

Revista APF

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

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

Instituciones Auspiciadoras

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

Correspondencia:

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

José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista APF

José Amado Soler 50, Ensanche Paraíso,

Santo Domingo, República Dominicana

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

Teléfono: 809-565-5603 Ext 0 (Cedaf)

Fax: 809-544-4727 Atención Sodiaf

Correo electrónico editor.revista@sodiaf.org.do

Sitio Web: www.sodiaf.org.do

Cita correcta: Revista APF. 2017. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Santo Domingo, DO. Volumen 6(1).

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

Editor en Jefe

José Richard Ortiz, Idiaf

Editor Asociado

Elpidio Aviles, Sodiaf

Consejo Asesor:

*José Pablo Morales
Universidad de Puerto Rico*

*Graciela Godoy
Idiaf*

*Modesto Reyes
UASD*

*Jesús Rosario
Sodiaf*

*Birmania Wagner
Sodiaf*

*Freddy Contreras
Idiaf*

*Elpidio Aviles
Idiaf/ Sodiaf*

Comité Editorial:

*Elpidio Aviles
Sodiaf*

*Gonzalo Morales
CEDAF*

Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales
Cedaf/Sodiaf*

Foto de Portada:

Línea genética de conejo.

Foto: José Choque-López.

Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaf



Revista APF - Vol 6 No 1, 2017

Contenido y Autores

Pág.

- iii **Editorial**
Rodys Colón, MSc.
Presidente de la Junta Directiva Sodiaf 2016-2018
- 1 **Comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays L.*), bajo las condiciones agroclimáticas del Valle de San Juan, República Dominicana**
Juan Cedano, Víctor Landa y José Ortiz
- 5 **Efectos de prácticas agrícolas alternas sobre poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátano (*Musa AAB cv. 'Maricongo'*) en Isabela, Puerto Rico**
Yency Castillo
- 11 **Caracterización química de subproductos obtenidos del beneficiado del café**
Heidel Moronta, Ámbar Espailat, Amadeo Escarramán y Sandra Lagunes
- 17 **Uso de la prueba molecular Igenity para seleccionar bovinos mestizos con genes que favorecen la ternura de la carne**
Helmut Bethancourt y Ramón Martínez
- 23 **Caracterización zootécnica y categorización selectiva en líneas genéticas de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) Neozelandés blanco, California, Chinchilla y Mariposa**
José Choque-López
- 31 **Revista APF**
Instrucciones para autores

Editorial

Está demostrado que el desarrollo de los pueblos está directamente relacionado con su inversión en la generación, validación y utilización de tecnologías que eleven su productividad, contribuya con la generación de riquezas y garantice la utilización sostenible de sus recursos naturales. Un sistema de investigación fuerte es la principal fuente de tecnologías, necesarias para garantizar la implementación de un exitoso programa o sistema de innovación, que a la vez contribuya a mejorar la calidad de vida de los productores agrícolas del país, sus familias y de los habitantes de una nación.

Desafortunadamente, en la realidad, la inversión que realizan la mayoría de los países de América Latina y el Caribe en investigación agrícola, incluyendo a la República Dominicana, no es la adecuada. En la República Dominicana urge la definición y apoyo del Estado Dominicano a políticas y estrategias que impulsen el desarrollo tecnológico del país, si realmente queremos disminuir la brecha socioeconómica y el rezago tecnológico del país con respecto a países con economías similares a las nuestras.

La Sodiaf, una organización sin fines de lucro, comprometida con la formación, crecimiento, ética y el mejoramiento de las condiciones de trabajos de los investigadores agrícolas dominicanos, llama la atención de la sociedad dominicana para que se definan y se pongan en ejecución compromisos serios y honestos, para impulsar el futuro tecnológico del país a través de la inversión en investigación, como única vía de contribuir al bienestar de nuestra sociedad.

