soca, una vía para el incremento del rendimiento y la calidad del grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales* 25: 62-63.
- Polanco, R.; Sanzo, R. 1998. Ensayo de la cosecha de retoño de arroz en Cuba. *Arroz en las Américas* 17:17.
- Polón, R.; Castro, R.; Prez, N.; Morejón, R.; Ramírez M.A.; Miranda, A.; Rodríguez, A. 2006. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio. *Cultivos Tropicales* 27: 53-55.
- Polón, R.; Castro, R.; Prez, N.; Morejón, R.; Ramírez M.A.; Miranda, A.; Rodríguez, A. 2003. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales* 24: 55-57.
- Quezada, P. 2002. Evaluación de Laminas e intervalos de riego en líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.). *In Memoria Anual Programa de Cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)*. 12 p.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2002. Dirección Regional Agropecuaria Noroeste. *In Memoria Anual 2002*. Mao, DO. 5 P.
- Suárez, E.; Deus, J.; Pérez, R.; Alfonso, R.; Duany, A.; Ávila, J.; Castillo, D.; Hernández, A. 2002. Mejoramiento genético de la calidad del grano de arroz en Cuba: Impacto de la inducción de mutantes, La Habana, CU. 222 p.
- Vergara, B.; Lopes, F.; Chaun, J. 1988. Morphology and physiology of ratoon rice. Rice ratooning *In: International Rice Research Institute (IRRI)*. Los Baños, Lagunas, PH. Pp 31-40.

# Resistencia de *Parthenium hysterophorus* L. al glifosato: un nuevo biotipo resistente a herbicida en Colombia

Jesús Rosario<sup>1</sup>, Cilia Fuentes<sup>2</sup> y Rafael De Prado<sup>3</sup>

*Parthenium hysterophorus* L. es una maleza anual de América Tropical, invasiva y de difícil control en diversos cultivos. En huertos frutales de Colombia, ha sido controlada durante más de 15 años con el herbicida glifosato, reportándose ineficacia en el control y sospecha de resistencia desde el año 2004. La resistencia a herbicidas es un fenómeno biológico natural heredable, cuya detección oportuna provee información útil para el manejo de malezas en la producción agrícola. Con el propósito de conocer la respuesta a glifosato y confirmar la resistencia de *P. hysterophorus*, se utilizaron semillas de los biotipos “La Rioja” considerada resistente y “La Isla” sensible. Se obtuvieron plántulas con seis hojas y fue realizado un experimento en condiciones de invernadero. Se evaluaron las dosis 0.0, 0.09, 0.72, 1.44, 2.16, 4.32, 6.48 y 8.64 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato (equivalente ácido= e.a.). Se utilizó un arreglo factorial de un diseño completamente al azar y cuatro repeticiones por tratamiento. Fue evaluado el peso fresco (PF) de la parte aérea y los datos se sometieron a análisis de regresión no lineal log-logistic con SAS<sup>TM</sup>. Fueron estimadas las dosis de glifosato efectiva para disminuir al 50% el peso fresco de las plantas tratadas (ED<sub>50</sub>) y se calculó el factor de resistencia (ED<sub>50</sub> R/ED<sub>50</sub> S). El biotipo La Rioja necesitó dosis 3.8 veces mayor que La Isla, para reducir en 50% el PF. De acuerdo a los resultados de este estudio, se confirma, por primera vez, la evolución de resistencia a glifosato en *P. hysterophorus* L.

**Palabras clave:** Escoba amarga, quinino, dosis-respuesta, ED<sub>50</sub>.

## INTRODUCCIÓN

La resistencia a herbicidas es un fenómeno evolutivo que permite al biotipo de maleza resistente ser expuesto a la dosis normal de un herbicida sin sufrir alteraciones en el crecimiento y desarrollo (García y Fernández-Quintanilla 1989, LeBaron y Gressel 1982). Este fenómeno biológico es favorecido por la aplicación intensiva de herbicidas con el mismo ingrediente activo o con igual sitio de acción (Tharayil-Santhakumar 2004, Preston 1999).

A nivel mundial, de 400 biotipos de malezas resistentes a herbicidas en 217 especies (129 dicotiledoneas y 88 monocotiledoneas), 24 especies con 168 biotipos resistentes a glifosato (N-fosfonometil glicina), en los Estados Unidos de América se reportan 100, en México 1, en Canadá 3, en Brasil 6, en Argentina 8, en Chile 4, en Colombia 3 y en Paraguay 1, Heap (2013).

El Glifosato (N-fosfonometil glicina) es un herbicida post emergente, no selectivo, altamente

sistémico y de amplio uso para el control de malezas en el mundo. No es bien metabolizado en las plantas (Monquero 2003) y de acción lenta, con síntomas fitotóxicos visibles en planta sensible 10 a 20 días posterior a la aplicación (Singh y Shaner 1998). Inhibe la ruta del shiquimato, uniéndose a la enolpiruvil shiquimato fosfato sintasa (EPSP), que cataliza las reacciones de síntesis de aminoácidos aromáticos que intervienen en la formación de proteínas esenciales en la planta (Hartzler 2003).

Después del lanzamiento comercial de glifosato en el año 1974, la probabilidad de evolución de resistencia a este ingrediente activo fue considerada muy baja, debido al metabolismo, modo de acción, estructura química y a la ausencia de residualidad en el suelo (Bradshaw *et al.* 1997). Sin embargo, en el año 2002 se reportan resistencias de *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Lolium rigidum* (Gaud) y *Conyza canadensis* (L.) Cron-

<sup>1</sup> Investigador en malezas. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia.

<sup>3</sup> Universidad de Córdoba, España.

quist en Malasia, Australia y Estados Unidos de América, respectivamente (Lorraine-Cowill *et al.* 2003).

La respuesta de resistencia a glifosato es un fenómeno biológico, científicamente reportado en varias especies de malas hierbas. En *Lolium rigidum*, el biotipo 118a seleccionado con dosis bajas resultó 9 a 10 veces más resistente a glifosato que los biotipos susceptibles  $S_{92}$  y  $S_{14}$  (Pratley *et al.* 1999). En *Lolium multiflorum* Lam, también, se encontró que las poblaciones San Bernardo y Olivares fueron dos y cuatro veces más resistentes a glifosato que la población Tama, susceptible, observándose que el peso fresco disminuyó con el incremento de la dosis (Pérez y Kogan 2002).

*P. hysterothorus* L. (marihuana macho, escoba amarga o quinino) es originaria de América Tropical. Es una mala hierba invasiva, nociva y de difícil control, prolifera en praderas, huertos de frutales y diversos cultivos en países tropicales (Kholi y Rani 1994, Kissmann y Groth 1992, Labrada 1990, Mahadevappa y Kumar 2001).

En Colombia, *P. Hysterothorus* fue introducida para forraje en el año 1956. Para el año 1976, invadía importantes zonas agrícolas y áreas no cultivadas en el Valle del Cauca, así como fincas cafeteras ubicadas en el municipio de El Darien (Cayón y De La Cruz 1980). En la Unión, Valle del Cauca, compete en huertos frutales, en los cuales ha sido controlada con glifosato por más de quince años. Para el año 2004, fueron reportadas deficiencias de control, sospechándose evolución de resistencia.

La detección de resistencia a glifosato en poblaciones de *P. hysterothorus* y el desarrollo de investigaciones de verificación de la eficacia de este herbicida en campo, puede proveer información técnica útil para reorientar y mejorar el manejo de esta especie, así como para ejecutar actividades de transferencia de tecnología que hagan más sostenible el manejo de maleza y la producción de frutales en las zonas de estudio. Esta investigación tuvo como objetivo confirmar la sospecha de resistencia a la aplicación de glifosato en *P. hysterothorus* L.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación fue realizada en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, con dos biotipos de *Partenium hysterothorus*, L., “La Rioja” (con sospecha de ser resistente) y “La Isla” (sensible o normal). Las semillas fueron germinadas en bandejas de 5.1 litros con turba y arena 3:1, y se trasplantaron cuatro plántulas por maceta de 0.924 litro, manteniéndolas en invernadero a 24.0/18.0°C día/noche, con luz solar suplementada ( $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y humedad relativa de 65 a 70%.

Las plantas fueron tratadas en estado de 6 hojas con Round-up 48 SL (sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina) a las dosis 0.0; 0.09; 0.72; 1.44; 2.16; 4.32; 6.48 y 8.64  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (i.a.), en una cámara experimental equipada con boquilla XR Teejet 8001VS, y calibrada a 230 l  $\text{ha}^{-1}$ . Se utilizó un arreglo factorial y distribución de tratamientos completamente al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluó el peso fresco expresado en gramos, a partir de plantas cortadas a nivel de su base; los datos se expresaron en porcentaje respecto al testigo y se calcularon las  $ED_{50}$  y el factor de resistencia, obtenido al relacionar la  $ED_{50}$  del biotipo La Rioja con la del biotipo La Isla ( $ED_{50} R/ED_{50} S$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En invernadero, para el porcentaje de peso fresco se observaron diferencias estadísticas significativas entre los biotipos “La Isla” sensible (S) y “La Rioja” resistente (R) a diferentes dosis de glifosato, Figura 1. Los valores calculados de las  $ED_{50}$  fueron 0.05  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (e.a.) y 0.19  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (e.a.) para S y R, respectivamente. El biotipo R necesitó una dosis 3.8 veces mayor que el S, para reducir el peso fresco al 50%. Pratley *et al.* (1999), trabajando con biotipos seleccionados de *Lolium rigidum* encontraron niveles de resistencia a glifosato mayores a los encontrados en esta investigación.

El biotipo La Isla sufre mayor inhibición en la producción de materia fresca y su curva empieza a estabilizarse a dosis más pequeñas que La Rioja, Figura 1. Resultados similares son publicados

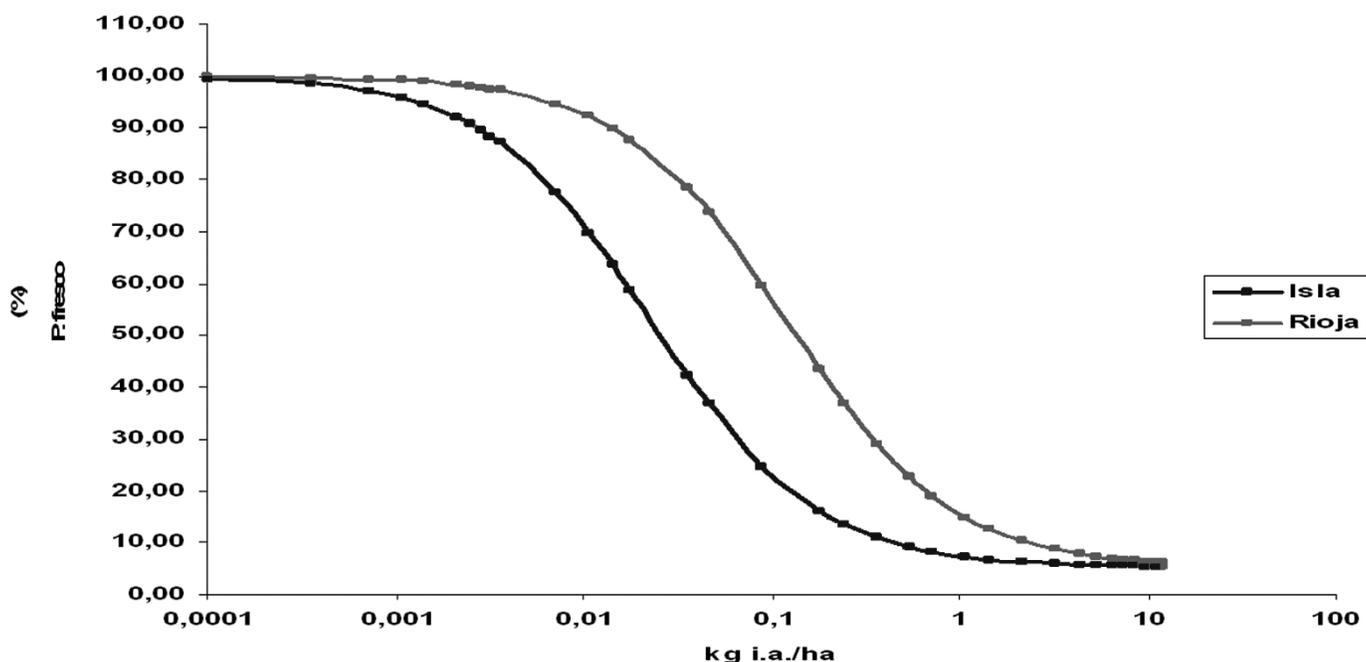


Figura 1. Efecto de dosis crecientes de glifosato en el porcentaje de peso fresco de los biotipos “La Isla” y “La Rioja” de *P. hysterophorus*.

$$Ry = 12.1 + \frac{(100-12.1)}{1+(x/0.19)^{0.83}}; ED_{50} = 0.19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ e.a. de glifosato (Li:0.13 y Ls:0.24)}$$

$$Sy = 8.4 + \frac{(100-8.4)}{1+(x/0.054)^{0.97}}; ED_{50} = 0.054 \text{ kg ha}^{-1} \text{ e.a. de glifosato (Li:0.0298 y Ls:0.08)}$$

por Pérez y Kogan (2002), quienes encontraron que las poblaciones San Bernardo (R) y Olivares (R) de *Lolium multiflorum*, necesitaron dosis 2 a 4 veces mayores que la Tama (S), respectivamente, para reducir el peso fresco en 50%, observando que el peso disminuye con el incremento de la dosis de glifosato.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos el biotipo La Rioja de *P. hysterophorus* ha desarrollado resistencia al glifosato, diagnosticándose y confirmando por primera vez un caso de resistencia a glifosato en *P. hysterophorus*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia, a Empresas Grajales, S.A., y a Monsanto de Colombia, el apoyo recibido para la realización del presente estudio.

## LITERATURA CITADA

- Bradshaw, L.; Padgett, S.; Kimball, L.; Wells, B. 1997. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technology* 11: 189-198.
- Cayón, G.; De La Cruz, R. 1980. La Invasora (*Parthenium hysterophorus*, L.) y su control. *Revista Comalfi* 3:49-65.
- García, L.; Fernández-Quintanilla, C. 1989. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. MAPA. Servicio de Extensión Agraria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES. 348 p.
- Hartzler, B. 2003. Glyphosate Resistance Updates. ISU weed Science Glyphosate resistance in Australia. Iowa State University. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.weeds.iastate.edu/>.
- Heap, I. 2013. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. (En línea). Revisado el 10 de abril del 2013. Disponible en: [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
- Kissmann, K.; Groth, D. 1992. Plantas Infestantes e Nocivas. Tomo II, 1 ed. BASF Brasileira S.A. Sao Paulo, BR.
- Khali, R.; Rani, D. 1994. *Parthenium hysterophorus*- A review. *Research Bulletin of the Panjab University*. Volume 44, parts I-IV Science. Chandigarh, IN.
- Labrada, R. 1990. *Parthenium hysterophorus* L. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: [http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium\\_a&w22.htm](http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium_a&w22.htm)
- LeBaron, H.; Gressel, J. 1982. Herbicide Resistance in Plants. Homer M. Lebaron and Jonathan Gressel (eds.). Wiley Interscience publication. John Wiley & sons, Inc. 432 p.

- Lorraine-Colwill, D.; Powles, S.; Hawkes, T.; Hollinshead, P.; Warner, S.; Preston, C. 2003. Investigating into the mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 74:62-72.
- Mahadevappa, M.; Das, T.; Kumar, A. 2001. *Parthenium*: A Curse for Natural Herbs. At National Research Seminar on Herbal Conservation, Cultivation, Marketing and Utilization with special emphasis on Chhattisgarh, "The Herbal State". Srishti Herbal Academy and Research Institute & Chhattisgarh State Minor Forest Produce Trading & Dev. Co-op. Fed. Ltd. Raipur India. 13-14 December, 2001. (En línea). Revisado el 23 de septiembre del 2013. Disponible en: [http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium\\_a&w11.htm](http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium_a&w11.htm)
- Monquero, P. 2003. Dinamica populacional e mecanismos de tolerancia de especies de plantas danhinas ao herbicida Glyphosate. Tese de Doutor em Agronomia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de Sao Paulo. Piracicaba, BR.
- Pérez, A.; Kogan, M. 2003. Glyphosate resistant *Lolium multiflorum* in Chilean Orchards. *Weed Research* 43:12-19.
- Pratley, J.; Urwin, N.; Stanton, R.; Baines, P.; Broster, J.; Cullis, K.; Schater, D.; Bohn, J.; Krueger, R. 1999. Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*. *Bioevaluation. Weed Science* 47:405-411.
- Preston, C. 1999. Glyphosate Resistance in Weed Species. "A good weed" Newsletters. Weed Society of New South Wales Inc ISSN 1325-3689. (En línea). Revisado el 23 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://nb.au.com/nswweedsoc/August99/glyphosate.htm>
- Singh, B.; Shaner, D. 1998. Rapid determination of glyphosate injury to plants and identification of glyphosate resistant plants. *Weed Technology* 12:527-530.
- Tharayil-Santhakumar, N. 2004. Mechanism of Herbicides Resistance in Weeds. Plant & Soil Sciences University of Massachusetts Amherst, MA. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.weedscience.com>

# Resistencia a glifosato en biotipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. recolectados en Brasil

Henrique Plácido<sup>1</sup>, Fidel González-Torralva<sup>2</sup>, Arthur Martins<sup>3</sup>, Alfredo Paiola<sup>3</sup>, Julio Menéndez<sup>4</sup> y Rafael De Prado<sup>2</sup>

El herbicida glifosato es ampliamente utilizado en el control de malas hierbas, debido a su eficiencia y bajo costo. Sin embargo, su utilización indiscriminada está aumentando la presión de selección de factores naturales y heredables en plantas, generando así biotipos resistentes. Con el objetivo de caracterizar el nivel de resistencia a glifosato en la especie *Chloris polydactyla* (L.) SW., se realizaron ensayos dosis-respuesta *in vivo* utilizando un biotipo sensible (S) colectado en Palotina-PR y otro resistente (R) colectado en Matão-SP, en cultivo de soja y en huerto de cítricos, respectivamente, con un amplio historial en el uso de glifosato. Los resultados obtenidos en el ensayo dosis-respuesta generaron factores de resistencia [FR = ED<sub>50</sub> (R)/ED<sub>50</sub> (S)] de 2.39 para plantas en menor estadio vegetativo y 2.12 en plantas con mayor estadio vegetativo. Estos resultados confirmaron la resistencia a glifosato de la especie *C. polydactyla* colectada en el huerto de cítricos, en el que se observó la influencia del estadio vegetativo.

**Palabras clave:** dosis-respuesta, ED<sub>50</sub>, FR, glifosato.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos de la agricultura han permitido aumentar la productividad, sin embargo, se entiende que estos aumentos en productividad podrían ser superiores en los cultivos. Hay factores como la interferencia competitiva de malas hierbas que contribuyen a disminuir la productividad (Teixeira *et al.* 2000). Se reportan pérdidas de un 20 hasta un 30% de pérdidas debida, principalmente, a la competencia directa por nutrientes minerales, luz, agua y/o espacio (Pitelli 1987).

Para disminuir los efectos de interferencia de malezas, el método más eficaz es el uso de herbicidas, existiendo actualmente un registro de aproximadamente 200 ingredientes activos, con varios mecanismos de acción, siendo el más utilizado el herbicida glifosato, debido a su bajo costo y alta eficacia (Preston y Wakelin 2008).

El mecanismo de acción de este herbicida consiste en la inhibición de la síntesis de aminoácidos aromáticos, principalmente fenilalanina, tirosina

y triptófano, los cuales son compuestos que intervienen en la formación de proteínas. Específicamente, el glifosato ejerce su acción inhibiendo la enzima 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato sintasa (EPSPS) que es la enzima clave dentro de la ruta del ácido shiquímico. Esta enzima cataliza la reacción entre shiquimato 3-fosfato (S3P) y fosfoenolpiruvato (PEP) para formar 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato y fósforo inorgánico (Pi) (Jaworski 1972, Steinruecken y Amrhein 1980, Geiger y Fuchs 2002).

El manejo indiscriminado del glifosato, utilizado en sucesivas aplicaciones en el mismo cultivo, genera una alta presión de selección que origina biotipos resistentes por una capacidad natural heredable (WSSA 1998). En Brasil, hay 22 especies registradas como resistentes a herbicidas, entre éstas 5 son resistentes a glifosato (Heap 2013).

Se han detectado casos de dificultad en el control de la especie *Chloris polydactyla* (L.) Sw., que es favorecida por la creciente diseminación

<sup>1</sup>UFPR- Palotina, BR. placido.agronomia@gmail.com.

<sup>2</sup>Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba, Córdoba, ES.

<sup>3</sup>Produção Vegetal, Esalq, USP. BR.

<sup>4</sup>Universidad de Huelva, Huelva, ES.

de la misma. La planta *C. polydactyla*, también conocida como "Capim-Branco", es nativa del continente americano con una amplia distribución geográfica, que se extiende desde América del Norte hasta Argentina. Posee ciclo fotosintético del tipo C-4 y puede propagarse por semillas y/o rizomas (Kissmann 1997). En Brasil, es encontrada principalmente en los márgenes de las carreteras, huertos y pastizales, con aumento de su presencia en cultivos perennes, llegando hasta áreas en Paraná (Lorenzi 2000). Brighenti *et al.* (2007) observó la necesidad de usar una dosis doble para controlar plantas en estadios vegetativos más avanzados.

Entendiendo la importancia que tiene esta especie, este estudio tiene como objetivo determinar los niveles de resistencia al herbicida glifosato en dos biotipos de *C. polydactyla* proveniente de las ciudades Palotina y Matão, en Brasil, mediante ensayos dosis-repuesta *in vivo* considerando la influencia del estadio vegetativo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de *C. polydactyla* resistente y sensible a glifosato fueron recolectadas en Palotina (PR) y Matão (SP), en cultivos de soja y huerto de cítricos, teniendo en este último sospecha de resistencia. Para las evaluaciones, las semillas de ambos biotipos fueron sembradas en pequeñas bandejas con turba de plantación y mantenidas en condiciones controladas. Las plántulas fueron trasplantadas a macetas individuales y colocadas en condiciones controladas a 28/18 °C (día/noche) con 16 h de fotoperiodo y 80% de humedad relativa.

Los tratamientos con glifosato se realizaron cuando las plantas alcanzaron en dos estadios vegetativos 3-4 hojas y 5-7 hojas, respectivamente, en la máquina de tratamientos de laboratorio equipada con boquillas de abanico plano (Tee Jet 8002) a una presión de salida de 200 KPa. Las dosis utilizadas abarcaron desde 0 hasta 1400 g ae ha<sup>-1</sup> con un volumen de aplicación de 200 L ha<sup>-1</sup>.

La dosis de herbicida que reduce el crecimiento de la planta en un 50% (ED<sub>50</sub>) se determinó

para cada especie de acuerdo a Menendez *et al.* (2006). Los datos fueron evaluados y ajustados a un modelo de regresión no lineal:

$$Y = c + \{(d - c)/[1 + (x/g)^b]\}$$

Donde Y es el peso fresco expresado como porcentaje respecto a las plantas no tratadas, c y d son coeficientes que pertenecen a las asíntotas inferior y superior, respectivamente, b representa la pendiente de la curva, g la dosis de herbicida en el punto de inflexión medio entre las asíntotas superior e inferior representando la ED<sub>50</sub> y x (variable independiente) es la dosis del herbicida. El análisis de regresión se realizó con el programa SigmaPlot 10.0, Ruiz y Santaella *et al.* (2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se obtuvo una reducción de la biomasa en el biotipo sensible con una dosis mucho más baja que en el biotipo resistente, en orden de 2.39 (FR), obtenido a partir de los valores de ED<sub>50</sub>(R) = 399.2 g ae ha<sup>-1</sup> y ED<sub>50</sub>(S) = 166.9 g ae ha<sup>-1</sup> (Figura 1)

La influencia del estadio vegetativo en la resistencia también fue observada, ya que en plantas en mayor estado vegetativo se obtuvo valores de ED<sub>50</sub> de 493.1 y 231.8 g ae ha<sup>-1</sup>, para biotipo resistente y biotipo sensible, respectivamente, (Figura 2). Sin embargo, la diferencia entre ambos biotipos fue menor, bajando el FR a 2.12; de acuerdo con lo observado por Brighenti *et al.*, (2007), en el que una mayor tolerancia natural ocurre a mayor estadio vegetativo.

## CONCLUSIONES

El uso indiscriminado del herbicida glifosato ha producido biotipos resistentes en campos de cítricos. Los resultados obtenidos en este trabajo confirman la resistencia de *C. polydactyla* a molécula de glifosato. Como se ha observado, el estadio vegetativo es un factor a tener en cuenta a la hora de controlar esta especie. Una temprana reacción por parte del agricultor facilitaría el control de esta especie en los cultivos, e incluso de los biotipos susceptibles, que como fue observado, un aumento en el estadio requiere dosis mayores de herbicida.

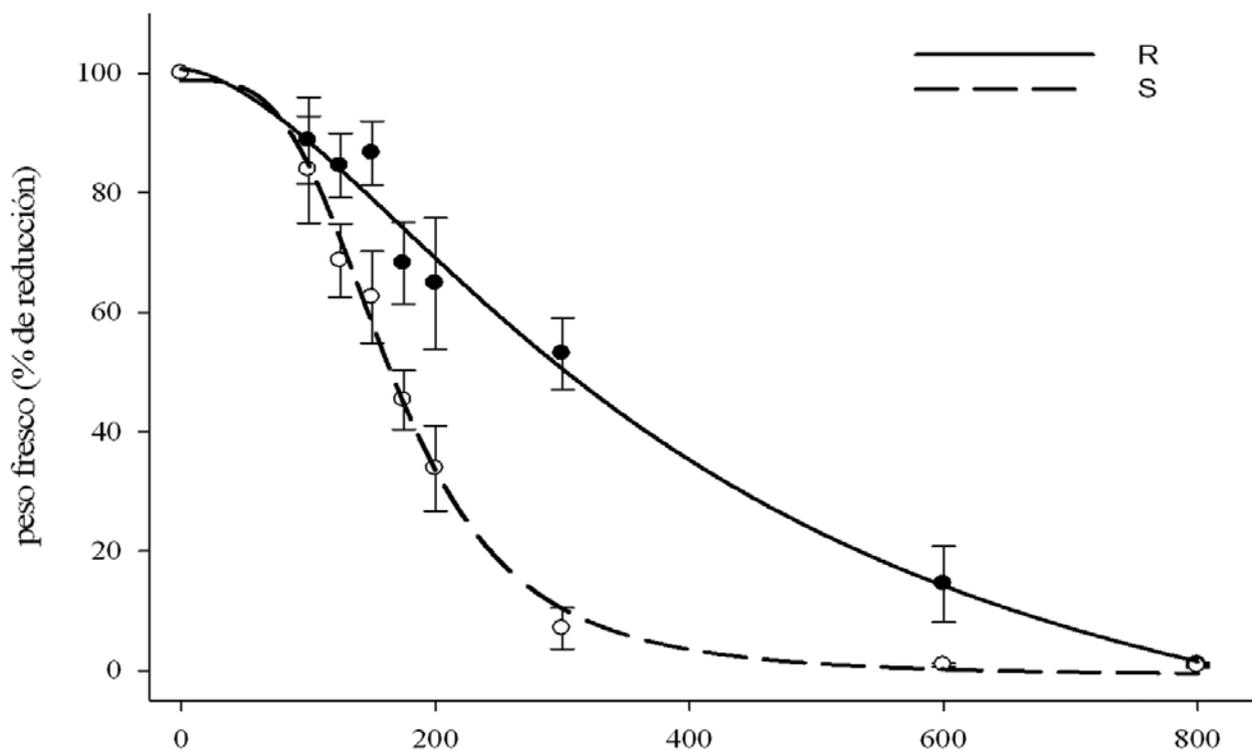


Figura 1. Curva dosis-repuesta primer estadio vegetativo.

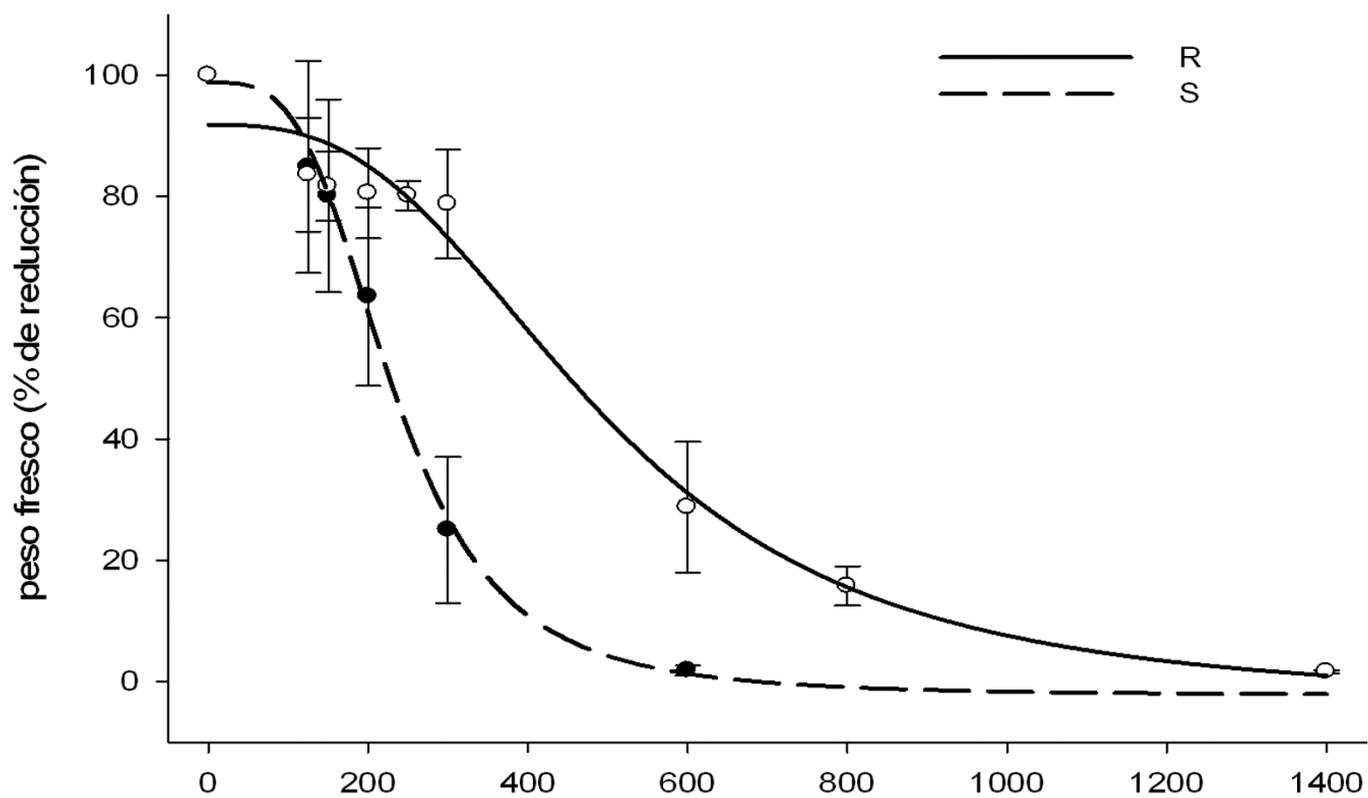


Figura 2. Curva dosis-repuestas segundo estadio vegetativo.

## LITERATURA CITADA

- Brighenti, A. 2007. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: Emergence, seed production, and its management in Brazil. *Weed Biology and Management* 7: 84-88.
- Heap, I. 2013. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. (En línea). Revisado el 30 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.weedscience.org>.
- Jaworski, E. 1972. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 20: 1195-1198.
- Kissmann, K. 1997. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. BASF. São Paulo, BR. 825 p.
- Lorenzi, H. 2000. Manual de identificação de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum. 339 p.
- Menendez, J.; Bastida, F.; De Prado, R. 2006. Resistance to chlortoluron in a downy brome (*Bromus tectorum*) biotype. *Weed Science* 54: 237-245.
- Pitelli, R. 1987. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técn. IPEF* 4: 1-24.
- Preston, C.; Wakelin, A. 2008. Resistance to glyphosate from altered herbicide translocation patterns. *Pest Management Science* 64: 372-376.
- Ruiz & Santaella, J.; Heredia, A.; De Prado, R. 2006. Basis of selectivity of cyhalofop-butyl in *Oryza sativa* L. *Planta* 223: 191-199.
- Teixeira, I. 2000. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência Agrotecnologia* 24: 399-408.
- WSSA (Weed Science Society of America, US). 1998. Technology Notes. *Weed Technology* 2: 789-790.

# Evaluación y selección de once gramíneas forrajeras en la provincia de La Vega

Daniel Valerio<sup>1</sup>, Yokasta Soto<sup>1</sup> y Freddy Matos<sup>2</sup>

Las condiciones agroecológicas y el manejo inadecuado de las especies forrajeras afectan negativamente la persistencia de las pasturas, resultando en baja disponibilidad de forraje, reduciendo la productividad y la viabilidad de las explotaciones. Con la finalidad de evaluar y seleccionar gramíneas forrajeras adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona de La Vega, se realizó una investigación en la Estación Experimental La Vega del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y once tratamientos (gramíneas). Las gramíneas evaluadas fueron la *Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick, *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandú, *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Cruza 1, *Digitaria decumbens* Stent cv. Transval, *Digitaria pentzii* Stent, *Digitaria swazilandensis* Stent, *Digitaria valida* Stent, *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania y *Pennisetum purpureum* Schumach cv. Enano. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca, altura de planta, cobertura y contenido de proteína cruda. Los resultados muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las gramíneas evaluadas de acuerdo a su hábito de crecimiento; observándose respuestas superiores para las gramíneas *Pennisetum*, *B. decumbens*, *B. humidicola*, *D. pentzii* y *D. swazilandensis*, respecto a las variables rendimiento, altura, cobertura y contenido de proteína cruda. Se concluye que dentro de las gramíneas evaluadas, el *Pennisetum* enano mostró mayor adaptación bajo las condiciones de suelo y clima de la zona. Existen otras especies alternativas como la *B. humidicola*, *B. decumbens*, *D. pentzii* y *D. swazilandensis*, las cuales presentan buen comportamiento.

**Palabras clave:** pasturas tropicales, rendimiento, adaptación.

## INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana se tienen 2.6 millones de hectáreas bajo explotación agropecuaria, de las cuales el 45%, 1.2 millones, se dedica a la producción de pastos y forrajes. De esta superficie 589,672 hectáreas corresponden a pastos cultivados y 482,460 ha a pastos naturales y un 65% se encuentra en proceso de degradación, Soto (2003).

Debido a las condiciones agroecológicas y al manejo inadecuado por parte de los productores, las especies forrajeras han presentado problemas de persistencia, resultando esto en baja disponibilidad de recursos fibrosos y afectando la productividad y economía de los productores (León 1994).

Según Oquendo (2002), la importancia de la selección de especies forrajeras se basa princi-

palmente, en que una misma especie de pasto difiere considerablemente en su producción de biomasa, según sea establecido en un agroecosistema u otro, lo que tiene un valor práctico significativo.

La selección inadecuada de los pastos y forrajes puede conducir a prolongar su tiempo de establecimiento, obtener menor disponibilidad de forraje por área y favorece el ataque de plagas y enfermedades, acelerando el deterioro de las pasturas. En ese sentido Torres *et al.* (1994), Sanabria *et al.* (1995), Hernández (1998), Pérez-Silva *et al.* (1999), Enríquez y Romero (2002) y Frías *et al.* (2005) estudiaron la adaptación y persistencia de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales, evaluando aspectos agronómicos de manejo y productivos.

<sup>1</sup> Investigadores en producción animal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Calle Rafael Augusto Sánchez #89, Ensanche Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. [dvalerio@idiaf.gov.do](mailto:dvalerio@idiaf.gov.do)

<sup>2</sup> Investigadores en producción animal del Plan Sierra.

El objetivo de esta investigación fue evaluar y seleccionar las gramíneas forrajeras que presenten mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona de la Vega.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en los terrenos de la Estación Experimental La Vega del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Esta zona se encuentra ubicada geográficamente a una latitud de 18° 1' 54", longitud de 71° 44' 44" y altitud de 60 msnm. Se caracteriza por una precipitación promedio anual de 1,420 mm, humedad relativa de 74% y temperatura media anual de 26.2 °C.

En la Tabla 1, se muestran los datos del análisis de suelo realizado en el área experimental.

Tabla 1. Análisis de suelo del área experimental

Características físico-química	Valores Obtenidos <sup>1</sup>
pH	6.90
MO %	3.73
Ca me/100g	1.64
P ppm	62.45
Arcilla %	28.54
Limo %	13.15
Arena %	58.32

<sup>1</sup>Laboratorio de suelos, Estación Experimental Mata Larga, IDIAF.

Para este estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y once tratamientos constituidos por las gramíneas en estudio, de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández (1998). Las gramíneas evaluadas fueron la San Ramón (*Brachiaria decumbens* Stapf), Humidicola (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick), Sinai (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandú), Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), Bermuda (*Cynodon dac-*

*tylon* (L.) Pers. cv. *Cruza 1*), Transvala (*Digitaria decumbens* Stent cv. *Transval*), Pentzii (*Digitaria pentzii* Stent), Swazi (*Digitaria swazilandensis* Stent), Valida (*Digitaria valida* Stent), Guinea (*Panicum maximum* Jacq. cv. *Tanzania*) y Merker (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. *Enano*). El establecimiento de estas gramíneas se realizó con material vegetativo, sembrado en hileras a una distancia de 0.50 metro, con un tamaño de la parcela experimental de 16 m<sup>2</sup>. Las fases de establecimiento y experimental se manejaron en seco, sin aplicación de fertilizante y las evaluaciones se realizaron cada 35 días. Se realizaron observaciones periódicas para identificar incidencia de plagas y enfermedades.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca (MS) en kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, altura de planta (cm), cobertura (%) y contenido de proteína cruda (%). Las variables rendimiento, altura y cobertura fueron determinadas de acuerdo a la metodología propuesta por el CIAT (1981) y Álvarez y Bolaños (2002). El contenido de proteína se determinó en un laboratorio de bromatología mediante el método Kjeldahl.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SAS, con el cual se realizó un análisis de varianza y una prueba de contrastes ortogonales para comparación entre grupos de tratamientos. Para la prueba de contrastes, independientemente de la variable evaluada, se compararon las gramíneas de acuerdo a su hábito de crecimiento, dentro de un mismo hábito de crecimiento y por género. En base a estos criterios se clasificaron las gramíneas evaluadas en erectas y decumbentes. Dentro del grupo de las erectas se encuentran el Sinai (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), San Ramón (*Brachiaria decumbens*), Guinea (*Panicum maximum* cv. Tanzania) y Merker (*Pennisetum purpureum* cv. Enano). El grupo de las decumbentes lo conforman la Humidicola (*Brachiaria humidicola*), Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda (*Cynodon dactylon* cv. *Cruza 1*), Transvala (*Digitaria decumbens* cv. *Transval*), Pentzii (*Digitaria pentzii*), Swazi (*Digitaria swazilandensis*) y Valida (*Digitaria valida*).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de materia seca

Los resultados del análisis de varianza indican que existen diferencias significativas entre las gramíneas evaluadas ( $P < 0.05$ ). En la Tabla 2, al contrastar las especies de acuerdo a su hábito de crecimiento se observa que las gramíneas erectas se diferencian de las decumbentes ( $P = 0.0003$ ), favoreciendo las especies erectas y resultando superior el *P. purpureum* cv. *Enano*, con rendimiento de  $31,639 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de MS, Figura 1. Asimismo, se observaron diferencias entre las gramíneas de crecimiento erecto entre sí ( $P = 0.0054$ ), al igual para las gramíneas de crecimiento decumbente entre sí ( $P = 0.0339$ ), destacándose como superiores la *B. humidicola*, *D. pentzii* y *D. swazilandensis*. Al compararlas entre géneros, se observaron diferencias entre las brachiarias y cynodon, a favor de las especies humidicola y Bermuda Cruza I, respectivamente.

Tabla 2. Contrastes entre las gramíneas evaluadas para la variable rendimiento de materia seca

Contraste	Pr > F
Erectas vs. Decumbentes	0.0003 *
Erectas entre si	0.0054*
Decumbentes entre si	0.0339*
Brachiarias entre si	0.0024*
Cynodon entre si	0.0027*
Digitarias entre si	0.4405 <sup>NS</sup>

Los resultados obtenidos coinciden con Hernández (1998) quien reportó rendimientos superiores para las especies de crecimiento macollado.

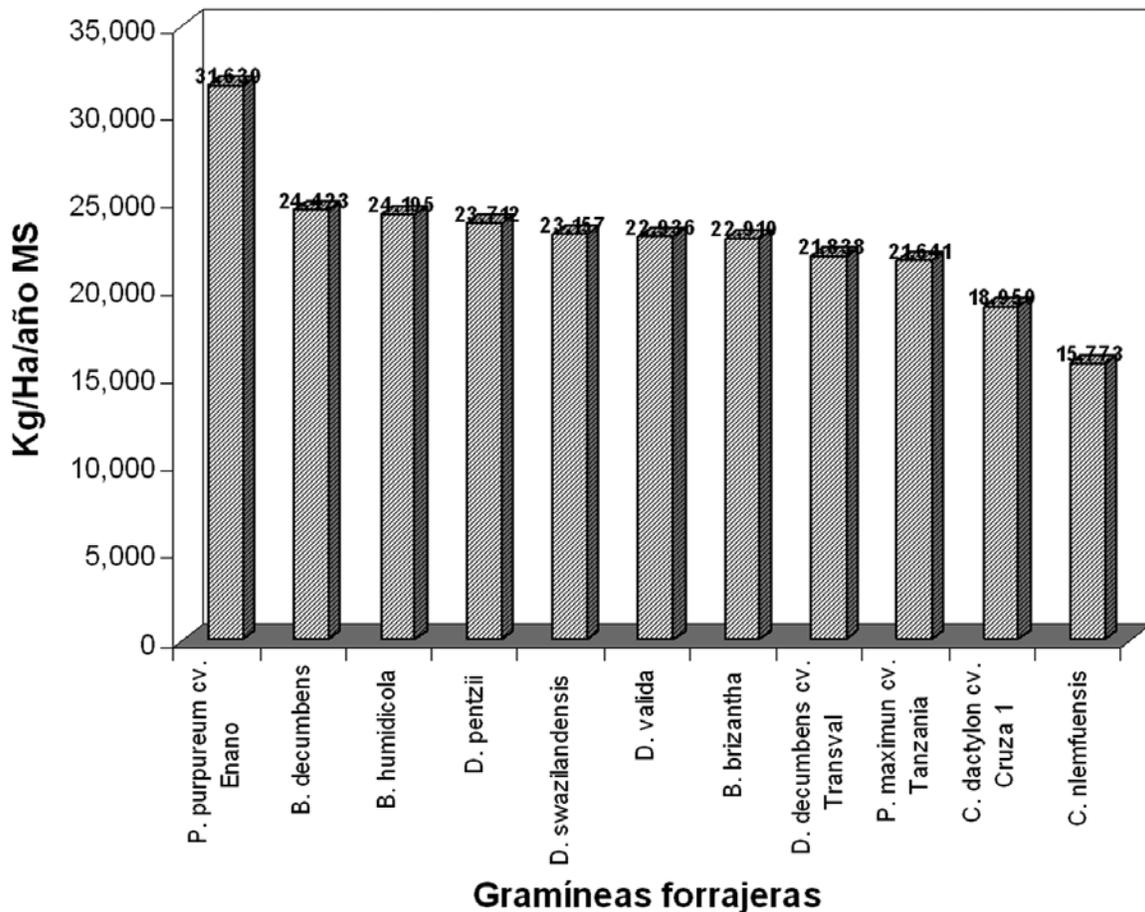


Figura 1. Rendimiento de materia seca de las gramíneas evaluadas

Estos rendimientos son superiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (1985), Mata (1989), Sanabria *et al.* (1995), Farías (1997), Enríquez y Romero (2002) y Frías *et al.* (2005) para las especies *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *D. swazilandensis*, *C. dactylon*, *P. purpureum* cv. *Enano* y *P. maximum* cv. *Tanzania*. Asimismo, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Rodríguez-Carrasquel y Mortelo (1973) y Torres *et al.* (1994) para las gramíneas *C. nlemfuensis* y *B. humidicola*.

### Altura de planta

Los resultados del análisis de varianza para la variable altura muestran diferencias significativas entre las gramíneas evaluadas ( $P \leq 0.0001$ ). Se observó que las especies con hábito de crecimiento erecto, obtuvieron mayor altura en contraste con las gramíneas decumbentes  $P=0.0029$ , Tabla 3.

Tabla 3. Contrastes entre las gramíneas evaluadas para la variable altura de planta

Contraste	Pr > F
Erectas vs. Decumbentes	0.0029 *
Erectas entre si	0.1334 <sup>NS</sup>
Decumbentes entre si	0.0001*
Brachiarias entre si	0.2614 <sup>NS</sup>
Cynodon entre si	0.0001*
Digitarias entre si	0.0008*

Dentro de estas gramíneas se encuentran *P. purpureum* cv. *Enano* y *P. maximum* cv. *Tanzania*, con valores promedio de 71 y 62 cm, respectivamente (Figura 2). Comparando dentro de los géneros de las gramíneas evaluadas se observaron diferencias dentro del género *Cynodon*

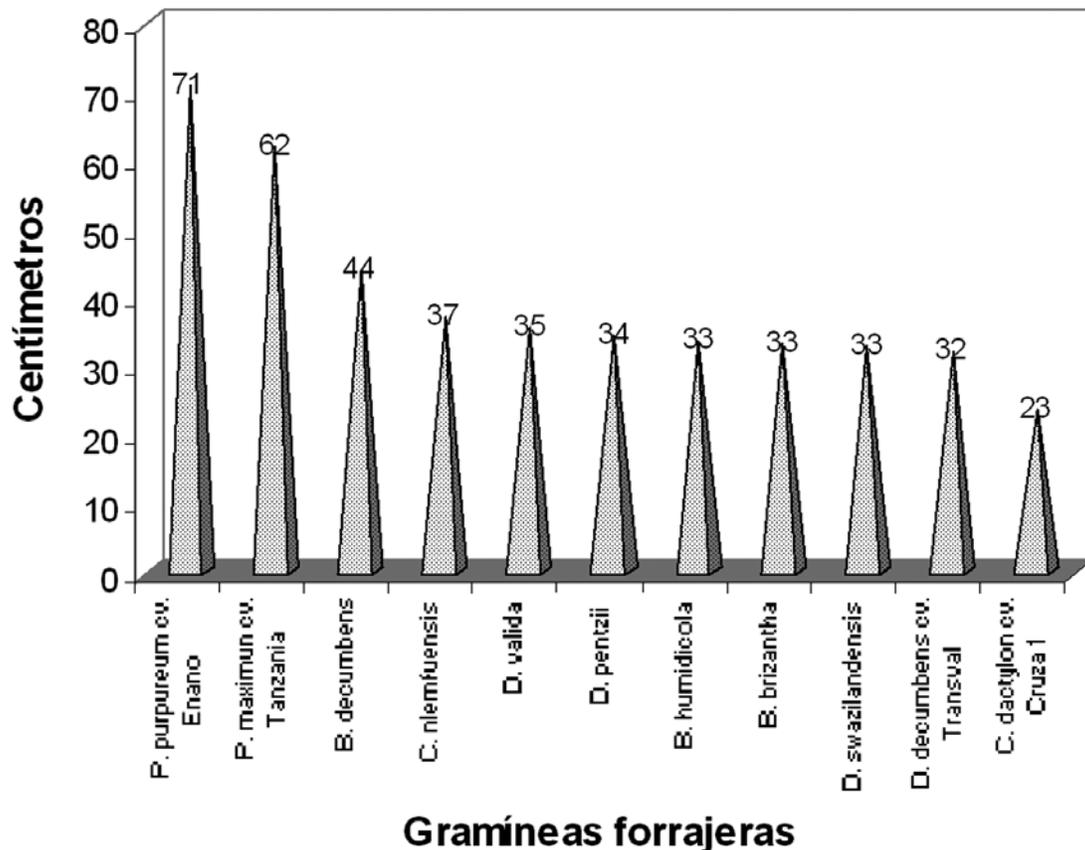


Figura 2. Altura de las gramíneas evaluadas

(Estrella y Bermuda) y del género *Digitaria* (Valida, Transvala, Swazi y Pentzii), destacándose el *C. nlemfuensis* y *D. valida*, respectivamente.

Los resultados obtenidos difieren de los reportados por León (1994), Sanabria *et al.* (1995), Pérez-Silva *et al.* (1999) y Enríquez y Romero (2002) en evaluaciones agronómicas de *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha* y *P. maximum cv. Tanzania*.