Aportando un granito de arena al desarrollo tecnológico del país, la Sodiaf continua el apoyo a la difusión de resultados de investigación en la agricultura dominicana, en esta ocasión a través del reporte de resultados relevantes de investigaciones científicas. La Junta Directa 2016-2018 de la Sodiaf se honra en poner en manos de la sociedad científica dominicana e internacional, este nuevo número de la revista APF, volumen 6, número 1 del 2017.

Rodys Colón, MSc.

Presidente de la Junta Directiva Sodif 2016-2018

Comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), bajo las condiciones agroclimáticas del Valle de San Juan, República Dominicana

Juan Cedano¹, Víctor Landa² y José Ortiz³

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) is the most consumed cereal in the Dominican Republic. It is imported as raw material for the elaboration of concentrated foods, more than 96% of the apparent consumption. In corn, hybrids are high-performance alternatives to increase productivity. The objective of this study was to determine the agronomic performance of 13 introduced hybrids from the breeding program of the International Center for the Improvement of Maize and Wheat (Cimmyt) in the San Juan Valley, the main corn producing area of the Dominican Republic. A randomized complete block design was used, with 15 treatments and three repetitions. The variables studied were: days to flowering, height of plant, number of ears, weight of ear and productivity. Proven the assumptions of the analysis of variance the corresponding analyzes were performed, the means were statistically separated and variables were correlated to explain the behavior of the hybrids. With the anova, statistical differences were found for all the variables studied. The earliest hybrids were (CLYN274 / CLYN352) / CML451, (CLRCY041 / CLO2450) / CLYN436 and 'Francés Largo' an open pollination variety with 44, 47 and 45 days, respectively. The tester 'Comalat' was the latest with 59 days to bloom. The highest hybrid was CLYN352 / CL02720 with 269.7 cm and the lowest one (CLRCY044 / CLRCY039) / CLRCY015 with 208.3 cm. The hybrid with the highest ear weight was (CLRCY040 / CLYN206) / CLRCY015 with 167.70 g and that of the lowest 'Comalat' with 107.7 g. The highest productivity was presented by nine of the thirteen hybrids, with the hybrid (CLRCY044 / CLRCY039) / CLRCY015 with 7290.88 kg / ha with the highest yield, surpassing the open-pollinated varieties 'Comalat' and 'Francés Largo', 4379.6 and 5023.8 kg / ha, respectively.

Keywords: cereal, cultivars, yield, productivity

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.), es el cereal de mayor consumo en la República Dominicana. Se importa como materia prima para la elaboración de alimentos concentrados, más del 96% del consumo aparente. En maíz, los híbridos son alternativas de alto rendimiento para incrementar la productividad. El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento agronómico de 13 híbridos introducidos del programa de mejoramiento genético del centro Internacional para el mejoramiento del Maíz y el trigo (Cimmyt) en el Valle de San Juan, principal zona productora de maíz de la República Dominicana. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 15 tratamientos y tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron: días a floración, altura de planta, número de mazorcas, peso de mazorca y productividad. Comprobados los supuestos del análisis de varianza se realizaron los análisis correspondientes, se separaron estadísticamente las medias y se correlacionaron variables para explicar el comportamiento de los híbridos. Con el anova, se encontró diferencias estadísticas para todas las variables estudiadas. Los híbridos más precoces fueron (CLYN274/CLYN352)/CML451, (CLRCY041/CLO2450)/CLYN436 y la variedad de polinización abierta 'Francés Largo' con 44, 47 y 45 días, respectivamente. El testigo 'Comalat' fue el más tardío con 59 días a floración. El híbrido más alto fue CLYN352/CL02720 con 269.7 cm y el más bajo (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 208.3 cm. El híbrido con mayor peso de mazorca fue (CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015 con 167.70 g y el de menor 'Comalat' con 107.7 g. La mayor productividad la presentaron nueve de los trece híbridos, siendo el híbrido (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 7290.88 kg/ha el de mayor rendimiento, superando a los testigos las variedades de polinización abierta 'Comalat' y 'Francés Largo', 4379.6 y 5023.8 kg/ha, respectivamente.

Palabras clave: cereal, cultivares, rendimiento, productividad.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal originario de América Central y México. Existen vestigios de su origen de hace unos 7,000 años y fueron encontrados en el valle de Tehuacán (México). El maíz tiene usos múltiples y variados. Los países en desarrollo dedican más tierra al cultivo de maíz, que los países desarrollados, pero

estos obtienen un rendimiento promedio cuatro veces mayor, FAO (1993). A nivel mundial, el maíz es uno de los tres cereales más importantes y antiguos que se conoce. En producción, en el 2012 ocupó el primer lugar a nivel mundial, seguido del arroz cáscara y trigo, FAO (2013).

Investigadores en cereales del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). ¹Investigador asistente, Correo electrónico jcedano@idiaf.gov.do, 829-315-2253. IDIAF. Estación Experimental de Arroyo Loro. San Juan. ²Investigador asistente. Correo electrónico vlanda@idiaf.gov.do. 829-529-2747. Estación Experimental de Arroyo Loro del Idiaf. San Juan, DO e ³Investigador titular Idiaf. Correo electrónico joserichardortiz@gmail.com. 829-452-1107. Santo Domingo, DO.

El aprovechamiento de la heterosis en el maíz híbrido es indudablemente una de las técnicas más refinadas y productivas obtenidas fruto del mejoramiento genético vegetal. Técnicamente, un híbrido simple exitoso es producto de la primera generación del cruzamiento entre dos genotipos (líneas puras) diferentes. En el caso del mejoramiento del maíz, los híbridos son ampliamente utilizados para la producción comercial por su demostrada alta productividad, producto de la superioridad del hijo con respecto a sus padres (heterosis), FAO (1993).

Con buen manejo agronómico, una estrategia clave para contribuir con el aumento de la producción de maíz en una zona es mediante el aumento de la productividad (Sevilla 2000), esto implica la utilización de simiente de buena calidad de maíces híbridos con alto potencial de rendimiento (Salhuana y Scheuch, 2004; Vásquez *et al.*, 2003), los que deben ser evaluados en diferentes localidades, fechas de siembra y densidades, ya que los rendimientos pueden variar con diferente ambientes y manejo.

Paliwal (2001) destaca que el uso de maíces híbridos constituye un paso importante para el desarrollo de la agricultura. La siembra de cultivares híbridos, la utilización adecuada de nutrientes, especialmente el nitrógeno y la utilización de densidades de siembra de plantas altas incrementaron los rendimientos de maíz en Estados Unidos de América en 7.85 t/ha por año desde 1950 al 1970, Jugenheimer (1981).

En la República Dominicana, la utilización de germoplasma de alta productividad es una alternativa para incrementar la producción nacional de maíz, que actualmente es inferior a los 600 mil quintales, en unas 500 mil tareas (31,346 ha). Los híbridos son cultivares que aprovechando su heterosis genética y con manejo agronómico adecuado pueden responder con una alta productividad de granos, Idiaf (2013).

La principal fuente de alimentos en los países en desarrollo son los cereales. Estos proveen del 45 al 85% del total de las calorías y del 50 al 80% de las proteínas que consume la población. El maíz es el cereal de mayor consumo en la República Dominicana, el país depende del maíz importado para suplir las necesidades de elaboración de alimentos concentrados, para la industria avícola y porcina. La demanda nacional de maíz es de 1,021,715.0 t y la producción nacional es de 39,340.0 t, por lo que hay que importar unas 982,375 t en promedio anual, para suplir las necesidades de alimentos concentrados para la industria avícola y porcina (MA, 2015). Se estima que el 98% del consumo de maíz es destinado la industria animal. El consumo humano más frecuente es para la preparación de platos alimenticios tales como el majarete, las harinas, las arepas, las arepitas, los bollos, el Chen-Chen (plato típico de San Juan), el chacá (plato de temporada- semana santa),

ensaladas y otros (IDIAF 2006). La región suroeste del país es la principal zona productora de maíz, aportando el 40% de la producción nacional, MA (2015). En términos económicos esto representa 212 millones de dólares en importaciones.