Estos resultados son similares con los reportados por Fariás *et al.* (1997) para la gramínea *P. purpureum cv. Enano*, bajo condiciones sin fertilización. Los resultados obtenidos confirman las conclusiones de Enríquez y Romero (2002), quienes reportaron que la altura de planta es considerada como un indicador del hábito de crecimiento de las plantas, ya que especies de crecimiento erecto tienen más posibilidades de alcanzar una mayor altura, con relación a las especies de crecimiento decumbente. Asimismo, la altura es un factor importante a considerar para el aprovechamiento de las forrajeras en pastoreo, ya que esta se utiliza como indicador del momento adecuado para introducir los animales al potrero.

## Cobertura

Para esta variable se registran diferencias significativas respecto a las gramíneas evaluadas ( $P \leq 0.0001$ ), observándose comportamiento variable entre las gramíneas con diferentes hábitos de crecimiento y, entre las gramíneas de porte erecto (Tabla 4). Estos resultados favorecen las especies decumbentes, destacándose la *D. swazilandensis*, *B. humidicola* y *D. pentzii* con valores de 98, 97 y 96%, respectivamente (Figura 3).

Se observaron diferencias entre las gramíneas con hábito de crecimiento erecto ( $P \leq 0.0001$ ), siendo superior el *P. purpureum cv. Enano* y *B. decumbens* con valores de 92 y 91%, respectivamente. Dentro de los géneros de las gramíneas, se observaron diferencias entre las especies del género *Brachiaria* ( $P \leq 0.0001$ ), donde la especie *humidicola* presentó mayor cobertura.

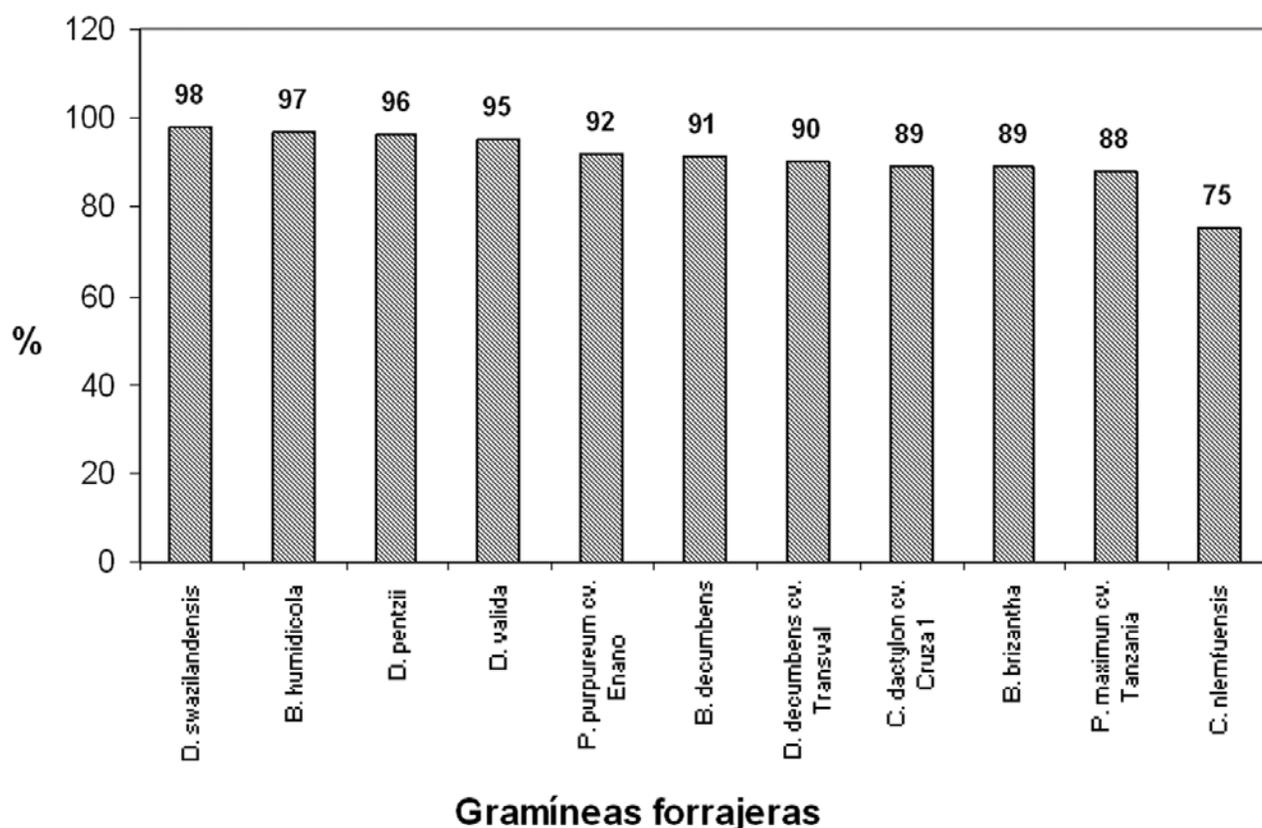


Figura 3. Cobertura de suelo para las gramíneas evaluadas

Tabla 4. Contrastes entre las gramíneas evaluadas para la variable cobertura

Contraste	Pr > F
Erectas vs. Decumbentes	0.0001 *
Erectas entre si	0.0001 *
Decumbentes entre si	0.2052 NS
Brachiarias entre si	0.0001 *
Cynodon entre si	0.1971 NS
Digitarias entre si	0.1244 NS

Estos resultados difieren de los reportados por León (1994), Sanabria *et al.* (1995), Pérez-Silva *et al.* (1999), Enríquez y Romero (2002) y Frías *et al.* (2005) para las *B. humidicola*, *B. decumbens*, *B. brizantha* cv. Marandú y *P. maximum* cv. Tanzania.

### Proteína cruda

Para el contenido de proteína cruda se observaron diferencias significativas entre las gramíneas evaluadas ( $P \leq 0.0001$ ), observándose que la especie *P. purpureum* cv. Enano registró el mayor contenido de proteína cruda con valor de 13.25% (Figura 4).

Al contrastar las especies de acuerdo a su hábito de crecimiento (Tabla 5) se observaron diferencias entre las gramíneas decumbentes ( $P=0.0016$ ), destacándose *C. nlemfuensis*, *D. swazilandensis* y *D. decumbens* cv. Transval, con valores de 9, 8.6 y 8.5 % de proteína cruda, respectivamente (Figura 4). Asimismo, se registraron diferencias entre las especies del género *Cynodon*, a favor de la Estrella Africana.

Tabla 5. Contrastes entre las gramíneas evaluadas para la variable proteína cruda

Contraste	Pr > F
Erectas vs. Decumbentes	0.1104 NS
Erectas entre si	0.9342 NS
Decumbentes entre si	0.0016*
Brachiarias entre si	0.8342 NS
Cynodon entre si	0.0001 *
Digitarias entre si	0.0956 NS

Los contenidos de proteínas obtenidos son superiores a los reportados por Rodríguez-Carrasquel y Mortelo (1973), Göhl (1982), Pérez-Silva *et al.* (1999), Feuchter (2000) y Rojas *et al.* (2005). Sin embargo, estos resultados coinciden con los reportados por Barajas *et al.* (1993) quienes obtuvieron el menor contenido de proteína cruda con la *B. brizantha* en un estudio con varias gramíneas.

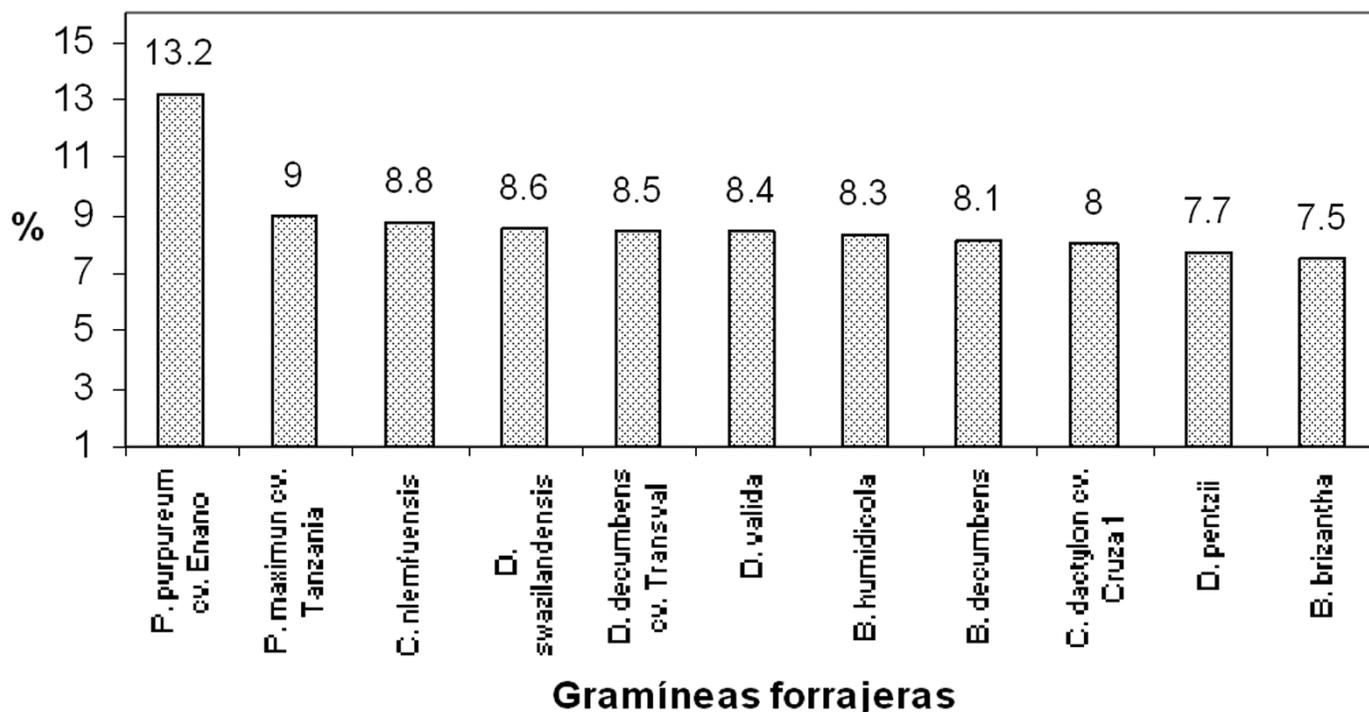


Figura 4. Contenido de proteína cruda de las gramíneas evaluadas

Debe destacarse que los valores obtenidos de proteína cruda son aceptables, observándose que las gramíneas evaluadas obtuvieron valores por encima del valor crítico de 7%, con lo cual, según Buzi y Paladines, citados por Mata (1989) y Skerman y Riveros (1992) el consumo de las pasturas por los animales no sería afectado.

## CONCLUSIONES

Las gramíneas evaluadas presentan comportamiento diferente con relación las variables estudiadas. Estas diferencias se presentan entre especies con hábito de crecimiento diferente, especies con hábito de crecimiento similar y dentro del mismo género.

La mayor parte de las gramíneas evaluadas presentaron adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas de La Vega, sin embargo, las especies destacadas fueron: el Merker (*Pennisetum purpureum cv. Enano*), San Ramón (*Brachiaria decumbens*), Humidicola (*Brachiaria humidicola*), Pentzii (*Digitaria pentzii*) y Swazi (*Digitaria swazilandensis*).

Las gramíneas evaluadas presentan contenido de proteína cruda con niveles aceptables, los cuales no son considerados limitante del consumo animal.

## RECOMENDACIONES

Para la zona estudiada en La Vega, se debe establecer gramíneas como el Merker enano, San Ramón, Humidicola, Pentzii y Swazi, para lograr buena adaptación, persistencia y producción de las pasturas.

Realizar nuevas investigaciones con las especies seleccionadas, estudiando su respuesta a diferentes prácticas de manejo y uso, para determinar características deseables de producción bajo las condiciones de la zona.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, A.; Bolaños, R. 2002. Mediciones agronómicas de forrajes. Curso de Introducción y Evaluación de Pastos. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO.

Barajas, R.; Obregón, F.; Romero, J. 1993. Digestibilidad aparente de Bermuda Cruza dos, Estrella de Africa y *Brachiaria brizantha* desarrollados bajo riego en Sinaloa. Campo agrícola experimental Valle de Culiacán. INIFAP-SARH. Memorias del VI Congreso Nacional de Producción Ovina Ciudad Valles S.L.P. México, MX.

Blanco, F. 2003. El análisis estadístico de acuerdo con los objetivos. Curso taller sobre análisis estadísticos de las investigaciones. Santiago de los Caballeros, DO.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1981. Metodología de evaluación de germoplasma forrajero. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Cali, CO.

Del Pozo, P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario nuevo. Universidad Agraria de La Habana, CU.

Enríquez, J.; Romero, M. 2002. Evaluación agronómica de 14 ecotipos de *Brachiaria spp.* en el sur de Veracruz. Décima Quinta Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz, MX.

Farías, J.; González, B.; Farías, J. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hojas, tallos y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum cv. Mott*). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 14: 417-425.

Feuchter, F. 2000. Manual de transferencia tecnológica para adoptar la metodología del establecimiento y manejo agropecuario, biotecnología, propagación y uso sustentable de una pradera de zacate Bermuda *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Universidad Autónoma Chapingo. Obregón, Sonora, MX.

Frías, J.; Valerio, D.; Soto, Y. 2005. Evaluación y selección de especies y variedades de gramíneas forrajeras. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Resultados de Investigación en Pastos y Forrajes. p. 57-64.

Göhl, B. 1982. Piensos tropicales. Resúmenes informativos sobre piensos y valores nutritivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, IT.

Hernández, V. 1998. Experiencias sobre evaluaciones agronómicas en pequeñas parcelas en Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, CU. *Revista de Agronomía LUZ*, 15: 283-293.

León, R. 1994. Estudio de adaptabilidad y persistencia de *Brachiaria brizantha* al pastoreo de bovinos, en las Yaguas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. El Cují, VE.

López, G.; López, J. 1995. Introducción al Micro SAS: Aplicación al análisis de experimentos agrícolas. Unidad de informática y bioestadística. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR.

Mata, D. 1989. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del Sureste del Estado Guárico. Universidad Simón Rodríguez. Centro Regional Valle de la Pascua, estado Guárico, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. Vol.7: 69-92.

Oquendo, G. 2002. Fomento y Explotación de Pastos y Forrajes. Agro Acción Alemana, Ministerio Federal para la Cooperación económica y Desarrollo y Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, CU.

Pérez-Silva, G.; Faria-Mármol, J.; Gonzáles, B. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras en Carora, estado Lara, Venezuela. *Revista de Agronomía LUZ*, 16:621-636.

Rodríguez-Carrasquel, S.; Mortelo, D. 1973. Influencia de la Frecuencia de Corte y Fertilización sobre el Rendimiento y Composición Química de *Cynodon nlemfuensis*. *Agronomía Tropical*, 27 (6): 613-619.

Rodríguez, S.; Moreno, J.; León, L.; Perdomo, E. 1985. Comparación de dos cultivares de Elefante bajo el efecto de frecuencia de fertilización. *Zootecnia Tropical*. Vol 1:99-110.

Rojas, S.; Olivares, J.; Jiménez, R.; Hernández, C. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Revista electrónica de veterinaria REDVET*. Vol. VI (5). (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>

Sanabria, D.; Fariñas, J.; Manrique, U.; Flores, Z.; Reina, Y. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del Estado Bolívar, VE. *Zootecnia Tropical*. Vol. 13(2):63-76.

Skerman, P.; Riveros, F. 1992. Gramíneas Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, IT.

Soto, Y. 2003. Plan operativo del programa nacional de investigación en pastos y forrajes. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO.

# Evaluación y selección de cinco gramíneas forrajeras en la localidad de las Caobas, Santiago Rodríguez

Daniel Valerio<sup>1</sup>, Yokasta Soto<sup>1</sup> y Freddy Matos<sup>2</sup>

En las explotaciones ganaderas de la República Dominicana la selección inadecuada de especies forrajeras, como gramíneas, leguminosas u otras plantas, constituye una de las principales causas de la degradación acelerada de las pasturas y reducción de la productividad forrajera. Con la finalidad de evaluar y seleccionar gramíneas forrajeras adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona de las Caobas, Santiago Rodríguez, República Dominicana, se desarrolló un experimento en una finca ganadera privada. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las gramíneas evaluadas fueron Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), Sinai (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandú), Buffel (*Cenchrus ciliaris* L. cv. Biloela), Guinea (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania) y Merker (*Pennisetum purpureum* Schumach. cv. enano). Las variables evaluadas fueron rendimiento de materia seca, altura de planta, cobertura y contenido de proteína cruda. Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SAS. Los resultados muestran diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) para el rendimiento de materia seca, altura de planta y cobertura, observándose que las especies Buffel y Andropogon obtuvieron los mayores rendimientos de materia seca (19,781 y 19,585 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y las mayores alturas (59.27 y 51.73 cm), respectivamente. Para la cobertura el mayor porcentaje se obtuvo con el Buffel con 84%. Se concluye que las gramíneas Buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela) y Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) mostraron respuesta superior en relación a las variables estudiadas, perfilándose como especies promisorias para las condiciones edafoclimáticas de la zona.

**Palabras clave:** pasturas, trópico, zona seca, rendimiento, adaptación.

## INTRODUCCIÓN

La adaptación de especies forrajeras a las condiciones de clima, suelo, plagas y enfermedades de una región, área o localidad son los principales aspectos que deben considerarse para iniciar un programa de investigación en pastos (Hernández 1998).

En la zona de las Caobas de Santiago Rodríguez, República Dominicana, en los últimos años la ganadería ha experimentado un crecimiento importante. Sin embargo, la selección de especies forrajeras ha sido poco estudiada, dando como resultando una escasa persistencia las pasturas establecidas, por lo que se requiere del establecimiento de gramíneas forrajeras con potencial para zona seca, las cuales deben ser previamente evaluadas en relación a su adaptabilidad. Esto permitirá disminuir los riesgos de

pérdidas económicas en una zona ecológica que presenta suelos de muy baja fertilidad natural y escasa precipitación.

En los últimos años, en la mayoría de los países de América tropical, se han presentado problemas de baja productividad en el ganado. Entre las causas principales se encuentran: la baja calidad de las pasturas y el alto nivel de degradación que estas presentan. La actual situación de deterioro de los ecosistemas ganaderos requiere de profundas transformaciones en su explotación, basadas en principios agroecológicos, donde los sistemas ganaderos se consideren como un ecosistema y no como una simple gestión técnico-económica (Serrano y Toledo 1990 y Botero 1997; citados por Del Pozo 2004). En ese sentido Mata (1989), León (1994), Torres *et al.* (1994), Sanabria *et al.* (1995), PROLINO (1997),

<sup>1</sup>Investigadores en producción animal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Calle Rafael Augusto Sánchez #89, Ensanche Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. E-mail: dvalerio@idiaf.gov.do

<sup>2</sup>Investigadores en producción animal del Plan Sierra.

Rincón-Carruyo *et al.* (1998), Pérez-Silva *et al.* (1999), Viccaino y Asencio (2005) y Wagner y Colón (2005) estudiaron la adaptación de varias especies forrajeras tropicales, evaluando aspectos agronómicos, productivos y de calidad, como indicadores para la selección de especies forrajeras para alimentación animal.

El objetivo de esta investigación fue evaluar y seleccionar las gramíneas forrajeras de mayor adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona de las Caobas, Santiago Rodríguez, República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en una finca ganadera privada en la zona de las Caobas de la provincia de Santiago Rodríguez, República Dominicana. Esta zona se encuentra ubicada geográficamente a una latitud de 19° 40' 00" norte y una longitud de 71° 18' 00" oeste, se caracteriza además por una precipitación promedio anual de 800 mm, humedad relativa de 76% y una temperatura media anual de 26 °C.

En la Tabla 1, se muestran los datos del análisis de suelo realizado en el área experimental.

Tabla 1. Análisis de suelo del área experimental

Características química del suelo	Valores obtenidos <sup>1</sup>
pH	7.73
MO %	0.93
Ca, me/100g	4.99
K, me/100g	0.007
Mg, me/100g	0.41
Na, me/100g	0.006
Fe, ppm	2,410
Mn, ppm	32.0
Zn, ppm	2.0

<sup>1</sup>Laboratorio de suelos, Estación Experimental Mata Larga, IDIAF.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos estuvieron constituidos por cinco gramíneas, de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández (1998). Las gramíneas evaluadas fueron Andropogon (*An-*

*dropogon gayanus* Kunth), Sinai (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandú), Buffel (*Cenchrus ciliaris* L. cv. Biloela), Guinea (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania) y Merker (*Pennisetum purpureum* Schumach. cv. enano).

El establecimiento de estas gramíneas se realizó con material vegetativo sembrado en hileras a una distancia de 0.50 m., con un tamaño de la parcela experimental de 16 m<sup>2</sup>. Las fases de establecimiento y experimental se manejaron en seco, sin aplicación de fertilizante y las evaluaciones se realizaron cada 35 días. Se realizaron observaciones periódicas cada 35 días para identificar incidencia de plagas y enfermedades.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca (kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), altura de planta (cm), cobertura (%) y contenido de proteína cruda (%). Las variables rendimiento, altura y cobertura fueron determinadas de acuerdo a la metodología propuesta por el CIAT (1981) y Álvarez y Bolaños (2002). El contenido de proteína cruda se determinó en un laboratorio de bromatología mediante el método Kjeldahl. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SAS, con el cual se realizó un análisis de varianza y una prueba múltiple de separación de medias utilizando Duncan, a un nivel de significancia de 95%, López y López (1995) y Blanco (2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de materia seca

Los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento, muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.0001$ ) entre las gramíneas evaluadas, observándose en la Figura 1, que las especies *C. ciliaris* y *A. gayanus* produjeron los mayores rendimientos de materia seca 19,781 y 19,585 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente, siendo superiores a las demás gramíneas evaluadas.

Rendimientos similares fueron reportados por Mata (1989) y Oquendo (2002) para las especies *C. ciliaris* y *A. gayanus*, bajo condiciones tropicales. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por León (1994), Torres, *et al.* (1994) y Faría *et al.* (1997) para las especies Andropogon, Sinai, Guinea y Merker enano, bajo fertilización, con rendimientos superiores a los

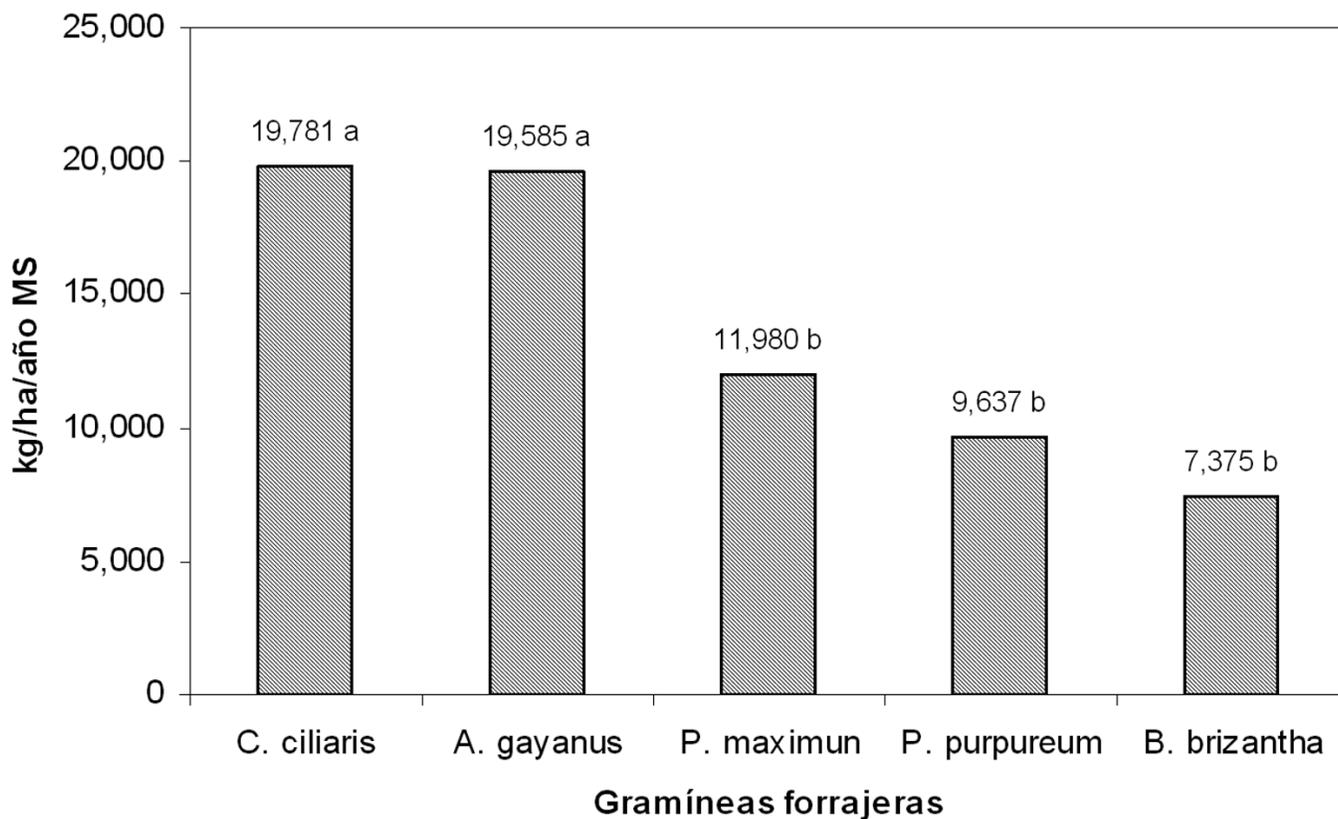


Figura 1. Rendimiento de materia seca de las gramíneas evaluadas

20,000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de materia seca. Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por Caraballo y González (1991), Sanabria *et al.* (1995), PROLINO (1997), Pérez-Silva *et al.* (1999) y Viccaino y Asencio (2005) para las gramíneas *Andropogon*, Guinea, Sinai y Buffel, con rendimientos entre 9,000 y 15,000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de materia seca.