En la República Dominicana, se cultivan tradicionalmente cuatro variedades de maíz ('Francés Largo', 'Cesda-88', 'Comalat' y 'Unphu 301-C'), las cuales registran niveles de rendimientos promedios de 1.67 TM/ha, los cuales resultan muy bajos, MA (2015).

Dada la problemática de baja productividad de las variedades de maíz cultivadas en el país, se estableció el presente estudio, con el objetivo de determinar la productividad de híbridos frente a dos testigos locales. Se introdujeron al país trece híbridos desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt) de México, para evaluar su comportamiento agronómico y su productividad en la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado durante la primavera del año 2014, en la localidad de Arroyo Loro, en el municipio de San Juan de la Maguana, San Juan, República Dominicana. Localizada geográficamente a 18° 48' latitud norte y 71° 14' longitud oeste, en una región de bosque seco sub-tropical. Arroyo Loro está a 419 msnm, con clima tropical, con lluvias en primavera y otoño, temperatura, precipitación media y humedad relativa de 24.8 C, 930mm y 75%, respectivamente. Tiene suelos arcillosos, con baja cantidad de materia orgánica, poco profundos, alcalinos y drenaje medio.

El material experimental estuvo compuesto por 13 híbridos y dos testigos, ver Tabla 1. La unidad experimental estuvo compuesta de dos surcos de 6 m de largo, separados a 0.75 m para un área útil de 9 metros cuadrados por unidad experimental. El marco de plantación utilizado fue de 0.75 m entre hileras y 0.20 m entre plantas, para una densidad teórica de 66,667 plantas por hectáreas. El área total del experimento fue de 540.0m².

Las variables evaluadas fueron: altura de plantas (cm), días a floración masculina y femenina (cuando el 50% de las flores de una parcela esparcían polen o el 50% de las plantas presentaban valvas, respectivamente), número de mazorca por plantas (contando las mazorcas por tratamientos). El peso de mazorca y rendimiento de grano al 15% de humedad, expresado en kg/ha, peso de grano, humedad del grano (%).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 15 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron:

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamiento	Identificación	Procedencia
1	CLYN352/CL02720	México
2	CLYN352/CLYN214	México
3	CLRCY015/CLYN214	México
4	CLYN272/CLYN214	México
5	CLYN269/CLYN214	México
6	(CLO2450/CLINY352)/CLRCY044	México
7	(CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015	México
8	(CLYN274/CLYN352)/CML451	México
9	(CLRCY041/CLO2450)/CLYN436	México
10	(CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015	México
11	(CLO2450/CLYN352)/CLYN214	México
12	(CLYN274/CLYN352)/CLYN214	México
13	(CLRY017/CLO2450)/CLYN214	México
14	'Francés Largo' (testigo) OPV	Rep. Dominicana
15	'Comalat' (testigo) OPV	Rep. Dominicana

Previo al análisis estadístico de datos, se comprobó que los datos de las variables cumplían con los supuestos del análisis de varianza (Anova). Se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks modificada para determinar si el error se distribuye normalmente en los datos y para determinar la homogeneidad de varianza de los tratamientos, se utilizó la prueba de Levene. Para eliminar la variabilidad que existe entre el número de plantas cosechadas, se hizo análisis de covarianza para ajustar las medias de la variable rendimiento. Se hicieron análisis de varianza y pruebas de separación de medias (DMS) y se determinó el coeficiente de correlación de Spearman, para conocer el grado de asociación y la natura-

leza de las variables peso de mazorca y rendimiento en kg/ha, con el programa estadístico Infostat, versión 2008, Di Rienzo *et al.* (2008).

Manejo agronómico. Las labores de manejo agronómico realizadas durante el desarrollo del experimento fueron: preparación de terreno, riegos, control de malezas, fertilización y control de plagas, especialmente dirigida al control del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith). Estas labores se realizaron de acuerdo a los protocolos de manejo del cultivo de maíz aplicadas en la Estación Experimental de Arroyo Loro.

Tabla 2. Promedios y comparación de medias para las variables Altura de plantas, días a floración, peso de mazorca y rendimiento Kg/ha. San Juan de la Maguana, 2013-2014.

Cultivar	Alt/pta.	D/flor	#Maz/pta.	P/maz.	Rend. (kg/ha)
CLYN352/CL02720	269.21 i	48.58 bcd	1.12 bcd	154.37 cde	6535.00 def
CLYN352/CLYN214	246.92 e	46.98 abc	1.04 abc	148.53 cde	5924.92 cde
CLRCY015/CLYN214	229.35 c	52.27 de	1.14 cd	156.24 de	6652.93 ef
CLYN272/CLYN214	222.33 b	48.27 bcd	1.21 d	134.90 bc	6160.95 cde
CLYN269/CLYN214	230.04 c	48.61 bcd	1.04 abc	126.99 ab	4921.34 ab
(CLO2450/CLINY352)/CLRCY044	250.73 ef	53.61 e	1.11 bcd	149.73 cde	6621.61 def
(CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015	208.71 a	52.41 de	1.19 d	163.12 de	7290.88 f
(CLYN274/CLYN352)/CML451	241.67 d	43.73 a	1.09 abcd	153.73 cde	6445.05 cdef
(CLRCY041/CLO2450)/CLYN436	221.18 b	46.64 abc	1.01 ab	166.96 e	6582.89 def
(CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015	263.42 h	49.75 cde	1.05 abc	167.71 e	6444.31 cdef
(CLO2450/CLYN352)/CLYN214	255.39 g	53.34 e	1.03 abc	146.18 bcd	5727.69 bcd
(CLYN274/CLYN352)/CLYN214	232.49 c	46.96 abc	1.04 abc	142.92 bcd	5597.57 bc
(CLRY017/CLO2450)/CLYN214	246.80 e	48.29 bcd	1.01 ab	147.61 cde	5592.74 bc
Francés largo	257.79 g	44.83 ab	0.97 a	126.28 ab	5023.79 ab
Comalat	254.62 fg	58.72 f	1.06 abc	107.67 a	4379.62 a

* Medias de una columna marcada con diferentes letras, son diferentes estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de los datos muestran diferencias estadísticas entre los cultivares evaluados para las variables: altura de plantas (cm), días a floración femenina, número de mazorca por plantas, peso de mazorca (g) y rendimientos en kg/ha, Tabla 2.

En cuanto a altura de plantas, el híbrido más alto fue CLYN352/CL02720 con 269.21 cm de altura, mientras que el más pequeño fue (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 208.71 cm de altura.

Para la variable días a floración femenina, los híbridos más precoces fueron CLYN274/CLYN352)/CML451, (CLYN274/CLYN352)/CLYN214 y CLYN352/CLYN214 con 44, 47 y 47 días, respectivamente, conjuntamente con la variedad testigo 'Francés Largo' que floreció a los 45 días.

Los tratamientos con mayor peso de granos por mazorca y que resultaron estadísticamente iguales fueron nueve híbridos y entre ellos el que resultó con el valor más elevado de mazorca fue (CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015, con 167.71 g.

Para la variable rendimiento en kg/ha, siete híbridos resultaron superiores estadísticamente a los demás. De estos el más rendidor fue CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 7,290.97kg/ha. Se debe destacar que la relación entre las variables peso de mazorca y rendimientos en grano fue positiva, es decir híbridos con mayor peso de mazorca correspondió a los más rendidores, Tabla 2. Estas dos variables se correlacionaron mediante el coeficiente de Spearman y se encontró que entre estas, existe una correlación media positiva ($\rho=0.46$, $p<0.0003$).