Los bajos rendimientos obtenidos con las especies *P. maximum*, *P. purpureum* y *B. brizantha*, se deben principalmente, a que estas especies requieren de suelos fértiles y, bajo las condiciones experimentales (materia orgánica= 0.93%), estas deben ser manejadas con fertilización y en algunos casos bajo riego, en función del propósito de uso de la especie (corte o pastoreo).

Estos resultados coinciden con Torres *et al.* (1994) quienes reportaron bajos rendimientos para el *P. maximum*, debido a deficiencias nutricionales del suelo, identificándola así como especie no promisoría para suelos pobres.

### Altura de planta

Los resultados del análisis de varianza para la variable altura presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.0001$ ) entre las gramíneas evaluadas. No obstante, las especies evaluadas se caracterizan por un hábito de crecimiento erecto o macollado, las gramíneas *C. ciliaris* y *A. gayanus* presentaron las mayores alturas, con valores promedio de 59.27 y 51.73 cm, respectivamente (Figura 2).

Estos resultados son inferiores a los reportados por León (1994), Sanabria *et al.* (1995), Farías *et al.* (1997), Pérez-Silva *et al.* (1999), Enríquez y Romero (2002), Frías *et al.* (2005) y Viccaino y Asencio (2005) en evaluaciones agronómicas de *A. gayanus*, *B. brizantha*, *P. purpureum* cv. Enano y *P. maximum* cv. Tanzania, con valores que oscilan entre 68 y 121 cm de altura. Según Wade y Agnusdei (2001) la altura desempeña un papel muy importante en los modelos de pastoreo de todo el mundo. Esto se relaciona con el consumo diario, debido a la accesibilidad dada por la mayor altura de la pastura como determinante de una mayor tasa de consumo.

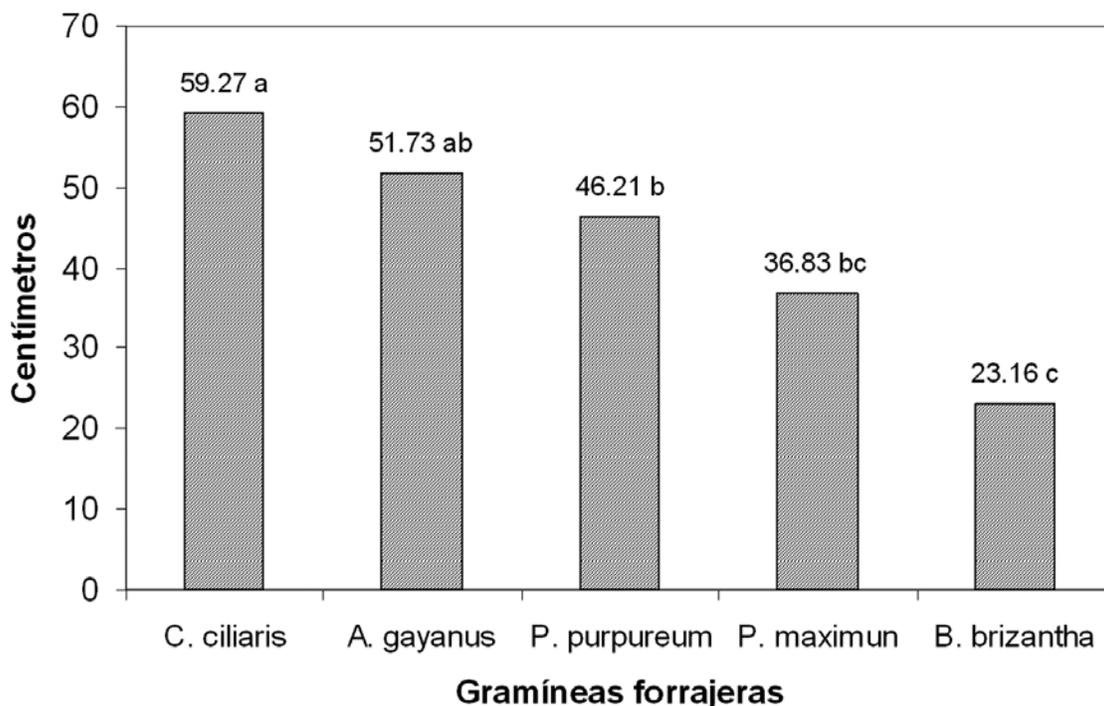


Figura 2. Altura de las gramíneas evaluadas

### Cobertura

Para esta variable se registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.0001$ ) entre las gramíneas evaluadas, observándose que la especie con mayor porcentaje de cobertura fue el *C. ciliaris*, con valor de 84%, Figura 3.

Estos resultados difieren de los reportados por León (1994), Sanabria *et al.* (1995), Pérez-Silva, *et al.* (1999), Enríquez y Romero (2002) y Frías *et al.* (2005), quienes obtuvieron porcentajes de cobertura superiores entre 78 y 85%. Los resultados obtenidos superan los reportados por Wagner y Colón (2005) para el *C. ciliaris* cv. Biloela.

### Proteína cruda

Para el contenido de proteína cruda no se registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.378$ ). Los valores obtenidos fueron 9.5, 8.5, 8.3, 7.8 y 7.2% para las gramíneas *C. ciliaris* cv. Biloela, *P. purpureum* cv. enano, *P. maximum* cv. Tanzania, *A. gayanus* y *B. brizantha*, respectivamente. No obstante, estos resultados defieren de los reportados por Manrique y Mancilla (1990), Pérez-Silva, *et al.* (1999), Rincón-Carruyo *et al.* (1998), Viccaino y Asencio (2005) y Wagner y Colón (2005), registrando valores que oscilan entre 8 y 11%.

Los valores obtenidos son aceptables, tomando en consideración las condiciones experimentales de esta investigación, con un suelo de baja fertilidad y sin aplicación de fertilizantes. Sin embargo, las especies evaluadas obtuvieron valores por encima del 7% de proteína, lo que no afecta el consumo de las pasturas (Buzi y Paladines, citados por Mata 1989 y Skerman y Riveros 1992).

### CONCLUSIONES

Las gramíneas Buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela) y Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), se perfilan como forrajeras promisorias, con potencial para zona seca y suelos de baja fertilidad, debido a que presentan una mayor adaptación bajo las condiciones de suelo y clima de la zona evaluada, y una respuesta superior en cuanto al rendimiento de materia seca, altura de planta y cobertura de suelo.

El contenido de proteína cruda de las gramíneas evaluadas presenta valores aceptables, los cuales no son considerados limitantes del consumo.

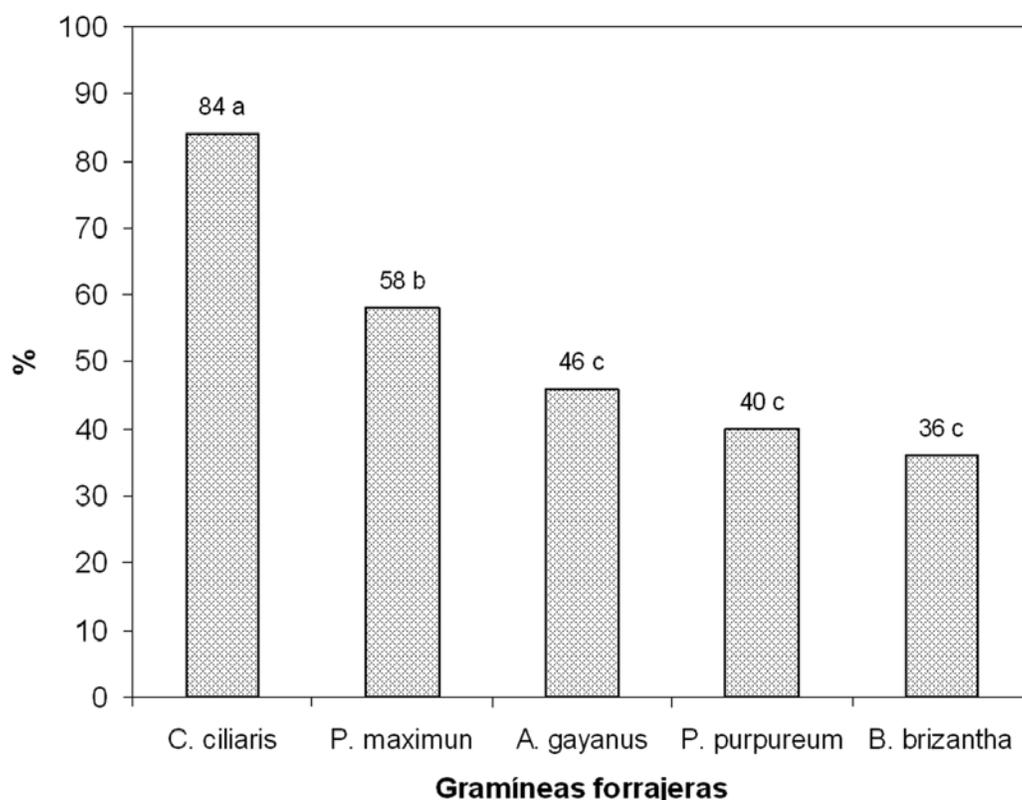


Figura 3. Cobertura de suelo para las gramíneas evaluadas

## RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona de Las Caobas en Santiago Rodríguez y manejo del experimento, se deben establecer gramíneas como Buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela) y Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) para lograr un óptimo desarrollo y persistencias de las pasturas establecidas.

Continuar las investigaciones con las especies seleccionadas, estudiando diferentes prácticas de manejo y uso (fertilización orgánica, frecuencias de corte, entre otros), para determinar características óptimas de producción en la zona de producción en la zona.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración y disposición del licenciado Mario Reyes Matos, propietario de la finca donde se realizó esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, A.; Bolaños, R. 2002. Mediciones agronómicas de forrajes. Curso de Introducción y Evaluación de Pastos. Centro de Producción Animal del IDIAF. Santo Domingo, DO.

Blanco, F. 2003. El análisis estadístico de acuerdo con los objetivos. Curso taller sobre análisis estadísticos de las investigaciones. Santiago de los Caballeros, DO.

Caraballo, A.; González, B. 1991. Respuesta del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*, cv. Biloela) a diferentes frecuencias y alturas de corte y niveles de fertilización nitrogenada. Revista de Agronomía LUZ, 8 (3):167-185.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1981. Metodología de evaluación de germoplasma forrajero. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Cali, CO.

Del Pozo, P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario nuevo. Universidad Agraria de La Habana, CU.

Enríquez, J.; Romero, M. 2002. Evaluación agronómica de 14 ecotipos de *Brachiaria* spp. en el sur de Veracruz. Décima quinta reunión científica tecnológica forestal y agropecuaria, Veracruz. MX.

Farías, J.; González, B.; Farías, J. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hojas, tallos y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14: 417-425.

Frías, J.; Valerio, D.; Soto, Y. 2005. Evaluación y selección de especies y variedades de gramíneas forrajeras. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Resultados de Investigación en Pastos y Forrajes. Santo Domingo, DO. p. 57-64.

- Hernández, V. 1998. Experiencias sobre evaluaciones agronómicas en pequeñas parcelas en Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, CU. *Revista de Agronomía Luz*, 15: 283-293.
- León, R. 1994. Estudio de adaptabilidad y persistencia de *Brachiaria brizantha* al pastoreo de bovinos, en las Yaguas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. El Cuji, VE.
- López, G.; López, J. 1995. Introducción al Micro SAS: Aplicación al análisis de experimentos agrícolas. Unidad de informática y bioestadística. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR.
- Manrique, A.; Mancilla, L. 1990. Efecto de frecuencia de corte, fuentes y niveles de nitrógeno sobre proteína cruda y digestibilidad del pasto sabanero (*Andropogon gayanus*). VI Congreso Venezolano de Zootecnia. Caracas, VE.
- Mata, D. 1989. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del Sureste del Estado Guárico. Universidad Simón Rodríguez. Centro Regional Valle de la Pascua, Estado Guárico, VE. *Zootecnia Tropical* 7: 69-92.
- Oquendo, G. 2002. Fomento y Explotación de Pastos y Forrajes. Agro Acción Alemana, Ministerio Federal para la Cooperación económica y Desarrollo y Asociación Cubana de Producción Animal. Habana, CU.
- Pérez-Silva, G.; Faria-Mármol, J.; Gonzáles, B. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras en Carora, estado Lara, Venezuela. *Revista de Agronomía LUZ* 16:621-636.
- PROLINO (Proyecto de Desarrollo Rural Integrado de la Línea Noroeste, DO). 1997. Evaluación del comportamiento de pastos mejorados en condiciones de secano a nivel de fincas. Santo Domingo, DO.
- Rincón-Carruyo, X.; García-Aguilar, L.; Clavero, T.; Pirela, G.; Ferrer, O. 1998. Evaluación cualitativa de cultivares de pasto *Buffel* (*Cenchrus ciliaris* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 15: 455-459.
- Sanabria, D.; Fariñas, J.; Manrique, U.; Flores, Z.; Reina, Y. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del Estado Bolívar, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. Vol. 13(2):63-76.
- Skerman, P. y Riveros, F. 1992. Gramíneas Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma., IT. 849 p.
- Torres, R.; Aparicio, R.; García, E.; Astudillo, L. 1994. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en el paisaje ecológico de sabana eólica del Cunaviche, Estado de Apure, VE. *Zootecnia Tropical*. Vol. 12 (1): 133-147.
- Viccaino, M.; Asencio, V. 2005. Evaluación del comportamiento de cuatro gramíneas forrajeras en suelos ácidos de Pedro Brand, República Dominicana. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Resultados de Investigación en Pastos y Forrajes*. P. 75-82.
- Wade, M.; Agnus, M. 2001. Morfología y estructura de las especies forrajeras y su relación con el consumo. Producción Bovina de Carne. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. (En línea). Consultado el 15 de febrero del 2010. Disponible en [http://produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/43-morfologia\\_y\\_estructura\\_de\\_forrajes.htm](http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/43-morfologia_y_estructura_de_forrajes.htm).
- Wagner, B.; Colón, R. 2005. Evaluación y selección de siete gramíneas en zona de vida de bosque seco. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). *Resultados de Investigación en Pastos y Forrajes*. Santo Domingo, DO. p. 97-101.

# Evaluación y selección de nueve gramíneas con potencial forrajero en el este de la República Dominicana

Víctor Asencio, Manuel Tapia y Luís García

En la República Dominicana se tiene poca información sobre el comportamiento de gramíneas forrajeras por zonas de producción pecuaria y las especies utilizadas se caracterizan por su escasa persistencia en su establecimiento, ocasionada por la distribución irregular de lluvias, baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, uso de especies no adaptadas y desconocimiento de adecuadas prácticas de manejo. El objetivo de este estudio fue evaluar y seleccionar por su comportamiento entre nueve gramíneas (*Andropogon*, *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria* y *Panicum*) en el este de la República Dominicana. El estudio se realizó en la localidad de El Seybo, a 115 msnm, latitud norte de 18° 7' y longitud oeste 68° 9'. La precipitación anual fue de 1,879 mm y temperatura promedio de 25.8 °C. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos réplicas. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico InfoStat 2008. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de separación de Tukey. Cada unidad experimental fue de 12 m<sup>2</sup> sometida a cortes cada 35 días. El cultivar 'Tanzania' mostró rendimientos ( $P < 0.05$ ) superiores a las otras especies con promedio de 8.5 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Las especies San ramón y Swazi mostraron rendimientos promedios de 5.27 y 4.11 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente. La especie de mayor altura fue *Andropogon gayanus* Kunth (Andropogon) con promedio de 105 cm y de menor altura fue la *Digitaria decumbens* Stent (Pangola) con promedio de 32.5 cm. Se concluye que todas las especies mostraron adecuada adaptación bajo las condiciones agroambientales de la zona a cortes cada 35 días. Se recomienda realizar evaluaciones en un período de tiempo mayor que permita una mejor selección de especies con buen potencial forrajero.

**Palabras clave:** evaluación, selección, rendimiento

## INTRODUCCIÓN

La principal actividad económica en la provincia de El Seybo, República Dominicana, es la cría extensiva del ganado bovino siendo la selección de gramíneas forrajeras un problema importante. Existe escasa persistencia de estas especies durante su etapa de establecimiento, ocasionada principalmente por la distribución irregular de las lluvias, baja disponibilidad de nutrientes en suelo, uso de especies no adaptadas y desconocimiento de adecuadas prácticas de manejo.

La selección de gramíneas forrajeras con alto potencial de producción, calidad, persistencia y adaptación a diversas condiciones climáticas y edáficas del trópico es una de las formas más efectivas para incrementar y mejorar la productividad de las empresas ganaderas (Sosa *et al.* 2004).

Los géneros *Brachiaria*, *Digitaria* y *Panicum* presentan buena adaptación y producción de materia seca bajo condiciones de diversos rangos de pH (Tejos y Rodríguez 1995, Mata 1989, citados por Frías *et al.* 2004). Sin embargo, se tienen gramíneas como el *Panicum maximum* Jacq. que su mejor comportamiento se presenta en suelos ligeramente ácidos y de buenas condiciones de fertilidad (Pérez *et al.* 1999). Estas especies se adaptan a una amplia diversidad de zona de vida (Thomas *et al.* 1981) y se consideran altamente promisorias, por su agresividad, número de estolones, buen cubrimiento del suelo y su elevada tolerancia a plagas y enfermedades (CIAT 1978).

En ese sentido, se recomienda evaluar la adaptabilidad de especies, bajo las condiciones agroecológicas de la región este. El objetivo de este estudio fue evaluar y seleccionar por su

comportamiento entre nueve gramíneas mejoradas de *Andropogon*, *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria* y *Panicum*, con potencial forrajero para el este de la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El estudio se realizó en la finca del productor Ricardo Rodríguez. Geográficamente ubicada en el paraje El Coamo, provincia El Seybo, República Dominicana, a 18° 7' latitud norte y 68° 9' longitud oeste, con una elevación de 115 msnm. La precipitación promedio anual de 1,879 mm y temperatura de 25.8 °C media anual. Los datos de las características físicas y químicas de sus suelos se presentan en la Tabla 1.

### Preparación de suelo

El terreno se preparó mediante labranza convencional mecanizada, que consistió en un pase de arado a 45 cm de profundidad y dos pases de rastra a 25 cm de profundidad con intervalo de 15 días entre cada uno. No se aplicó herbicida pre ni post emergente. El control de malezas se realizó manualmente con azadas y machetes 70 días después de la siembra (DDS). No se aplicó fertilizante químico ni orgánico.

### Establecimiento de los tratamientos

La fase de establecimiento del ensayo se extendió por tres meses. Antes del inicio de la siembra, los tratamientos fueron aleatorizados y distribuidos entre todas las parcelas. Se realizó la siembra con semilla botánica y material vegetativo. Al final del establecimiento se realizó un corte de homogenización.

Se seleccionó el material vegetativo de las especies rastreras o decumbentes *Digitaria decumbens* Stent cv transvala, *Digitaria swasilandensis* (Swazi) y *Digitaria decumbens* Stent (Pango-

la) a una altura de 5 cm y semilla botánica de porte erecto o macolladas *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. (Sinai), *Brachiaria decumbens* Stapf. (San ramón), *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (Humidicola), *Cenchrus ciliaris* L. (Buffel), *Andropogon gayanus* Kunth (Andropogon) y *Panicum maximun* Jacq. (Tanzania) a 10 cm de altura. Con las semillas botánicas comerciales de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* se realizó una prueba de germinación para determinar la viabilidad de las mismas.

En cada parcela experimental se realizó siembra directa manual a chorrillo de semillas de Sinai, San ramón, Humidicola y Tanzania y de tallos vegetativos la siembra de Transvala, Swazi y Pangola.

El área experimental total fue de 44 m x 9 m, dividida en 18 parcelas de 4 m x 4 m y pasillos de 1 m; con separación entre hileras de 50 cm y distancia entre plantas de 15 cm. Durante el experimento no se aplicó fertilizantes químicos pre y post emergentes.

### Tratamientos

T1=*Andropogon gayanus* Kunth (Andropogon); T2=*Cenchrus ciliaris* L. (Buffel); T3=*Panicum maximun* Jacq. (Tanzania); T4=*Brachiaria decumbens* Stapf. (San Ramón); T5=*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. (Sinai); T6=*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (Humidicola); T7=*Digitaria decumbens* Stent (Pangola); T8=*Digitaria decumbens* Stent cv transvala; T9=*Digitaria swasilandensis* (Swazi).

### Variables evaluadas

Se seleccionó cada parcela útil para la medición de variables, la cual estaba conformada por parcelas de muestreo de 1 m<sup>2</sup> aleatorizados en dos sitios en el centro de cada unidad experimental. Se estimó el crecimiento forrajero cada 35 días.

Tabla 1. Características físicas y químicas de suelos del área experimental

Prof. cm	pH	MO %	P ppm	Mg Meq/100	Ca Meq/100	K Meq/100
0-20	5.4	3.2	11	1.5	3.1	0.24

Fuente: Fertilizantes Químicos Dominicanos (FERQUIDO)

Para determinar el rendimiento de materia seca (RMS), se procedió a tomar una muestra dentro del área útil de cada parcela, para lo cual se utilizó un marco metálico de un metro cuadrado lanzado al azar, dos veces.

Después de cortadas las muestras fueron pesadas para obtener rendimiento en materia verde. De estas, se tomaban 227 gramos de materia verde para ser secados al horno a 65°C por 48 horas y calcular el contenido de materia seca.

Para la altura de corte, se cortó el forraje con tijera de podar dentro del mismo a 10 cm y 15 cm de altura sobre el suelo.

### Análisis estadístico

Se procesaron los datos mediante análisis de varianza (Anova) utilizando el modelo general del programa estadístico InfoStat (2008). Las variables dependientes fueron rendimiento de materia seca (RMS) y altura de planta (ALT). Para la separación de medias, se utilizó la prueba de Tukey. Se utilizó contrastes ortogonales para la separación de grupos de tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (RMS)

En la Figura 1, se observa el rendimiento promedio de materia seca por hectárea año de cada una de las especies.

El análisis de varianza para RMS en kg/ha/año utilizando contrastes ortogonales, para comparación de grupos de tratamientos encontró diferencias significativas ( $P < 0.005$ ) entre las nueve especies evaluadas de crecimiento erectos, rastrojos y macolladas con media de 3,711; 4,699 y 6,570 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente. Se observa en la Figura 2, la formación de tres grupos de medias.

El primer grupo dentro de las especies erectas muestra que el pasto Tanzania (TZ) fue superior a los pastos Buffel (BF) y Andropogon (AG) con 8,468 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Dentro del segundo grupo las especies de crecimiento rastrojo la *Digitaria swazi* (SW) y la Transval (TR) fueron superiores al pasto Pangola (PG) y entre SW y TR no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), pero ambas fueron superiores a BF.