CONCLUSIONES

El híbrido con mejor comportamiento agronómico fue (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015, por su relativamente alto rendimiento, peso de mazorca y número de mazorcas por plantas. Adicionalmente, es de porte bajo y ciclo vegetativo intermedio, características importantes que deben poseer los híbridos para incrementar la productividad de maíz en el país.

Se destaca el cultivar (CLYN274/CLYN352)/CML451, con buen rendimiento, peso de mazorca y número de mazorca por plantas, siendo el más precoz de los evaluados.

LITERATURA CITADA

Álvarez, V. 2014. El maíz, cultivo que debe desarrollarse. Periódico Hoy, Santo Domingo, DO. (En línea). Consultado el 21 de marzo 2014. Disponible en: <http://hoy.com.do/el-maiz-cultivo-que-debe-desarrollarse>.

Chura, J.; Tejeda, J. 2014. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, PE. *Idesia* 32(1):113-118. (En línea). Revisado el 21 de marzo 2014. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n1/art14.pdf>

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. *InfoStat*, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1993. *El maíz en la nutrición humana*. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 25. Roma, Italia. 172 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). Estadísticas. FAOSTAT - Producción Agrícola. (En línea). Consultado 15 de feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/statistics/es/>

Idiaf (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2006. "Comalat": variedad de maíz bio-fortificada. Santo Domingo, República Dominicana. 4 p.

Idiaf (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2013. Noticias IDIAF; 15 de agosto 2013. Idiaf presenta híbridos comerciales de maíz disponibles en la República Dominicana. (En línea). Consultado el 12 abril 2017. Disponible en: <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=1697>

Jugenheimer, R. 1981. *Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. Editorial Limusa. México, MX. 840 p. A (Ministerio de Agricultura, DO). 2015. *Estadísticas del Sector Agropecuario de República Dominicana, 2002-2014*. Viceministerio de Planificación Sectorial Agropecuario. Departamento de Economía Agropecuaria. Santo Domingo, República Dominicana. 131 p.

Paliwal, R.; Granados, G.; Renée, H.; Violic, A. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma, IT. 350 p.

Salhuana, W.; Scheuch, F. 2004. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM): Logros y perspectivas. 50° Aniversario. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 478 p.

Sevilla, R. 2000. Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El auto-abastecimiento del maíz amarillo duro. *Revista Agroenfoque* 15(111):10-12.

Vásquez, V.; Medina, A.; Paredes, J. 2003. Ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) tropicales de grano amarillo de madurez precoz en Paiján, La Libertad. *Revista Caxamarca* 11 (2): 45-47.

Efectos de prácticas agrícolas alternas sobre poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátano (*Musa AAB* cv. 'Maricongo') en Isabela, Puerto Rico

Yency Castillo¹

Abstract

The plantain (*Musa AAB*) is the most economic important crop in Puerto Rico, providing \$ 72.6 millions to the gross agricultural income for fiscal year 2013-2014. This company generate profit to more than 1,000 farmers. The crop production is affected by many pest among which are the plant parasitic nematodes. The chemical method has been used traditionally for their management, but some nematicides has been suspend by the toxic effect. The objective of study was evaluated alternative practices on plant parasitic nematodes populations in plantain. The experiment was performed at the Isabela Agricultural Experimental Substation of the University of Puerto Rico. The experimental design was a randomized incomplete block with eight treatments and two replicates. The treatments were: a rotation for 90 days with *Mucuna deeringiana* before planting, applications of poultry litter, reduced rate of nematicides oxamyl (Vydate-L®) and ethoprop (Mocap 15G®), combinations of these treatments and a control. The rotation with *Mucuna* and the applications of poultry litter reduced the nematodes populations until four months after planting, while combination of these practice with oxamil were effective during the crop critical stages. These agricultural practices may be economic and effective tools in the management of plant parasitic nematodes in plantain. It is recommended to evaluated these practices in other crops and others area in order to determine the effectiveness in the management of other plant parasitic nematodes species.