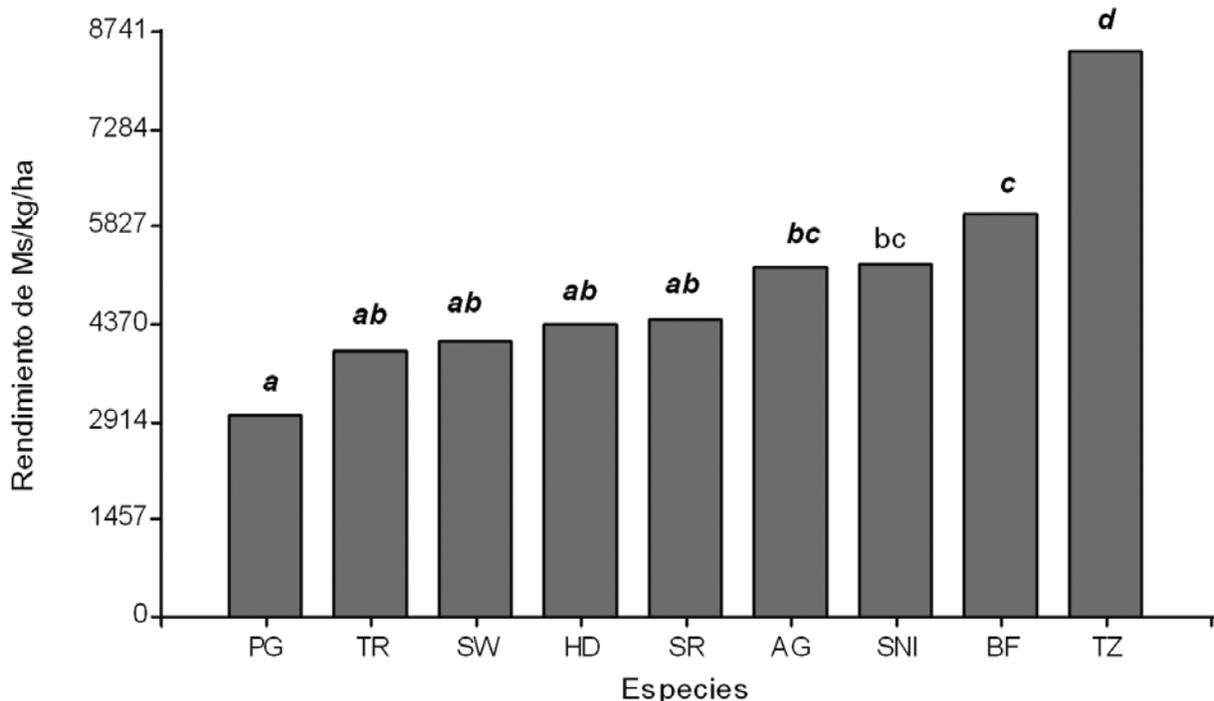


Figura 1. Rendimiento de materia seca de nueve especies forrajeras. Diferencias significativas entre tratamientos con letras distintas ( $P < 0.05$ )

Lagos (2009) realizó cortes en *Brachiaria brizantha* cada 28 días durante la época lluviosa con altura de 10 cm sobre el suelo y obtuvo producción media de materia seca de 4,185 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con diferentes niveles de fertilización. Estos resultados, son similares a los obtenidos en el presente estudio durante la época lluviosa y cortes cada 35 días pero diferentes a los reportados por Moreno *et al.* (1993), durante el periodo de máxima precipitación obteniendo un promedio de materia seca de 2,265 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Debe destacarse que para el mismo estudio no se realizó aplicación alguna de fertilizantes químicos. Durante el período de establecimiento y de evaluación, las especies evaluadas mostraron ataques ligeros de gusanos en los pastos PG y SN.

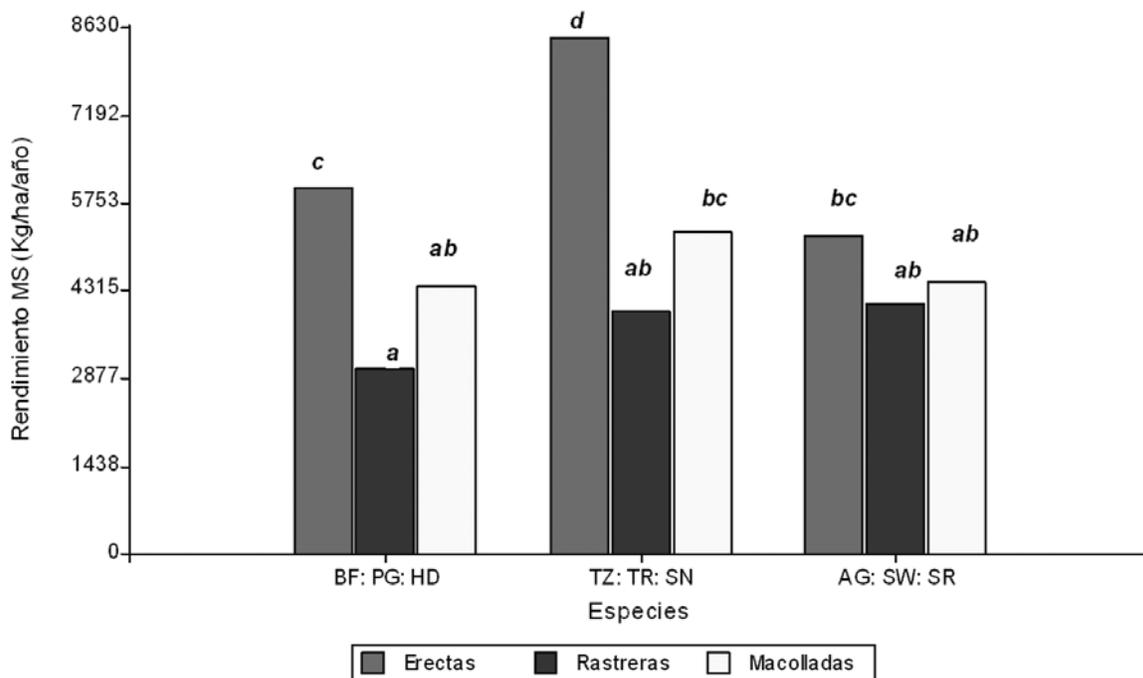
Ramírez *et al.* (1990) reportó daños durante el periodo de evaluación, ocasionados por insectos y enfermedades a las especies de digitarias y brachiarias que mejor respondieron a las condiciones agroecológicas donde se efectuó el estudio.

## ALTURA

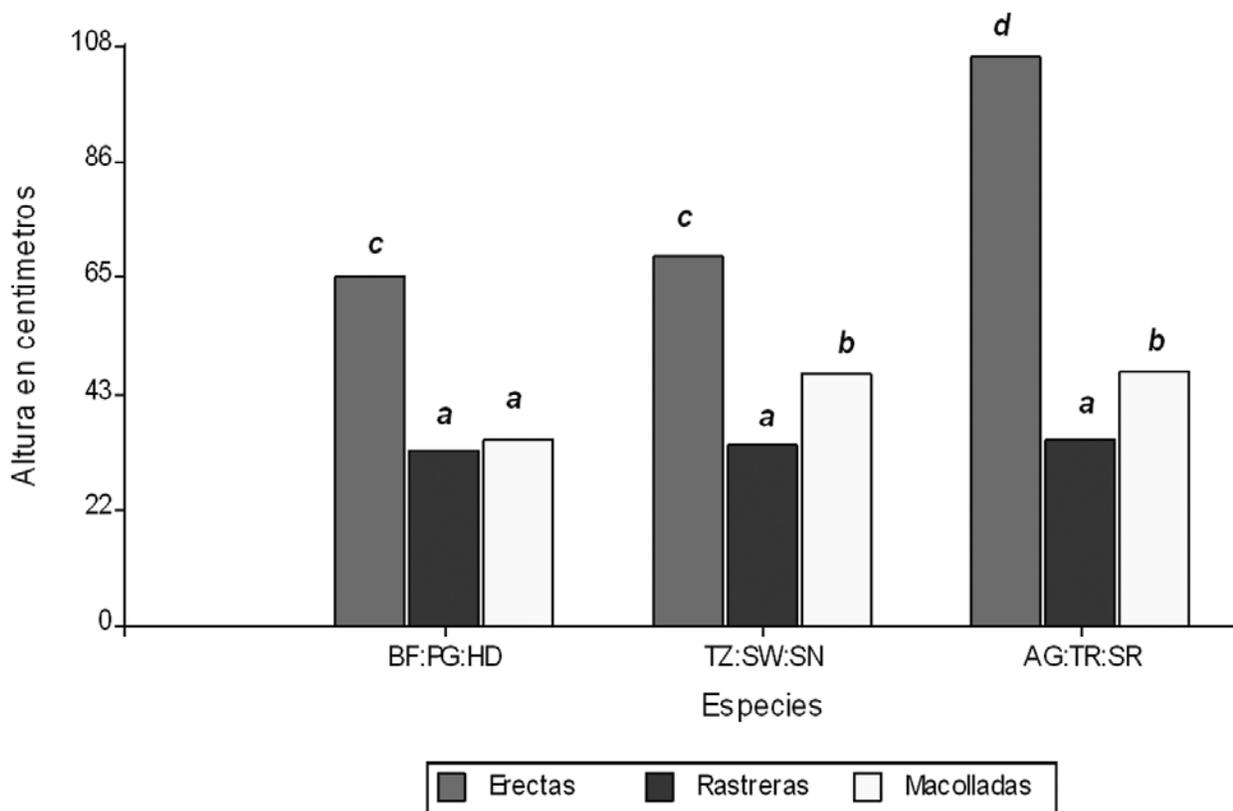
Durante la etapa de establecimiento, la altura de corte se considera importante ya que incide en el comportamiento de los indicadores agronómicos de la planta. Después del corte de uniformidad a los 35 días, la especie de mayor altura durante la etapa de evaluación correspondió al grupo de las erectas, resultando el pasto AG superior en altura (105.5 cm) a los pastos BF y TZ (64.5 y 68.5 cm, respectivamente), mientras que la de menor altura fue PG y promedio alcanzados de 32.5 cm. Las especies TZ, AG y SN lograron mayor altura, pero inferiores a las encontradas por Vallejos *et al.* (1999).

Las especies con hábito de crecimiento erecto como se muestra en la Figura 3, lograron las mayores alturas, mientras que las menores alturas se produjeron en las especies con hábito de crecimiento rastrero y macollado.

Se observa, Figura 3, que las especies de crecimiento erecto mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre sí. La altura media alcanzada



**Figura 2. Rendimiento de materia seca de las especies según hábito de crecimiento.** Hay diferencia significativa entre tratamientos con letras distintas ( $P < 0.05$ ).



**Figura 3. Alturas medias de nueve especies de gramíneas.** Hay diferencia significativa entre los tratamientos con letras distintas ( $P < 0.05$ ).

fue de 79.5 cm mostrando el AG alturas superiores a los 105.5 cm, comparado con los pastos BF y el cultivar TZ (64.5 y 68.5 cm, respectivamente). Esto indica que el AG responde mejor en zonas con alta pluviometría.

De igual manera las especies de crecimiento macolladas (HD, SN, SR) arrojaron diferencias ( $P < 0.05$ ), entre estas los pastos SR y SN fueron superiores al pasto HD y al resto de las digitarias. En cuanto a las especies de crecimiento rastrero (PG, SW y TR) no mostraron diferencias significativas entre sí, Figura 3.

En la República Dominicana alturas similares fueron reportadas por Viccaino y Asencio (2004) para AG de 77.25 cm. Contrario a este estudio, Sanabria (1995), reportó alturas superiores de 121.2 cm para AG. Para el pasto Tanzania se reportan alturas inferiores de 40 y hasta 56 cm con frecuencias de corte a los 42 días (Pérez *et al* 1999), siendo estos valores similares a los reportados por esta investigación pero a los 35 días de corte.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que bajo las condiciones agroambientales de la zona, en términos de rendimiento de materia seca y altura de corte, cada 35 días las especies evaluadas pueden alcanzar RMS superiores a los 5,000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de MS y alturas superiores a los 75 cm.

## RECOMENDACIÓN

Las especies evaluadas pueden ser introducidas en las provincias del este de la República Dominicana, por ser consideradas de alto potencial forrajero.

## LITERATURA CITADA

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1978. Programa de Pastos Tropicales. *En: Informe Anual CIAT*. 1986. Cali, CO. Pp. 71-99.
- Frías, J.; Valerio, D; Soto, Y. 2004. Resultados de investigación en pastos y forrajes: evaluación y selección de especies y variedades de gramíneas forrajeras. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. Pp.57-74.
- InfoStat. 2008. InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas. Córdoba, AR.
- Lagos, M. 2009. Fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje del pasto *Brachiaria brizantha* (cv insurgente) en Isla, Veracruz, MX.
- Moreno, M.; Silva, E.; Lima, J. 1993. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el Agrosistema Itapetinga Bahía, Brasil. *Pasturas Tropicales*. 15 (2): 13-16.
- Pérez, S.; Faria, M.; González. B. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras. Carora, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16: 621-636.
- Ramírez, P.; Gary, L.; Piguave, E.; Farfan, Y. 1990. Introducción y evaluación de germoplasma forrajero, en Flavio Alfaro Manabí, Ecuador. *In: Keller-Grein (De). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Amazonia*, 1. Lima, Perú. 1990. [Trabajos Presentados]. Cali, CO, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Doc. No 75. V.1. p. 193-197
- Sanabria, D. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de mesa del estado Bolívar, Venezuela. *Zootecnia Tropical* Vol. 13(2):63-76
- Sosa, R.; Cabrera, T.; Pérez, R.; Ortega, R.; Buenfil, Z. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc Pecu. Méx*, 42(2):129-144.
- Thomas, D.; De Andrade, R.; Couto, W.; Campo, C.; Moore, H. 1981. *Angropogon gayanus* var *Bisquamulatus* cv *Planaltina* principais características forrageiras. *Pesq. Agrop. Bras. Brasilia*. 16(3): 347-355.
- Vallejos, A.; Pizarro, E.; Chávez, C. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas. Gualipés, Costa Rica. 1. *Ecotipos de Brachiarias* 11 (2): 2-9.
- Viccaino, M.; Asencio, V. 2004. Resultados de investigación en pastos y forrajes: evaluación del comportamiento de cuatro gramíneas forrajeras en suelos ácidos de Pedro Brand, República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. Pp 75-82.

# Caracterización genética del ganado Criollo Lechero Dominicano utilizando microsatélites

Helmut Bethancourt<sup>1</sup> y Bolívar Toribio<sup>2</sup>

En el ganado bovino criollo lechero se conocen pocos animales denominados puros. La biología molecular es una herramienta utilizada para la caracterización genética de razas de animales como un prerrequisito para la toma de decisión en los programas de mejoramiento y conservación. El objetivo de este estudio es caracterizar la población bovina Criollo Lechero Dominicano con un panel de 11 microsatélites seleccionados a partir de las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG) para el estudio de biodiversidad genética bovina. Se analizaron muestras de ADN obtenidas de la población bovina criollas del Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Animal (CIMPA), donde se dispone de ejemplares puros. La amplificación se realizó mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). La electroforesis se llevó a cabo mediante un secuenciador automático ABI PRISM 3130 Genetic Analyzer. La tipificación alélica se realizó con los paquetes informáticos Genemapper 4.0. Para cada microsatélite se calculó el contenido de información polimórfica (PIC), el número medio de alelos ( $N_a$ ), la heterocigosis observada ( $H_o$ ), la heterocigosis esperada ( $H_e$ ), el estadístico Fis y equilibrio Hardy-Weinberg (HWE). Los valores obtenidos fueron: PIC: 0.715;  $N_a$ : 8.09;  $H_e$ : 0.7577;  $H_o$ : 0.7487. Se notan valores de heterocigosis relativamente altos, pero estos son similares a encontrados en otras poblaciones bovinas criollas latinoamericanas. Se sugirió un modelo de cruzamiento rotacional basado en cálculos de distancia genética para la conservación de esta raza criolla y procurar un aumento de su población.

**Palabras clave:** Variabilidad genética, microsatélites.

## INTRODUCCIÓN

El ganado criollo en América Latina se caracteriza por tener cualidades favorables para su desarrollo en el trópico. Tienen pelo corto y escaso, su coloración varía desde amarillo al rojo y negro pudiendo tener un poco de blanco en la parte inferior. Su piel es pigmentada usualmente tiene arrugas en la zona del cuello, cara y alrededor de los ojos. Tienen un sistema óseo delgado, y pezuñas resistentes y buena agilidad para andar Veras *et al.* (1986).

El Criollo Lechero Dominicano es el resultado de la multiplicación y adaptación al medio ambiente de los animales traídos a la República Dominicana desde el descubrimiento de América hasta el siglo XIX. Selección natural durante tres siglos ha resultado en una adaptabilidad al trópico de animales con línea de producción lechera (SEA 1978).

La selección natural ocurrida durante años, así como cruces dirigidos por ganaderos hicieron que la denominada raza Criolla se adaptara a las condiciones climáticas locales. Sin embargo, a principio del siglo XX se notó una disminución en la calidad genética de la ganadería y se sugirió el uso de razas introducidas especializadas con mayor productividad. Desde el año 1910, se importaron toros puros de razas comerciales, estos se distribuyeron entre los ganaderos, disminuyendo el uso de ganado Criollo en el país (Ottenwalder 2002).

En el año 1976, inició un proyecto para rescatar el ganado criollo en el Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Animal (CIMPA) con apoyo de varias instituciones nacionales. El proyecto incluyó la adquisición de unas 130 vacas con características de ganado criollo en varias zonas del país. Se hicieron cua-

<sup>1</sup>Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Santo Domingo, República Dominicana. Para contacto: helmutbio@yahoo.com

<sup>2</sup> Especialista en producción animal.

tro grupos, denominados familias, dependiendo del origen geográfico de los animales para evitar la consanguinidad entre ellos.

Aunque en algunos años se descuidaron los trabajos de conservación del ganado criollo, por lo que se redujo su población, actualmente, en el hato el Criollo lechero existen unos pocos animales denominados puros y otros considerados mestizos. Se consideró importante el aprovechamiento de la biología molecular para continuar con la adecuada conservación del ganado Criollo Lechero Dominicano.

Actualmente, el Criollo Lechero Dominicano tiene peso promedio de 430 kg y altura a la cruz de 130 cm y, usualmente, se distingue una coloración oscura en las pezuñas y partes de la cara (Toribio *et al.* 2011)

Para esta investigación se utilizaron marcadores moleculares microsatélites, recomendados por consultores de la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG) para la caracterización genética de razas de animales como un prerrequisito para la toma de decisión en los programas de conservación. Los microsatélites son los más utilizados para caracterizar ganado bovino y son útiles para mapeo genético, determinación de paternidad, investigación médica y estudios de variación genética (Lirón *et al.* 2006). La información generada permitirá proponer un modelo de conservación para mantener la diversidad genética del ganado Lechero Criollo Dominicano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de pelos fueron tomadas de animales de ganado bovino Criollo Lechero Dominicano, en el Centro de Investigación y Mejoramiento para la Producción Animal (CIMPA), localizado en Estancia del Yaque, Santiago, República Dominicana, a un grupo de 21 vacas, 7 novillas y 6 toros para un total de 34 animales puros. Las muestras se enviaron de acuerdo a los lineamientos de la Dirección General de Ganadería y las autoridades competentes chilenas al laboratorio de marcadores moléculares doctor Hiroshi Takamine de la Universidad Austral de Chile, donde fueron procesadas.

A partir de cada muestra, en el laboratorio se seleccionaron 3 pelos que presentasen un folículo piloso visible. Dichos pelos se lavaron brevemente con agua destilada y se cortaron a 1 cm del bulbo. Estas muestras se dispusieron en un tubo Eppendorf de 1,5 ml, al cual se le agregó 200  $\mu$ L de solución al 5% de Chelex 100 y 1,0  $\mu$ L de proteinasa K (20 mg/ml). Las muestras se incubaron a 56°C por toda la noche en un baño termostático, y luego por 8 min a 95°C, para inactivar la proteasa. Antes de ser utilizada para su amplificación mediante PCR, se centrifugó la muestra por 2 min a 14.000 r.p.m., para separar las impurezas.

En el estudio se utilizaron 11 marcadores microsatélites recomendados por la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG). Estos son los siguientes: TGLA227, BM2113, TGLA53, ETH10, SPS115, TGLA126, TGLA122, INRA23, ETH3, ETH225, BM1824. Estos microsatélites fueron recomendados por los consultores de la ISAG para la caracterización genética de razas bovinas. Los mismos fueron analizados siguiendo un protocolo que consideró una reacción múltiple en un termociclador GeneAmp modelo 2720 (Applied Biosystems). Cada reacción de PCR consideró un volumen de 8  $\mu$  que contenía entre 20 y 100 ng de ADN genómico, 100  $\mu$ M de dNTP, 1,5  $\mu$ M de MgCl<sub>2</sub>, entre 0,1 y 0,3 mM de partidor, tampón de PCR 1x y 1U de ampliTa-qGold ADN polimerasa (Applied Biosystem). Las condiciones de reacción incluyeron una etapa inicial de desnaturalización del ADN por 15 min a 95°C, seguida de 31 ciclos de amplificación consistentes en: desnaturalización por 45 seg a 94°C, hibridación por 45 seg a 61°C y elongación por 1 min a 72°C, para terminar con 2 etapas de extensión de 60 min a 72°C y 120 min a 25°C.

De cada muestra amplificada se obtuvo 1  $\mu$ l de ADN, al que se le adicionó 0.25  $\mu$ l Liz 500 Size Estándar y 10  $\mu$ l de Formamida. Estos tubos, se sometieron a 95°C por 5 minutos, para posteriormente ser llevados al equipo de análisis de ADN ABI Prism 3130 Genetic Analyzer, donde se realizó la electroforesis capilar automatizada.

Para el análisis de los fragmentos, se utilizó el software Genemapper 4.0, del cual se obtuvo el electroferograma. Aplicando el criterio de asig-

nación de genotipos según nomenclatura recomendada por la ISAG en Test de Comparación 2007, se determinaron los genotipos presentes en cada uno de los locus, de cada animal.

Para el análisis de datos relativos a la población estudiada, se utilizó el programa informático Genepop 4.0 (Raymond y Rousset 1995) y también el Microsatellite Tool Kit para Microsoft Excel. Para cada microsatélite se calculó el índice de contenido polimórfico (PIC), el número medio de alelos ( $N_a$ ), la heterosis observada ( $H_o$ ), la heterosis esperada ( $H_e$ ), el estadístico Fis (Weir y Cockerham 1984) y el equilibrio genético Hardy-Weinberg. Se determinó distancia genética utilizando el coeficiente de Jaccard y se generó un dendrograma usando el método UPGMA con el programa DendroUPGMA (García-Vallvé *et al.* 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los microsatélites estudiados mostraron un alto grado de polimorfismo detectándose 89 alelos en los 11 *loci* de los 34 animales estudiados, lo que corresponde a un promedio de 8.09 alelos por

locus. El número de alelos por locus varió desde un máximo de 11 alelos para los locus TGLA227, BM2113 y TGLA122 hasta un mínimo de 5 correspondiente al locus TGLA 126 (Tabla 1). El 45% de los locus presentó más de 8 alelos (5 de 11), y debido a esto se encontró un promedio de alelos tan alto en la población, así como en los niveles de heterosis y el índice de contenido polimórfico (PIC). El número promedio de alelos es similar al 8.14 reportado para la raza Limonero de Venezuela (Villasmil *et al.* 2008) y al 8.2 de la raza Criolla de Brasil (Steigleder *et al.* 2004). Sin embargo es superior al 5.63 reportado para la raza panameña Guabalá (Villalobos *et al.* 2009) y, también, superior a 6.2 y 7.3 reportado para la raza Retinta española y la criolla argentina, y 6.6, 7.3 y 7.8, reportado para razas criollas bolivianas (Lirón *et al.* 2006), y valores entre 5.5 y 7.2 reportados para razas de la península ibérica y Francia (Beja-Pereira *et al.* 2003).

Cabe destacar que a mayor número de animales muestreados existe mayor posibilidad de detectar un mayor número de alelos, y que se encontró un número relativamente alto para una muestra reducida de animales muestreados.

Tabla 1. Frecuencia alélica y parámetros de diversidad para 11 microsatélites utilizados en el ganado criollo lechero (Alelic frequency and diversity parameters for 11 microsatellites used)

	TGLA227		BM2113		TGLA53		ETH10		SPS115		TGLA126	
	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.
1	75	10	121	15	154	10	213	1	248	28	115	43
2	77	2	123	1	160	33	215	2	250	1	117	11
3	79	5	125	13	162	9	217	22	252	9	119	9
4	81	12	127	6	164	3	219	18	254	13	121	1
5	83	1	129	3	166	1	221	19	256	11	123	4
6	87	1	131	1	168	2	223	6	260	6		
7	89	22	135	16	170	5						
8	91	7	137	2	172	2						
9	93	3	139	7	174	1						
10	97	3	141	2	176	2						
11	103	2	143	2								
$H_o$	0.79		0.79		0.71		0.76		0.85		0.47	
$H_e$	0.83		0.85		0.73		0.75		0.75		0.56	
FIS	0.047		0.065		0.028		-0.021		-0.135		0.163	
PIC	0.80		0.82		0.69		0.69		0.71		0.51	

$H_o$  – heterosis observada;  $H_e$  – heterosis esperada; Fis – estadístico Fis; PIC – índice de contenido polimórfico.

Los valores PIC indican cuáles de los microsatélites fueron los más informativos. Valores sobre 0.5 son muy informativos, entre 0.25 y 0.5 son medianamente informativos y por debajo de 0.25 denota baja información polimórfica (Martínez *et al.* 2005). Todos los marcadores utilizados en el estudio fueron muy informativos y por tanto son útiles para valorar la diversidad genética de la raza Criolla Lechera Dominicana, siendo el menor valor de 0.514 (TGLA126) y el más alto 0.816 (BM2113). Los valores para cada marcador se muestran en la Tabla 1.

Para medir la variabilidad genética se utilizan la heterosis observada (Ho) y la heterosis esperada no sesgada (He). Ho es el número relativo de individuos heterocigotos para cada locus encontrado en la población estudiada, mientras que He es la frecuencia relativa que se debería observar luego de apareamientos entre individuos al azar con las mismas frecuencias génicas observadas en la población (Villasmil *et al.* 2008).

Se encontró que todos los marcadores estaban en equilibrio de Hardy-Weinberg ( $p < 0.05$ ). Los estimados de Fis se realizaron de acuerdo

Weir y Cockerham (1984) (Tabla 1). Todos tuvieron valores bajos con excepción de SPS115, TGLA126 e INRA23. Sin embargo, se continuó con el resto de los análisis ya que no hubo ningún problema de interpretación alélica. Hay que notar que la población estudiada se maneja con cruzamientos dirigidos y no un sistema de cruzamiento natural, y que hay mayor número de hembras que de machos por lo que no se asume un cumplimiento con todas las suposiciones de Hardy-Weinberg de equilibrio entre los *loci*.

El Ho fue 0.749, similar al 0.739 del criollo argentino, pero inferior al criollo Saavedreño boliviano con 0.851 (Lirón *et al.* 2006). Este valor es superior a la heterosis observada de 0.6115 en el ganado español Mostrenco (Martínez *et al.* 2005) y 0.602 observado en la raza venezolana Limonero (Villasmil *et al.* 2008). En un estudio realizado a poblaciones de razas comerciales Gyr, Nellore, Guzarat y Holstein se ha detectado un alto nivel de endogamia con un valor promedio de 0.350 de heterosis observada (Machado *et al.* 2003).

El He tuvo un valor de 0.758, similar al de la raza Morucha de España (0.709), pero superior

Tabla 1. (cont.). Frecuencia alélica y parámetros de diversidad para 11 microsatélites utilizados en el ganado criollo lechero (Allelic frequency and diversity parameters for 11 microsatellites used)

	TGLA122		INRA23		ETH3		ETH225		BM1824	
	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.	Alelo	Frec.
<b>1</b>	139	2	194	5	117	13	140	9	178	17
<b>2</b>	141	28	198	3	119	11	142	5	180	4
<b>3</b>	143	1	200	1	121	13	144	7	182	29
<b>4</b>	145	1	204	1	125	21	148	10	188	16
<b>5</b>	147	1	206	13	127	8	150	28	190	1
<b>6</b>	149	14	208	12	129	2	158	1	192	1
<b>7</b>	151	6	210	2			160	8		
<b>8</b>	153	3	212	2						
<b>9</b>	161	9	214	23						
<b>10</b>	163	1	216	6						
<b>11</b>	169	2								
<b>Ho</b>	0.79		0.71		0.82		0.76		0.76	
<b>He</b>	0.77		0.81		0.80		0.77		0.71	
<b>FIS</b>	-0.032		0.133		-0.028		0.010		-0.083	
<b>PIC</b>	0.73		0.78		0.76		0.73		0.64	

Ho – heterosis observada; He – heterosis esperada; Fis – estadístico Fis; PIC – índice de contenido polimórfico.

al 0.611 reportado para la raza francesa Aubrac (Beja-Pereira *et al.* 2003) y al 0.689 y reportado para el criollo Limonero (Villasmil *et al.* 2008) y el criollo Peruano (Aquino *et al.* 2008), respectivamente. Y también superior a 0.530 reportado para razas comerciales (Machado *et al.* 2003). A pesar de contar con una población reducida de 34 animales, el ganado Criollo Lechero Dominicano mostró un valor de heterosis superior al 0.612 reportado por un estudio similar realizado con 340 animales criollos (Martínez *et al.* 2005).

De acuerdo a los resultados de las distancia genética en la población, se separaron cuatro familias y se elaboró un plan de cruzamiento rotacional para mantener la diversidad y aumentar el tamaño de la población.

## CONCLUSIONES

Se ha verificado una alta variabilidad en el ganado Criollo Lechero Dominicano. Esto sugiere que este hato es una rica reserva de diversidad genética y su notable adaptación al medio local refuerza la importancia de preservarlo como una raza pura.

Se puede confirmar que el grupo de marcadores microsatélites utilizado es adecuado y contribuye al conocimiento genético del ganado Criollo Lechero Dominicano. Esta ventaja permite hacer planes de conservación adecuados.

El modelo de conservación sugerido puede ayudar a conservar la diversidad genética en el hato, así como ser la base para un mejoramiento genético del mismo para su uso en ganaderías comerciales que procuran obtener cruces más resistentes y productivos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF) por financiar esta investigación, al doctor Manuel Ortiz por el valioso apoyo otorgado en su laboratorio y al CIMPA por suministrar el material genético de la población estudiada.

## LITERATURA CITADA

Aquino, Y.; Veli, E.; Rivas, E.; Rivas, V.; Estrada, R. 2008. Variabilidad genética de bovinos criollos de Perú utilizando marcadores microsatélites. *Arch. Zootec.* 57:337-340.

Beja-Perira, A.; Alexandrino, P.; Bessa, I.; Carretero, Y.; Dunner, S.; Ferrand, N.; Jordana, J.; Laloe, D.; Moazami-Goudarzi, K.; Sanchez, A.; Cañon, J. 2003. Genetic characterization of southwestern European bovine breeds: a historical and geographical reassessment with a set of 16 microsatellites. *J Hered* 94:243-250.

Bishop, M.; Kappes, S.; Keele, J.; Stone, R.; Sunden, S.; Hawkins, G.; Solinas, T.; Fries, R.; Grosz, M.; Yoo, J.; Beattie, J.; 1994. A genetic linkage map for cattle. *Genetics* 136:619-639.

García-Vallvé, S.; Puigbo, P. 2009. DendroUPGMA: A dendrogram construction utility. Biochemistry and biotechnology Department. Universitat Rovira I Virgili (URV). Rovira, ES.

Lirón, J.; Peral-García, P.; Giovambattista, G. 2006. Genetic Characterization of Argentine and Bolivian Creole Cattle Breeds Assessed through Microsatellites. *J Hered* 97 (4): 331-339.

Machado, M.; Schuster, I.; Martínez, M.; Campos, A. 2003. Genetic diversity of four cattle breeds using microsatellite markers. *R. Bras. Zootec.* 32: 93-98.

Martínez, A.; Calderón, J.; Camacho, E.; Rico, C.; Vega-Pla, J.; Delgado, J. 2005. Caracterización genética de la raza bovina mostrenca con microsatélites. *Archivos de Zootecnia* 54: 357-361

Ottenwalder, F. 2002. La Pecuaria Dominicana. Editorial Letra Gráfica: Santo Domingo, DO. P 13.

Raymond, M.; Rousset, F. 1995. Genepop (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *J. Heredity*, 86:248-249.

SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 1978, Rescate y Desarrollo del Ganado Lechero Criollo, Centro de Investigación y Mejoramiento de la Producción Animal (CIMPA). Editado por la Unidad de Divulgación Técnica de la Secretaría de Estado de Agricultura. Santo Domingo, DO.

Steigleder, C.; Almeida, E.; Weimer, T. 2004. Diversidad genética del bovino criollo brasileño utilizando catorce loci de microsatélites. *Arch. Zootec.* 53: 3-11.

Toribio, B.; Moquete, A.; Lubin, G. 2011, Medidas zoométricas y peso del ganado criollo lechero de CIMPA. Documento interno. Santiago, DO.

Veras, J.; Bonilla, B.; Guerrero, M. 1986. Comportamiento Productivo y Reproductivo de un Hato de Ganado Mestizo de Criollo en República Dominicana. Tesis de grado de ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO. Pp 49-51

Villalobos, A.; Martínez, A.; Vega-Pla, J.; Delgado, J. 2009. Caracterización genética de la población bovina Guabalá mediante microsatélites. *Archivos de Zootecnia* 58: 485-488.

Villasmil-Ontiveros, Y.; Román, R.; Yáñez-Cuellar, L.; Contreras, G.; Jordana, J.; Aranguren-Méndez, J. 2008. Diversidad Genética de la raza Criollo Limonero utilizando marcadores de ADN microsatélites. *FCV-Luz. XVIII:* 415-423.

Weir, B.; Cockerham, C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of populations structure. *Evolution* 38:1358-1370.



# Efecto del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo de cerdos en engorde

José Carvajal<sup>1</sup>

Con el propósito de estudiar fuentes alternativas locales de alimentación que sustituyan materias primas tradicionales, a base de concentrados, se evaluó el efecto de diferentes dietas a base de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo y económico de cerdos en etapa de engorde. Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro replicas. Los tratamientos estudiados fueron 0, 20, 30, 40, 50 y 60% de inclusión de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz en las dietas. Las variables estadísticas evaluadas fueron procesadas a través de un análisis de varianza ( $P < 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico InfoStat. Se realizó un estudio económico de las dietas mediante un análisis de presupuestos parciales. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables estudiadas (peso corporal, aumento de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia). La dieta con 60% de inclusión de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz resultó más económica y de mayor beneficio neto, costo que varían de RD\$28.34 y un beneficio neto de RD\$39.66/kilogramo. Los resultados sugieren que los cerdos en la etapa de engorde aceptan favorablemente hasta un 60% de inclusión de fermentado en la dieta sin afectar significativamente las variables productivas de los animales. El uso de fermentado de malta y pasta de arroz es una alternativa alimenticia para los cerdos porque permite obtener rendimientos productivos similares a los tradicionales, a base de concentrados, y disminuir los costos de producción.

**Palabras clave:** subproductos, fermentación anaeróbica, alimentación alternativa, ensilaje.

## INTRODUCCIÓN

La alimentación representa entre el 70 y el 80% de los costos de producción de una granja porcina (IDIAF 2007). La utilización de alimentos concentrados en la crianza porcina incrementa la productividad y la vulnerabilidad alimenticia de la República Dominicana. Los insumos alimenticios importados generalmente presentan precios altos, el maíz, por ejemplo, para la República Dominicana registro un aumento del 2006 al 2011 del 141.50%, al pasar de US\$135.00 a US\$326.00 la tonelada métrica; afectando directamente los costos unitarios de producción, que se traducen en elevadas erogaciones de divisas, negativas para la economía nacional.

Generalmente, 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 (Figueroa 1990), y cuando las producen, los índices de productividad son de dos a tres veces menores que países desarrollados (FAO 1993). El rendimiento promedio del maíz en los trópicos es de 1 800 kg/ha (Paliwal *et al.* 2001) y en las zonas templadas es de 7 000 kg/ha (CIMMYT 1994). Los países del trópico, para mejorar la rentabilidad en la producción de cerdos deben desarrollar estrategias que integren sus recursos naturales con tecnologías que permitan el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socio-económicas locales.

En la República Dominicana se dispone de subproductos agrícolas, tales como: café, cacao, cervecería, arroz, trigo, tomate y cítricos, entre otros, que pueden ser utilizados como al-

<sup>1</sup> Investigador en producción animal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro de Producción Animal, kilómetro 24 Autopista Duarte, municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, DO. Teléfono: 809-559-8763 y fax: 809-559-7792. Correo electrónico: jcarvajal@idiaf.gov.do

alternativas alimenticias para sustituir parcialmente los cereales y la soya en la elaboración de dietas alimenticias para cerdos. Estos recursos alimenticios, en condiciones normales, no tienen la misma calidad nutricional que la soya y el maíz, sin embargo, hay procesos, como la fermentación anaeróbica, que permiten elevar la calidad nutricional de los subproductos haciendo, por ejemplo, las proteínas y las minerales más asimilables por los animales y ofreciendo la oportunidad de 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 lo que se logran 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), comprobaron que el proceso de fermentación sólida usando el hongo *Aspergillus niger* Tiegh, reduce significativamente los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, a la vez que aumenta su contenido de proteínas verdaderas en pulpa de café. Similares resultados 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 a partir del uso de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo y económico de cerdos en la etapa de engorde.

## 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. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 34' N y longitud de 70° 05' O, con una altitud de 90 m.s.n.m. Temperatura media anual de 25°C y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

El estudio tuvo una duración de 30 días y se utilizaron 48 cerdos con un peso promedio inicial de 72.77±5.59 kilogramos. Las unidades expe-

rimentales estuvieron compuestas por 2 cerdos, Figura 1. En un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.



Figura 1. Cerdos utilizados en el ensayo de alimentación con diferentes niveles de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz.

El fermentado utilizado en el experimento fue una mezcla de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz (cilindro o pulidura de arroz), Figura 2. Adicionalmente, se incluyó 1.36 kilogramos de un inóculo a base lactobacilos por cada 45.36 kilogramos de dicha mezcla. El inóculo 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 1. Una muestra de este fermentado después de 21 días de elaborado se envió al laboratorio, para determinar sus características nutricionales, Tabla 2.



Figura 2. Elaboración de fermentado de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz.

La malta, Figura 3, 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).

Tabla 1. Composición de la mezcla para la obtención de 200 litros del inóculo (Vitafert)

Componentes <sup>1</sup>	Composición (kg)	Precio/kg (RD\$)	Total (RD\$) <sup>2</sup>
Gallinaza	25.00	1.41	35.27
Melaza de caña	25.00	8.82	220.46
Urea	1.20	26.46	31.75
Sulfato Amonio	0.40	30.86	12.35
Harina de Soya	4.00	16.53	66.14
Afrecho de trigo	8.00	6.61	52.91
Yogurt	2.00	33.25	66.50
Mano de obra	1.00		50.00
Costo tanque <sup>-1</sup>			535.37
Costo qq <sup>-1</sup>			133.84

Fuente: Calderón *et al.* 2005

Tabla 2. Análisis bromatológico del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

Categoría	Valores Obtenidos, %
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 ISA (2009)



Figura 3. Malta de cervecería

La pasta de arroz, Figura 4, es un subproducto que se obtiene en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. La pasta de arroz está constituida por la

almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen; representa el 8% del peso del grano, FED-NA (2003).



Figura 4. Pasta de arroz

Los tratamientos utilizados consistieron en seis dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz con 0, 20, 30, 40, 50 y 60%, Tabla 3, formulados según los requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa de engorde, de acuerdo a requerimientos NRC (1998), los cuales 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 para un mejor manejo del experimento. Además, se pesaron y desparasitaron al inicio experimento y fueron sometidos a un período de adaptación al consumo de las dietas por siete días. El alimento se suministró *ad libitum*.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la separación de medias con la prueba de Tukey. El peso inicial de los cerdos se utilizó como variable para un análisis de covarianza. El procesamiento de los datos se realizó con ayuda del programa de análisis estadístico InfoStat Versión, 2008 (Di Rienzo 2008). Se realizó un estudio económico de los tratamientos mediante un análisis de presupuestos parciales (Reyes 2001), utilizando los costos que varían y los costos de los insumos alimenticios utilizados en el experimento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables peso corporal, aumento de peso total, ganancia de peso diaria y conversión alimenticia no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) (Tabla 4). Estos datos indican que la inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz hasta en un 60% no afectaron las variables productivas de los cerdos en eta-

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)	T6 (%)
Harina de Maíz	66.15	55.10	51.21	47.27	38.06	28.85
Harina de Soya	20.12	12.81	11.35	9.90	7.65	5.40
Grasa Amarilla	1.54	-	0.33	0.68	2.11	3.55
Afrecho Trigo	10.00	10.00	5.00	-	-	-
Fermentado <sup>1</sup>	-	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00
Lisina	0.04	0.20	0.27	0.34	0.41	0.48
Fosfato Monodivale	0.41	0.03	-	-	-	-
Premezcla Vit. y Min. de cerdos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oxido Zinc	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Sulfato Cobre	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Carbonato Calcio	0.94	1.06	1.04	1.01	0.97	0.92
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

<sup>1</sup>Fermentado utilizado en base seca

pa de engorde, ni su capacidad de ingestión. Los resultados de las variables productivas obtenidas durante este estudio, fueron similares a Campadal (2001), de 3.10 y 3.50 Kg día<sup>-1</sup> para la ingestión de alimento. En caso de la ganancia de peso resultó superior con 800 y 900 g día<sup>-1</sup> (Figuras 5 y 6).

El análisis económico indica que el tratamiento con 60% de inclusión del fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz resultó de menor costo de producción y de mayor beneficio neto, con un costo de alimentación para producir un kilogramo de peso vivo de RD\$28.34 y un beneficio neto por cada kilogramo de peso aumentado de RD\$39.66, Figura 6. Sin embargo, a pesar de obtener pesos corporales y aumen-

tos similares, el tratamiento sin la inclusión de fermentado resultó mayor costo de producción y menor beneficio neto, con un costo de RD\$41.59 por kilogramos de peso producido y un beneficio neto de RD\$26.41 por cada kilogramo de peso obtenido, Tabla 5. Estos resultados sugieren que los niveles de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz estudiados son aceptados por los cerdos en la etapa de engorde y no aumenta el tiempo de salida de los animales al mercado. Estos datos confirman la factibilidad de reemplazar la harina de soya y de maíz por el fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la etapa de engorde de cerdos, Figura 7.

Tabla 4. Variables productivas en cerdos de engorde como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería y pasta de arroz.

Variables productivas	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso inicial (kg <sup>-1</sup> )	72.25	73.63	70.13	75.50	72.13	73.00 <sup>NS</sup>
Peso corporal final (kg <sup>-1</sup> )	100.75	102.56	100.71	102.96	101.18	102.16 <sup>NS</sup>
Ganancia diaria (g <sup>-1</sup> )	932.32	992.99	931.31	1006.32	946.91	979.52 <sup>NS</sup>
Aumento de peso (kg <sup>-1</sup> )	27.98	29.79	27.94	30.19	28.41	29.39 <sup>NS</sup>
Consumo total (kg <sup>-1</sup> )	95.19	98.29	98.79	99.95	95.34	92.56 <sup>NS</sup>
Consumo diario (kg <sup>-1</sup> )	3.17	3.28	3.29	3.33	3.18	3.09 <sup>NS</sup>
Conversión alimenticia (kg kg <sup>-1</sup> )	3.57	3.38	3.62	3.34	3.39	3.26 <sup>NS</sup>

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

Tabla 5: Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en cerdos de engorde 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 de alimento (kg RD\$ <sup>-1</sup> )	11.65	9.91	9.61	9.31	9.00	8.70
Consumo (kg día <sup>-1</sup> )	3.17	3.28	3.29	3.33	3.18	3.09
Tiempo de estudio (días)	30	30	30	30	30	30
Conversión alimenticia (kg kg <sup>-1</sup> )	3.57	3.38	3.62	3.34	3.39	3.26
Costos que varían (RD\$ kg <sup>-1</sup> )	41.59	33.53	34.88	30.97	30.59	28.34
Beneficio bruto (RD\$ kg <sup>-1</sup> )	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
Beneficios netos (RD\$ kg <sup>-1</sup> )	26.41	34.47	33.12	37.03	37.41	39.66

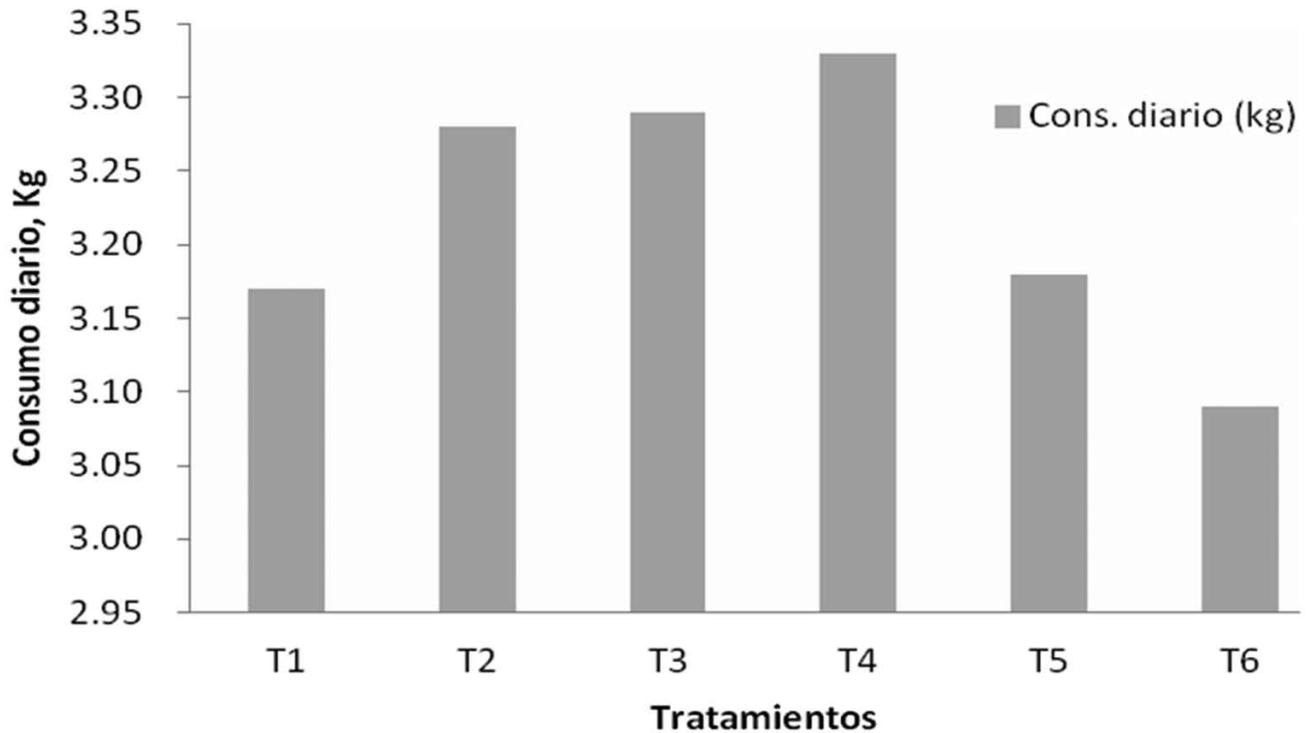


Figura 5. Comportamiento del consumo de alimento de dietas a base de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en cerdos en engorde

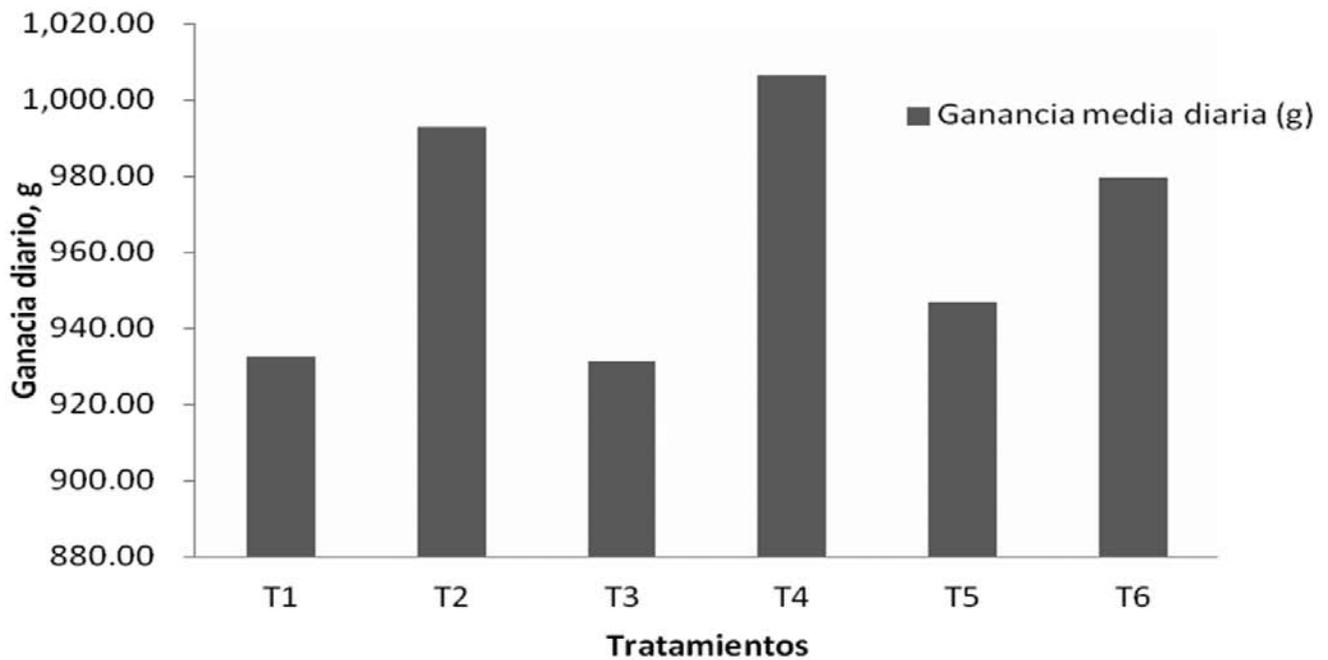


Figura 6. Comportamiento de la ganancia de peso de los cerdos en engorde al consumir alimento a base de alimento fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

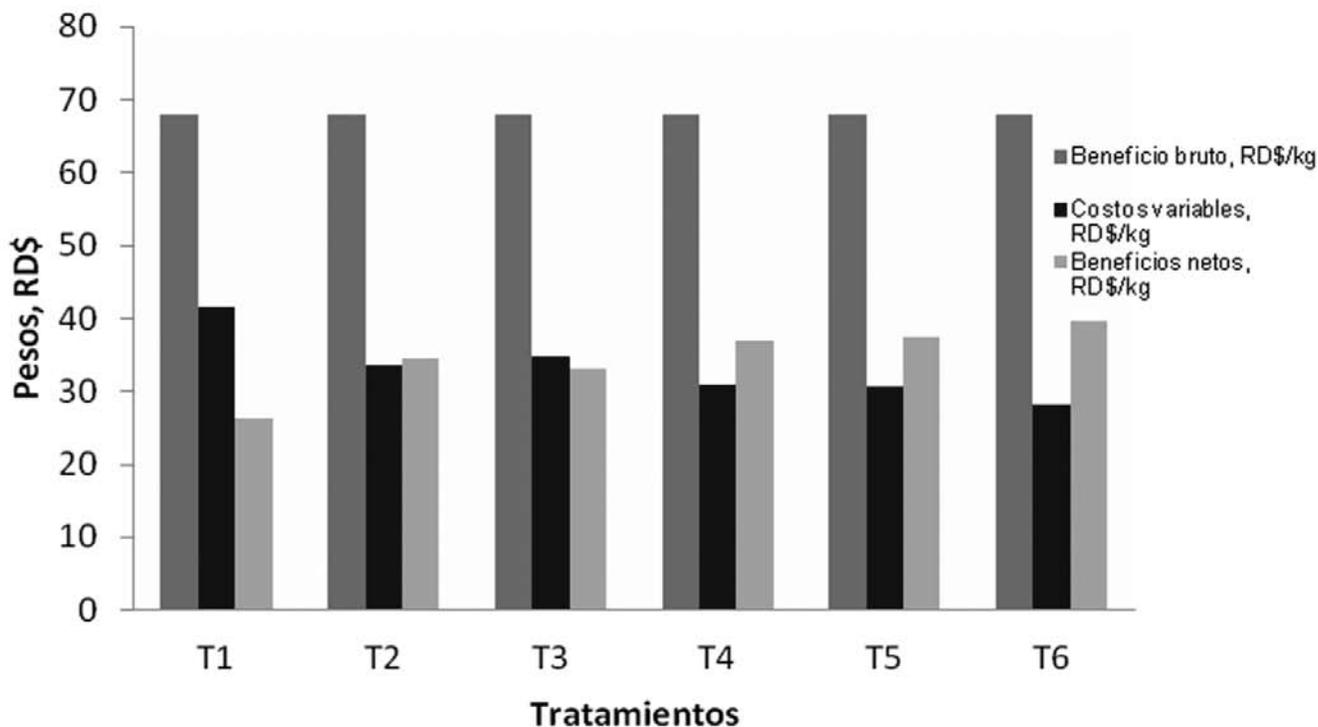


Figura 7. Relación de beneficios y costos de los cerdos en engorde al consumir dietas a base de alimento fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

## CONCLUSIONES

La utilización de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la alimentación de cerdos de engorde produce resultados biológicos y económicos positivos. Estos no afectarán significativamente las variables productivas de los animales y el estudio económico arrojó bajos costos de producción y mayores beneficios netos.

El tratamiento con 60% de inclusión de fermentado, redujo la utilización de la soya y de maíz en un 73.16 y 56.39%, respectivamente, sin afectar el rendimiento de los cerdos. Esto demuestra la buena calidad y asimilación de la proteína y energía del fermentado.

La utilización del fermentado no afectó la capacidad de ingestión de alimentos de los cerdos en la etapa de engorde, no se produjeron variaciones en el consumo de materia seca y ni en conversión alimenticia entre los tratamientos.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda la inclusión de hasta un 60% de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en dietas balanceadas para cerdos de engorde, debido a que resultó con menor costo y mayor beneficio neto, con similar ganancia de peso y consumo de alimento que los demás tratamientos. Además, permite una mayor utilización de subproductos, contribuyendo así a mitigar el impacto negativo que estos provocan al medio ambiente.

## 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 vitafert. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504
- Campabadal, C.; Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de Soya-ASA-México D.F., México, MX. 280p.
- CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, MX). 1994. 1993/94 world maize facts and trends. Mexico, MX.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. *InfoStat, versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1993. Anuario de producción. 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 p.
- 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. La Habana, CU.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2007. Resultados de Investigaciones en Producción Animal. Santo Domingo, DO. Primera Edición. 103 p.
- Molina, M.; Lechuga, R.; Bressani, R. 1990. Valor nutritivo de la pulpa de café sometida a fermentación sólida usando *Aspergillus niger* Tiegh en pollos y cerdos. *Agronomía Mesoamericana*, volumen 1. San José, CR.
- NRC. (National Research Council, US). 1998. Nutrient Requirements of Swine version 2.03. Washington, US.
- Paliwal, R.; Granados, G.; Lafitte, H.; Violic, A. 2001: El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, IT. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM> .
- Peñaloza, W.; Molina. M.R.; Gómez-Brenes. R.; Bressani, R. 1985. Solid-state fermentation: an alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. *Appl. Environ. Microbiol* 49:388-393.
- Pérez, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. *FAO Animal Production and Health Paper* 132. Roma, IT. 185 p.
- Reyes, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala, GT.
- 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. Primera edición. Madrid, ES.

# Efecto del afrecho de arroz en el comportamiento productivo de patos pekineses en crecimiento y engorde

José Carvajal<sup>1</sup>

En la búsqueda de alternativas alimenticias para reducir los costos de alimentación en patos pekinés, se realizó un estudio para evaluar diferentes dietas a base de afrecho de arroz sobre el comportamiento productivo y económico de patos en crecimiento y engorde. Se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron 0, 20, 30, 40, 50, 60 y 70% de inclusión de afrecho de arroz. Las variables estadísticas fueron procesadas a través de un análisis de varianza. ( $P < 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico InfoStat. La evaluación económica se realizó a través del análisis de presupuestos parciales. Los resultados indican que hubo diferencias significativas para las variables peso corporal, aumento de peso y ganancias diarias de peso. El tratamiento de 30% de inclusión resultó similar a los tratamientos de 0, 20, 40 y 50% y diferente a los 60 y 70%. Para la variable conversión alimenticia hubo diferencias significativas, el tratamiento con 70% de inclusión resultó ser diferente a los demás, con la conversión más baja de 5.03 kilogramos de alimento por kilogramo de peso vivo, en comparación con el de 0% de inclusión, el cual obtuvo la conversión más alta de 2.97 similar las demás. En el análisis económico, el tratamiento 30% resultó el de mayor beneficio neto. El uso de afrecho de arroz es una alternativa alimenticia para patos en crecimiento y engorde con rendimientos relativamente altos y menor costo que los alimentos con materias primas tradicionales.

**Palabras clave:** Subproducto, alimentación alternativa, salvado de arroz.

## INTRODUCCIÓN

La crianza de aves de tras patio es una actividad que se realiza en la República Dominicana, permitiendo a las familias rurales obtener huevos y carne a bajo costo, sin embargo, la escasa disponibilidad de fuentes convencionales de alimentación y sus elevados precios constituyen un obstáculo para que esta actividad productiva pueda contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes en zonas rurales.

A esta situación se une la competencia existente entre la población humana y los animales monogástricos (cerdos y aves) por los mismos alimentos y el hecho de que los países en vías de desarrollo, que generalmente están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas ni el avance tecnológico que les permita cosechas productivas de cultivos equivalentes a los cereales y fuentes de proteína convencionales (Figueroa 1990), y cuando las producen, los índices de productivi-

dad son de dos a tres veces menores que lo de países desarrollados (FAO 1993). El rendimiento promedio del maíz en los trópicos es de 1800 kg/ha (Paliwal *et al.* 2001) y en las zonas templadas es de 7000 kg/ha (CIMMYT 1994).

Esta necesidad ha provocado que instituciones de investigación y de desarrollo tecnológico dirijan sus esfuerzos al estudio y evaluación de nuevas fuentes de alimento, que disminuyan el uso de materias primas importadas y se incrementen la utilización de alternativas locales, como es el caso de los subproductos agroindustriales y de cosechas agrícolas.

En la República Dominicana, el principal cultivo alimenticio es el arroz, con más de 154 mil hectáreas cultivada por año (Moquete 2004) y con una producción de arroz blanco que ronda los 10 millones de quintales (CEI-RD 2008), generando una alta cantidad de subproductos como afrecho de arroz, pasta de arroz y puntilla o greña, entre otros.

<sup>1</sup> Investigador en producción animal, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro de Producción Animal, kilómetro 24, Autopista Duarte, Municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, DO. Teléfono: 809-559-8763; Fax: 809-559-7792. Correo electrónico: jcarvajal@idiaf.gov.do

El afrecho de arroz se obtiene en el proceso del pulido del arroz descascarado. Está constituido por diferentes estructuras del grano: pericarpio, testa, aleurona y también, en la mayoría de los casos, incluye el germen y el pulido del endosperma almidonado en cantidades que dependen de la severidad del procesamiento. Las roturas de granos durante el molido produce pequeños fragmentos de endosperma que forma parte del afrecho, al igual que una cantidad variable de contaminación con cáscara (Gallinger 2003).

El afrecho de arroz es una excelente fuente de nutrientes, importante en la alimentación animal. Es rico en aceite y alto contenido de proteína, azúcares y otros carbohidratos. El perfil de aminoácidos generalmente es superior al de los cereales (Farrell 1994), además, constituye una rica fuente de vitaminas B y E (Tabla 1). El afrecho de arroz contiene menor energía que la pasta de arroz dado su nivel inferior de grasa, pero contiene niveles altos de aminoácidos y su conservación en simple.

A estas ventajas nutricionales del afrecho de arroz, se une el hecho de manifestar un menor costo con respecto a las fuentes energéticas tradicionales utilizadas en la alimentación de aves y a no competir con la alimentación humana (Carmioli 1982 y Solis *et al.* 1982).

La producción de los subproductos en arroz está en función de la cantidad de arroz selecto y superior que las firmas obtengan. Así, si se parte de los 11.85 millones de quintales de producción de arroz cáscara procesado y del 11% al 13% de afrecho, en el país se producen entre 1.0 y 1.2 millones de quintales de afrecho (IICA 2002).

Por ser un subproducto abundante en la República Dominicana, es importante evaluar el afrecho de arroz en la alimentación de patos, en la búsqueda de alternativas alimenticias para reducir costos de alimentación con fuentes locales, principalmente para pequeños y medianos productores.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas a partir del uso de diferentes niveles de inclusión de afrecho de arroz en el comportamiento productivo y económico de patos pekineses en las etapas de crecimiento y engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, ubicado en el kilómetro 24 de la Autopista Duarte, Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, DO. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de sabana, con un pH del suelo entre 5.4 a 5.9. Geográficamente

Tabla 1. Composición bromatológica del afrecho de arroz

Composición	Cantidad de nutrientes
Humedad, %	9.90
Ceniza, %	11.60
PB, %	14.80
EE, %	3.20
FB, %	9.70
Ca, %	0.22
P, %	1.77
P fítico, %	1.35
Colina, ppm	1,050.00
LYS, %	0.64
MET, %	0.31

Fuente: FEDNA 2003.

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 35 días y se utilizaron 126 patos pekineses (50% machos y 50% hembras) de tres semanas de edad. Las unidades experimentales estuvieron compuestas por 6 patos (tres hembras y tres machos), en un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones (18 animales por tratamientos). Se estudiaron siete niveles de inclusión de afrecho de arroz 0, 20, 30, 40, 50, 60 y 70% en el alimento (Tabla 2). Los ingredientes se incorporaron según los requerimiento nutricionales de los patos en cada etapa a evaluar (crecimiento y engorde), de acuerdo a lo recomendado por Dean (1998), Tabla 3. El alimento se suministró *ad Libitum*. Los patos se pesaron al inicio del experimento y semanalmente durante cinco semanas (35 días).

Los tratamientos utilizados se describen a continuación:

- T1 = Dieta con la inclusión de 0% afrecho de arroz (testigo)
- T2 = Dieta con la inclusión de 20% de afrecho de arroz
- T3 = Dieta con la inclusión de 30% de afrecho de arroz
- T4 = Dieta con la inclusión de 40% de afrecho de arroz
- T5 = Dieta con la inclusión de 50% de afrecho de arroz
- T6 = Dieta con la inclusión de 60% de afrecho de arroz
- T7 = Dieta con la inclusión de 70% de afrecho de arroz

### Análisis de los datos

Se realizaron análisis de varianza (ANAVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En los casos en que hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), se realizó análisis de separación de medias con la prueba de Tukey. El peso inicial se utilizó como covarianza. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa computarizado de sistema de análisis estadístico InfoStat, versión 2004 (Di Rienzo 2004). Además, se realizó un estudio económico de los tratamientos mediante un análisis de presupuestos parciales (Reyes 2001).

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Harina de Soya	21.60	18.70	17.60	16.20	14.90	11.20	7.30
Harina de Maíz	73.00	54.60	45.20	35.94	26.73	19.10	11.50
Grasa Amarilla	2.80	4.00	4.70	5.38	5.91	6.00	6.00
Afrecho de Arroz	-	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00
Metionina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08
Fosfato Monodivale	1.10	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90
Cloruro de colina	-	0.03	-	0.02	0.02	0.02	0.02
Lisina	0.01	0.11	-	0.03	0.02	1.30	2.70
Carbonato de Calcio	1.00	1.06	1.00	1.03	1.02	1.00	1.10
Premezcla VI/MI de Pollo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Bacitracina de Zinc	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sulfato de cobre	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Tabla 3. Requerimientos nutricionales de los patos en etapa de crecimiento y engorde (2-8 semanas)

Nutrientes (%/kg dieta)	Crecimiento – Engorde (Alta Energía)
Energía Met, kcal/Kg	3086
Proteína, % (aprox.)	16.10
Lisina, %	0.80
Metionina, %	0.35
Calcio, %	0.65
Fósforo, avail, %	0.35
Sodio, %	0.14
Colina, mg/kg	1000

Fuente: Dean 1998.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a las variables peso corporal final, aumento de peso total y ganancia diaria de peso, los resultados indican que hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), Tabla 4. El tratamiento de 30% de inclusión resultó similar a los tratamientos de 0, 20, 40 y 50% y diferente a los 60 y 70%. Estos datos indican que la inclusión de afrecho de arroz hasta en un 50% no afectó la productividad de los patos en la etapa de crecimiento y engorde y en las variables peso corporal final, aumento de peso total y ganancia diaria de peso, Figura 1.

En cuanto a la conversión alimenticia, el análisis de varianza indica que hubo diferencias significativas. El tratamiento con 70% de inclusión necesitó mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso vivo (5.03 kilogramo de alimento), mientras el tratamiento con 0% fue el que necesitó menor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso vivo (2.97 kilogramo de alimento); aunque similar a los demás, Figura 2. En la medida en que se incrementó los niveles de inclusión del afrecho de arroz, aumentó la conversión alimenticia. En todos los tratamientos, se ofertó diariamente la misma cantidad de alimento, sin que se afectara la in-

gestión de alimento de ninguno de los animales bajo estudio.

El análisis económico indicó que el tratamiento con 30% de inclusión de afrecho de arroz resultó ser de menor costo de producción que varían y el de mayor beneficio neto, con un costo por kilogramo de peso producido de RD\$32.71 y un beneficio neto por cada kilogramo de peso ganado de RD\$66.49. Mientras el tratamiento a base de soya y maíz (sin la inclusión de afrecho de arroz) obtuvo costos de producción que varían por encima del tratamiento de 30% de inclusión y consecuentemente, menor beneficio neto, ya que el costo de un kilogramo de alimento del tratamiento sin inclusión de afrecho de arroz fue de RD\$13.17 y el tratamiento con 30% de inclusión de RD\$10.97, Figura 3. Con la inclusión de 30% de afrecho arroz, resulta de una disminución del uso de soya así como de maíz de 18.52 y 38.08%, respectivamente. Esto es debido a que el tratamiento de 30% de inclusión de afrecho de arroz obtuvo una mejor conversión.

Sin embargo, los tratamientos con 40 y 50% de inclusión obtuvieron beneficio neto muy cercano al tratamiento con 30% de inclusión, con RD\$65.76 y RD\$65.83, respectivamente. Esto se debió a que obtuvieron pesos corporales fi-

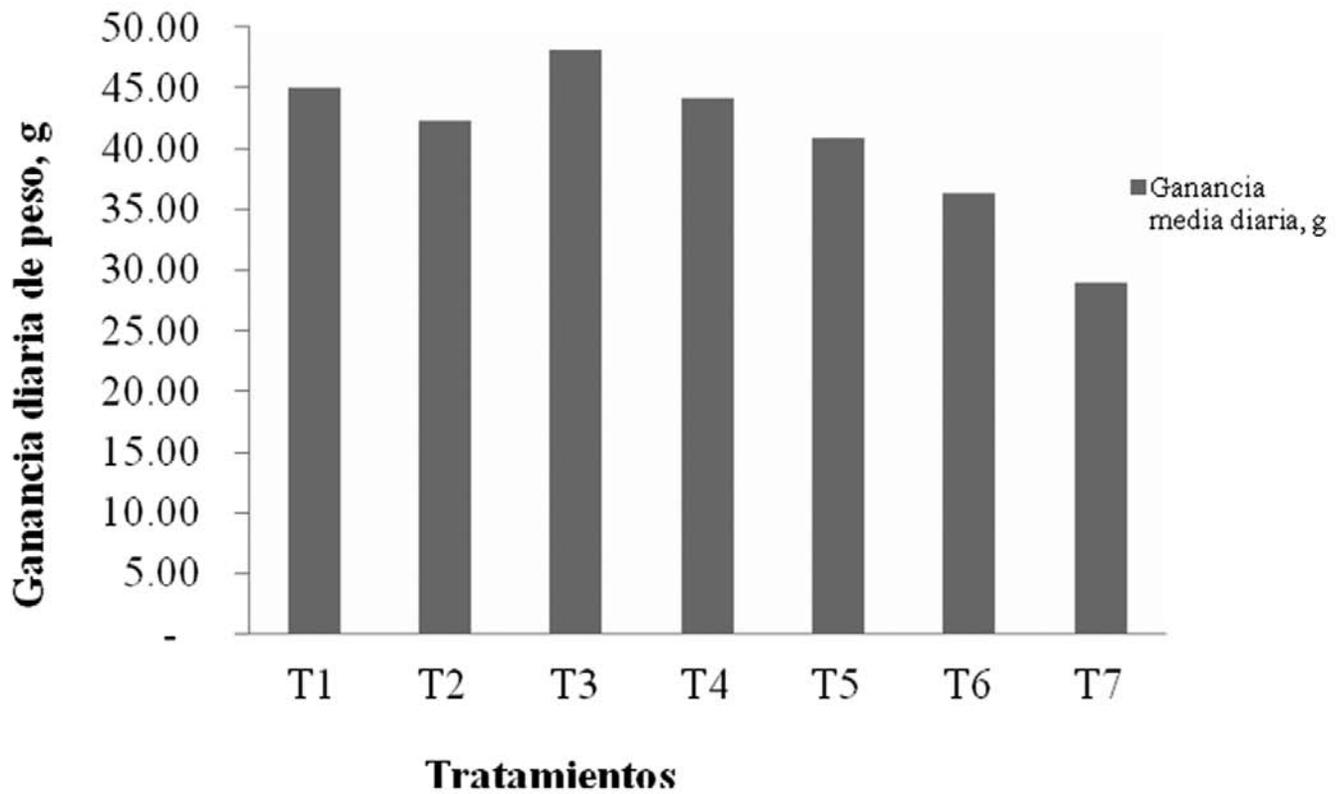


Figura 1. Comportamiento de la ganancia diaria de peso de los patos en la etapa de crecimiento y engorde al consumir dietas a base de afrecho de arroz

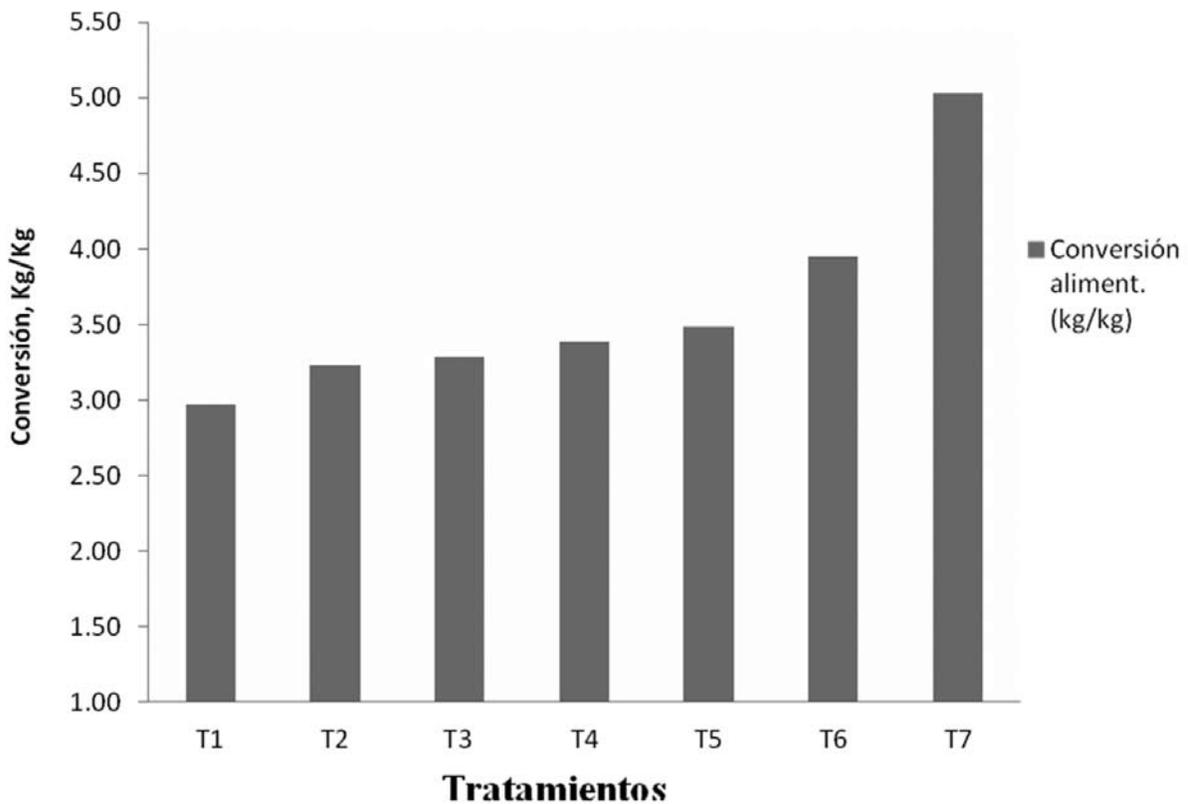


Figura 2. Conversión alimenticia de patos en la etapa de crecimiento y engorde al consumo de dietas a base de afrecho de arroz

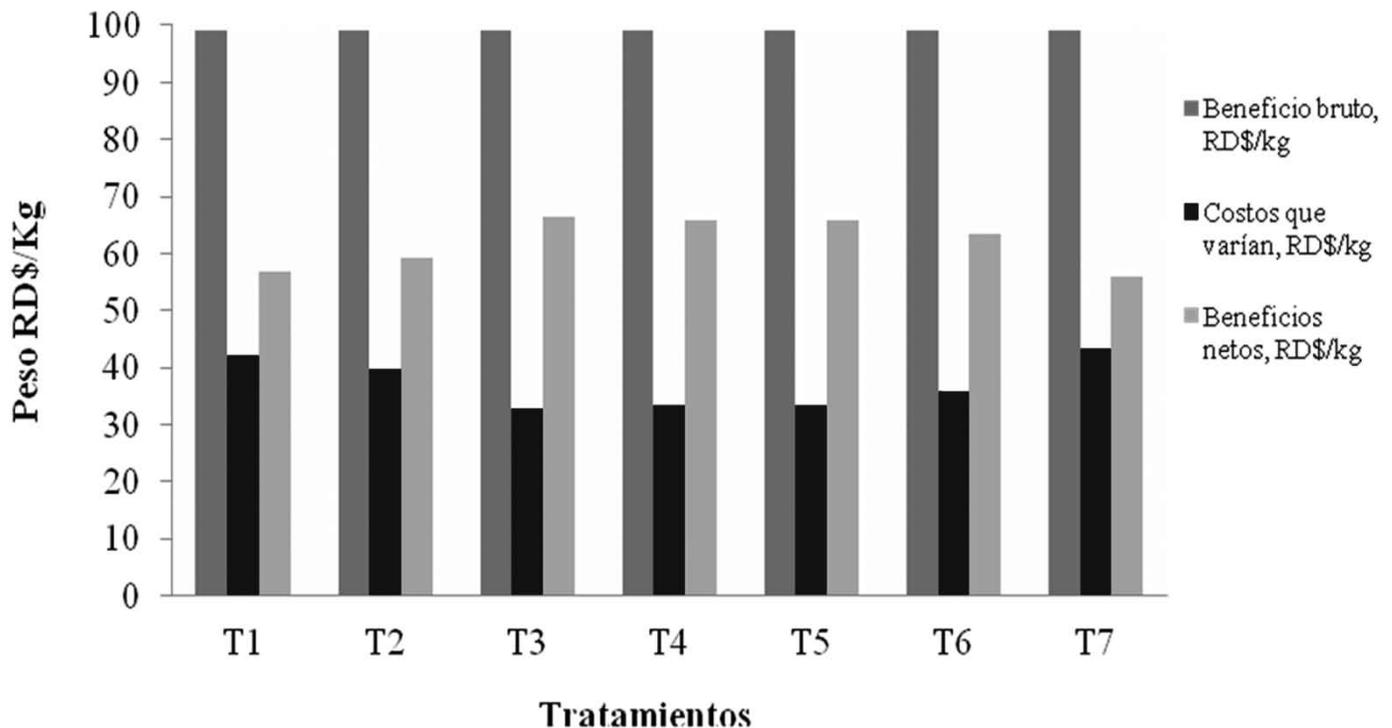


Figura 3. Relación de los beneficios y costos de la alimentación de patos en la etapa de crecimiento y engorde al consumo de dietas con diferentes niveles de inclusión de afrecho de arroz

nales, aumentos de peso y ganancias diarias de peso similares (Tabla 4). Sin embargo, hay que destacar que todos los tratamientos con inclusión de afrecho de arroz a excepción del tratamiento con 70% resultaron con mayor beneficio neto que el testigo.

### CONCLUSIONES

La utilización de afrecho de arroz en la alimentación de patos en crecimiento y engorde produce resultados biológicos y económicos positivos con la inclusión de hasta 50% de afrecho en comparación con el tratamiento a base de soya y maíz (sin afrecho de arroz). El afrecho no afecta la productividad de los patos en crecimiento y engorde y es de menor costo, incrementando los beneficios económicos, sin afectar el peso final de venta de los patos.

El tratamiento con 30% de inclusión de afrecho produjo rendimientos biológicos similares a los de 40 y 50%, pero con una mejor conversión alimenticia. Adicionalmente, el tratamiento con 30% de inclusión de afrecho de arroz redujo la utilización de la soya y de maíz en la dieta en un 18.52 y 38.08%, respectivamente.

No se afectó la capacidad de ingestión de los patos en las etapas de crecimiento y engorde, pero sí en la conversión, donde el tratamiento con 30% de inclusión de afrecho fue similar al testigo.

La dieta del tratamiento con 30% de inclusión de afrecho resultó ser más económica y con mayores beneficios neto que el resto de las evaluadas.

### RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, niveles de inclusión de hasta un 30% de afrecho de arroz en dietas balanceadas para patos pekineses en crecimiento y engorde, puede ser utilizado, ya que produce rendimientos biológicos similares con la inclusión de un menor porcentaje incluyendo el uso de soya y maíz, disminuyendo los costos de producción. Esta fuente alimenticia alternativa producto del procesamiento de la cosecha del arroz incrementa la utilización de subproductos locales. Finalmente, si los precios locales de la soya y el maíz aumentan, es factible utilizar hasta un 50% de inclusión de afrecho en las dietas alimenticias de los patos.

Tabla 4. Variables productivas y económicas de patos en crecimiento y engorde como respuesta a la inclusión en la dieta de diferentes niveles de afrecho de arroz.

Variables productivas y económicas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Peso inicial (kg)	0.58	0.55	0.54	0.61	0.55	0.56	0.60
Peso corporal final (kg)	2.14 <sup>ab</sup>	2.05 <sup>ab</sup>	2.25 <sup>a</sup>	2.11 <sup>ab</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	1.84 <sup>bc</sup>	1.58 <sup>c</sup>
Ganancia media diaria (g)	45.00 <sup>ab</sup>	42.32 <sup>ab</sup>	48.17 <sup>a</sup>	44.12 <sup>ab</sup>	40.90 <sup>ab</sup>	36.31 <sup>bc</sup>	28.89 <sup>c</sup>
Ganancia total de peso (kg)	1.57 <sup>ab</sup>	1.48 <sup>ab</sup>	1.68 <sup>a</sup>	1.54 <sup>ab</sup>	1.43 <sup>ab</sup>	1.27 <sup>bc</sup>	1.01 <sup>c</sup>
Consumo total (kg)	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
Consumo diario (g)	119.52	119.52	119.52	119.52	119.52	119.52	119.52
Conversión aliment. (kg/kg)	2.97 <sup>b</sup>	3.23 <sup>b</sup>	3.29 <sup>b</sup>	3.39 <sup>b</sup>	3.49 <sup>b</sup>	3.95 <sup>b</sup>	5.03 <sup>a</sup>
Costo kg de alimento (RD\$)	13.17	11.72	10.97	10.24	9.51	9.04	8.61
Tiempo de estudio (días)	42	42	42	42	42	42	42
Costos que varían (RD\$/kg)	42.24	39.83	32.71	33.44	33.38	35.86	43.27
Beneficio bruto (RD\$/kg)	99.03	99.03	99.03	99.03	99.03	99.03	99.03
Beneficios netos/kg (RD\$)	56.97	59.37	66.49	65.76	65.83	63.34	55.94

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

## AGRADECIMIENTOS

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

## LITERATURA CITADA

Carniol, G.; Campabadal, C.; Zumbado M. 1982. Utilización de la semolina de arroz en la alimentación de pollos parrilleros. I. Adulteración con cascarilla de arroz. *Rev. Agronom. Costarr.* V. 6: 65-72.

CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana). 2008. Característica de Mercado. Sector Agropecuario Dominicano. Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana. Santo Domingo, DO.

CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, MX). 1994. 1993/94 world maize facts and trends. Mexico, MX.

Dean, W. 1998. Duck Nutrition. (En Línea) Consultado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.duckhealth.com/ducknutr.html>

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2004. *InfoStat, versión 2004*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1993. Anuario de producción. V 46. FAO. Roma, IT.

Farrell, D. 1994. Utilization of rice bran in diets for domestic fowl an duckling. *World's poultry Journal.* 50: 115-131.

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 p.

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. La Habana, CU.

Gallinger, C.; Suárez, D.; Barrera, R.; Azcona, J.; Schang, M. 2003. Salvado de arroz: valor nutritivo y uso potencial en alimentación de parrilleros. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (1): 13-24.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2003. Estudio sobre el mercado de arroz en la República Dominicana. Santo Domingo, DO.

Moquete, C. 2004. Generalidades del Cultivo de Arroz en la República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Santo Domingo, DO. Primera edición. 57 p.

Paliwal, R.; Granados, G.; Lafitte, H.; Violic, A. 2001: El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, IT. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s02.htm>

Reyes, H. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía, Guatemala, GT.

Solis, J.; Campabadal, C.; Murillo, M. 1982. Utilización de la semolina de arroz en dietas para pollos parrilleros con y sin suplementación de grasa. Rev. Agronom. Costarr. V. 6:73-79.

# Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) por características de rendimiento e indicadores de calidad

Marisol Ventura y Alberto González

Las primeras plantaciones dominicana de cacao se establecieron a finales del siglo XVI y principios del XVII. Las plantaciones actuales están conformadas por una mezcla de cuatro tipos de cacao (amelonado común de trinidad, criollo de Venezuela, trinitario de Trinidad y nacional de Ecuador). En general, las plantaciones comerciales de cacao dominicano no se manejan adecuadamente, traduciendo en bajos rendimientos relativos. Para contribuir a mejorar la productividad de los cacaotales, las plantaciones fueron renovadas y rehabilitadas con materiales introducidos enfocándose mayormente en el rendimiento y resistencia a plagas. Para contribuir a resolver el problema y aprovechar la oportunidad de penetrar a nichos de mercados que demandan productos de calidad, se realizó una investigación con el objetivo de seleccionar árboles de cacao con características de alta productividad e indicadores de calidad deseables. El estudio se realizó en plantaciones de las zonas agropecuarias este y norcentral de la República Dominicana. Se utilizó un diseño no experimental. Se identificaron 23 árboles que mostraron características fenotípicas deseables. A los árboles identificados se les midieron las siguientes variables: rendimiento, índice de mazorcas, índice de semillas, color y forma de las semillas. De acuerdo a los resultados, se seleccionaron tres árboles trinitarios y un criollo. El mejor trinitario fue el # 92 con rendimiento 6.0 kg/árbol, índice de mazorca 12.5 e índice de semilla 1.6 gr. El mejor árbol criollo seleccionado fue el 74 con 95 % de almendras blancas. Se concluye que los materiales seleccionados tienen características de rendimiento e indicadores de calidad deseables y constituyen recursos fitogenéticos valiosos para contribuir a desarrollar una cacaocultura competitiva en mercados diferenciados.

**Palabras clave:** productividad, trinitario, criollo, índice de mazorca, índice de semillas, recursos fitogenéticos

## INTRODUCCIÓN

Las primeras plantaciones de cacao en la República Dominicana, se establecieron a finales del siglo XVI y principios del XVII (Batista 1984). Las plantaciones actuales están conformadas por una mezcla de cuatro tipos de cacao (amelonado común de Trinidad, criollo de Venezuela, trinitario de Trinidad y nacional de Ecuador). Los cacaos amazónicos tienen semillas de color morado oscuro y aplanado y constituyen el 80% de la producción mundial (Enríquez 1987). En los trinitarios las semillas son de color variable, pueden encontrarse colores desde morado hasta rosado pálido. En el tipo criollo las semillas son de color blanco, marfil parduzco y rosado pálido, de forma redondeada u ovaladas (Quiroz *et al.* 2005).

Las semillas de cacaos “Criollos” y “Trinitarios” son identificadas en el mercado mundial como cacao fino o de aroma, y son utilizados en mezclas con los tipos ordinarios o “Forastero” para producir sabores específicos en los productos terminados. (Quintero *et al.* 2004).

En general, las plantaciones de cacao de las direcciones agropecuarias este y norcentral no se manejan adecuadamente, teniendo como consecuencia bajos rendimientos. Como una alternativa para mejorar esta situación se renovó y rehabilitó las plantaciones con materiales introducidos de alta productividad, pero que no reunían los atributos de calidad requerido por el mercado.

Los nichos de mercado demandan productos con atributos de calidad, por lo que es necesario el rescate de materiales que satisfagan las exigencias de los mercados. La oferta de cacao fino o de aroma es relativamente reducida y representa aproximadamente el 5% del cacao producido en el mundo. A partir del año 2000, se ha incrementado la demanda, con el desarrollo de líneas de chocolate negro y un aumento del consumo de productos de confitería de alta calidad (Quintero *et al.* 2004).

Tomando en cuenta lo expresado en el párrafo anterior es importante resaltar que tanto la producción como la comercialización de cacao fino o de aroma exige seleccionar materiales con características que satisfagan las exigencias del mercado y convencer a los compradores sobre la calidad del producto y la confiabilidad como fuente segura de suministro.

Existen tipos de cacaos criollos que producen semillas con sabores agradables bien desarrollados (Quintero *et al.* 2004). Estos tipos de cacao se encuentran en fincas cacaoteras de la República Dominicana. El objetivo de este estudio fue seleccionar árboles de cacao con buen rendimiento e indicadores de calidad deseables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en plantaciones de cacao de las direcciones agropecuarias este y norcentral de la República Dominicana. Las fincas de la región norcentral de la República Dominicana registran una pluviometría media anual de 1,350 mm, mientras que las del este es de 1,600 mm. Dentro de las plantaciones se identificaron 23 árboles que mostraban características fenotípicas deseables, tomando como base las

características siguientes producción de más de 60 mazorcas sanas por árbol por año, peso seco de las semillas mayor de 1.4 gr.

Se utilizó un diseño no experimental, debido a la naturaleza del trabajo, que era de carácter exploratorio. A los árboles identificados se les midieron las variables siguientes: producción (cantidad de mazorcas sanas producidas/árbol, índice de mazorca (mazorcas necesarias para 1 kg de cacao), índice de semillas (peso seco en gr de una semilla de cacao), cantidad de mazorcas negra y color y forma de las semillas.

Para determinar la producción, se realizaron cosechas sucesivas en los meses de febrero a julio, durante dos años consecutivos y se contó la cantidad de mazorcas sanas producidas. El rendimiento por árbol se obtuvo multiplicando el peso húmedo de 20 mazorcas elegidas al azar y multiplicado por un valor de conversión de 0.38. El valor resultante se dividió entre 20 y se multiplicó por la cantidad de mazorcas producidas por árbol.

El índice de mazorca se obtuvo dividiendo las mazorcas sanas producidas entre el peso seco. El índice de semillas se obtuvo dividiendo el peso seco entre el número de semillas. Para la enfermedad Mazorca negra se contaron las mazorcas afectadas por *Phytophthora sp.* Para el color de semillas se tomó una muestra al azar de 100 semillas/árbol y contó la cantidad de semillas de color morado oscuro y claro, rosado y blanco. Para la forma de las semillas se eligieron al azar 100 semillas/ árbol y mediante observación fenotípica se determinó el porcentaje de semillas aplanadas, redondeadas u ovaladas. Para seleccionar los mejores árboles de cacao, se utilizó el método propuesto por Soria (1966), (Tabla 1).

Tabla1: Método de selección establecido por Soria (1966)

Puntuaciones	Peso seco kg/ árbol	Índice de mazorcas	Índice de semillas(gr)
2	>4.1	<15	>1.5
1	3-4.1	15-20	1.2-1.5
0	<3	>20	<1.2

Para la selección de los árboles trinitarios se aplicó el índice de selección basado en el rendimiento. Para los criollos se aplicó el criterio de los indicadores de calidad (forma y color de la semilla).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el estudio se identificaron 23 árboles con características promisorias de rendimiento e indicadores de calidad. De acuerdo a los resultados, se seleccionaron tres árboles trinitarios en la región norcentral y un criollo en la región Este.

Los árboles de tipo genético trinitario presentan altos índices de rendimientos. El mejor cacao de los trinitarios fue el marcado con la identificación 92, el cual produjo los mayores rendimientos de 6 kg/árbol e índice de mazorcas de 12.5 (Tabla 2). Los resultados obtenidos en este estudio se

ubican dentro del rango exigido internacionalmente para seleccionar cultivares de cacao. En el índice de semilla (gr), peso seco (kg/árbol), índice de mazorca, los resultados están por encima de los señalados por Soria (1966) y Batista (1984).

En lo referente al color de las semillas de los clones seleccionados, los trinitarios, en su mayoría, presentaron semillas de color morado claro. En los criollos el color predominante de las semillas es blanco (Tabla 3).

Estos resultados coinciden con las conclusiones de Quiroz *et al.* (2005), quienes expresan que en los trinitarios, las semillas son de color variable; encontrándose colores desde morado hasta rosado pálido, pasando por diferentes tonalidades. En ese mismo sentido, Angulo *et al.* (2001) en un estudio sobre caracterización física de las semillas de cacao encontró que en el trinitario hay

Tabla 2: Componentes del rendimiento y mazorcas afectadas por *Phytophthora sp* de los árboles seleccionados en fincas cacaoteras de las regiones Este y Norcentral de República Dominicana

Cultivar	Tipo genético	Mazorcas producidas	Peso seco kg/ árbol	Índice de mazorcas	Índice de semillas(gr)	Mazorca negra
IML -74	Criollo	65	2.5	26	1.1	6
IML- 92	Trinitario	75	6.0	12.5	1.6	3
IML-117	Trinitario	70	4.5	15.5	1.5	-
IML-119	Trinitario	88	5.8	15.1	1.5	3

Tabla 3: Indicadores de calidad de los árboles seleccionados en fincas cacaoteras de las regiones Este y Norcentral de República Dominicana

Cultivar	Porcentaje por color de semillas			
	Morada	Morado claro	Rosada	Blancas
IML 74	-	-	5	95
IML- 92	25	65	10	-
IML-117	30	70	-	-
IML-119	20	80	-	-

Tabla 4: Indicadores de calidad de los árboles seleccionados en fincas cacaoteras de las regiones Este y Norcentral de República Dominicana

Cultivar		Porcentaje por forma de Semillas		
		Aplanadas	Redondeadas	Ovalada
IML-74	-		90	10
IML-92	30		-	70
IML-117	30		-	70
IML-119	20		-	80

diversidad en los colores de las semillas. Hubo un alto porcentaje de cotiledones color violeta claro (60-70%), violeta oscuro (30 y 40%); concluyen que el color de los cotiledones está estrechamente influenciado por factores genéticos.

En lo que concierne a la forma de las semillas en el cacao trinitario se observó mayor cantidad de semillas ovaladas. En el criollo predominó la forma redondeada (Tabla 4).

Según Enríquez (2004), el cacao criollo presenta semillas grandes y carnosas. En el forastero, las semillas son pequeñas y algo aplanadas, de forma triangular y sabor astringente. El grupo trinitario está constituido por poblaciones híbridas de cruzamientos espontáneos de criollos y forasteros, presentando las semillas características intermedias entre los dos tipos que le dieron origen.

### CONCLUSIONES

Los materiales seleccionados tienen características de rendimiento e indicadores de calidad deseables y constituyen recursos fitogenéticos valiosos y promisorios para desarrollar una caacocultura competitiva en mercados diferenciados.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda preservar los materiales seleccionados. Darle seguimiento con pruebas agronómicas y utilizarlos en el mejoramiento de las plantaciones de cacao.

### AGRADECIMIENTOS

A los productores de cacao por haber puesto sus plantaciones a nuestra disposición para realizar la investigación. Agradecemos al Comité Técnico del Centro Norte por sus valiosos aportes.

### LITERATURA CITADA

- Angulo, J.; Grazán, L.; Ortiz, L.; Parra, P. 2001. Caracterización Física de las Semillas de cacao Criollo, Forastero y Trinitario, en la localidad de Cumbito, Estado de Aragua. *Agronomía Tropical* 51(2) 293-219.
- Batista, L. 1984. Selección individual de arboles de cacao nativo para clones de alto rendimiento. *El cacaotalero* 12:22-27.
- Enrique, G. 1987. Curso sobre El Cultivo del Cacao. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, C. R. 239 p.
- Enrique, G. 2004. Cacao orgánico, Guía para Productores Ecuatorianos, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 360 p.
- Quiroz, J.; Agama, J.; Pérez, R. 2005. Programa de Capacitación en la Cadena del Cacao. Quito, EC.
- Quintero, R.; Díaz, M. 2004. El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9: 47-59.

# Revista Científica Agropecuaria y Forestal (APF)

## Instrucciones para los autores

La Revista Científica Agropecuaria y Forestal (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.sodiaf.org.do](http://www.sodiaf.org.do). Los manuscritos que se sometan a la Revista APF se deben escribir en español, con un resumen en inglés.

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 pre-

sentados 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@sodiaf.org.do](mailto:editor.revista@sodiaf.org.do).

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

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

1. La escritura debe hacerse siguiendo las normas y reglas establecidas por la Real Academia de la Lengua Española en las ediciones más recientes de su 'Diccionario de la Lengua Española' y sus manuales de gramática y ortografía.
2. Para la expresión de valores de unidades, se utilizarán las normativas oficiales del Sistema Internacional de unidades de pesos y medidas (SI). Se preferirá la forma exponencial de expresión de estas unidades (25 kg

ha<sup>-1</sup> de K). Utilice el punto decimal, en lugar de la coma decimal. Utilice el 0 antes del punto decimal (0.567). Limite el número de cifras significativas a lo estrictamente necesario para entender la magnitud de las diferencias. La escritura de números también debe hacerse siguiendo esas normativas. Los números del 0 al 9 se escriben textualmente (ocho tarros), con la excepción de cuando están en una serie (3, 5 y 14 semanas) o cuando se incluyen unidades de medida del SI (6 kg). No comience una oración con un número, escríbalo.

3. El sistema de referencias bibliográficas a utilizar será el del IICA-CATIE. En el texto, las citas se basan en el método Harvard (autor-año) y la lista de referencias (Literatura Citada) se organiza siguiendo un arreglo alfabético y cronológico por año de publicación. La alfabetización se hace por apellido e iniciales del nombre del autor.
4. Se usarán los términos 'Tabla', en vez de Cuadro, y 'Figura', en lugar de Gráfica o Ilustración. Las tablas y las figuras deben ser autosuficientes, o sea deben poder entenderse sin necesidad de recurrir al texto. Tablas y figuras deben numerarse secuencialmente 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 salvar-

Ejemplo de tabla:

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

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

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

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

se 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.

7. 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.

8. 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.

10. En el caso de la mención de la taxonomía de suelos, refiera la serie y la familia de suelos en su primera mención.

11. 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 Científica 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, 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 indicación bibliográfica. Evitar poner palabras claves que ya están en el título.

## **Introducción**

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

## **Materiales y Métodos**

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

## Resultados y Discusión

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

el análisis estadístico, de las diferencias entre medias o magnitudes.

## Conclusiones

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

## Agradecimientos

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

## Literatura Citada

El propósito de este epígrafe es ofrecer al lector un listado de documentos relevantes, utilizados por los autores, de manera que se pueda acceder a la información utilizada. Liste alfabéticamente las referencias bibliográficas citadas en

el artículo. Se recomienda utilizar citas con aportes relevantes, publicadas y actualizadas. Si una referencia bibliográfica no está disponible de una fuente impresa o electrónica reconocida, no debe incluirse. Las referencias bibliográficas se deben presentar siguiendo el formato que se sugiere en el documento *Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas Técnicas del IICA y CATIE*, 4<sup>ta</sup> Edición. En este documento se pueden ver ejemplos de referencias de diversos tipos de documentos. Adicionalmente, cuando los documentos en línea dispongan de un número identificador DOI, inclúyalo en la referencia en lugar de la dirección URL. Asegúrese de que todos los documentos referidos en el texto se encuentran en esta sección. Así mismo, todos los documentos que se incluyen en este Epígrafe, deben estar referidos en el texto. No incluya en esta sección referencias a comunicaciones personales. Estas van como notas al pie de la página donde se refieren. En esta sección, trate de incluir, principalmente, artículos científicos. Limite a lo estrictamente necesario la inclusión de libros sobre tópicos clásicos, memorias de congresos, seminarios o tesis. No incluya revistas de divulgación. Se pueden incluir manuscritos que ya han sido aceptados para publicación por revistas científicas, especificando '*En imprenta*'. El Comité Editorial de la Revista APF puede pedir pruebas de esto último a los autores.

## **2. Notas Técnicas**

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

## **3. Revisiones Bibliográficas**

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

## **4. Revisiones de Libros**

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

## **5. Artículos de Opinión**

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

Si le interesa recibir referencias o documentos digitales para apoyar la prepa-

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

# Instituciones Auspiciadoras



## **Ministerio de Agricultura**

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



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

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



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

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



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

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



Revista Científica Agropecuaria y Forestal (APF)  
Revista APF Volumen 2 (1) 2013