Keywords: Crop rotation, *Mucuna deeringiana*, poultry litter, nematicide.

Resumen

El plátano (*Musa AAB*) es el cultivo de mayor importancia económica en Puerto Rico, aportando US\$72.6 millones al ingreso bruto agrícola para el año fiscal 2013-2014. Esta empresa genera beneficios económicos a más de 1,000 agricultores. La producción de este cultivo es afectada por una serie de plagas, entre las que se encuentran los nematodos fitoparásitos. El método químico ha sido tradicionalmente usado para su manejo, pero varios de estos nematicidas han sido suspendidos por sus efectos tóxicos. El objetivo de este estudio fue evaluar prácticas agrícolas alternas sobre poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátano. El experimento se realizó en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Isabela, Universidad de Puerto Rico. El diseño experimental utilizado fue bloques incompletos al azar, con ocho tratamientos y dos repeticiones. Los tratamientos fueron: una rotación de 90 días con *Mucuna deeringiana* previo a la siembra del plátano, aplicación de gallinaza, dosis reducidas de los nematicidas oxamyl (Vydate-L®) y etoprop (Mocap 15G®), combinaciones de estos tratamientos y un control. La rotación con *Mucuna* y aplicación de gallinaza redujeron las poblaciones de nematodos fitoparásitos hasta cuatro meses después de la siembra, mientras que combinaciones de estas prácticas con dosis mínimas de nematicidas fueron efectivas durante las etapas críticas del cultivo. Estas prácticas agrícolas pueden ser herramientas económicas y efectivas en el manejo de nematodos fitoparásitos en plátano. Se recomienda evaluar estas prácticas en otros cultivos y otras áreas, a fin de determinar su efectividad en el manejo de otras especies de nematodos..

Palabras clave: Rotación de cultivo, *Mucuna deeringiana*, gallinaza, nematicida.

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa AAB*) es el cultivo de mayor importancia económica en Puerto Rico, con un aporte de \$72.6 millones al ingreso bruto agrícola de la isla en el año fiscal 2013-2014, Departamento de Agricultura de Puerto Rico (2015). El área dedicada su producción es de 8,929 hectárea, generando beneficios económicos a más de 1000 agricultores que dependen directamente de este cultivo, USDA (2012) y Departamento de Agricultura de Puerto Rico (2011).

La producción del plátano es afectada por una serie de plagas, entre las que se encuentran cinco especies de nematodos fitoparásitos: *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev y Schuurmanns Stekhoven, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden, *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood] y *Rotylenchulus reniformis* (Linford y Oliveira), Chavarría-Carvajal *et al.* (2015).

¹Yency Castillo. Trabajo de tesis de maestría en ciencias en protección de cultivos, Universidad de Puerto Rico, Recinto Mayagüez, yencycastillo@hotmail.com/ yency.castillo@upr.edu

Estos fitonematodos causan un daño directo en las raíces y el cormo, Montiel *et al.* (1997), provocando la destrucción de la raíz primaria y alterando el anclaje, Gowen y Quénéhervé (1990). Esto trae como consecuencia la reducción en el consumo de agua y nutrientes, Stoffelen *et al.* (2000). La planta atacada por estos patógenos presenta necrosis, podredumbre y debilitamiento de la raíz, ocasionando la caída de la planta y la pérdida de la cosecha, Chavarría e Irizarry (1997).

El uso de plaguicidas de origen químico ha sido el método tradicional para el manejo de nematodos fitoparásitos, sin embargo, varias moléculas han sido suspendidas por sus efectos tóxicos, Olexa (1990). El objetivo de esta investigación fue evaluar prácticas agrícolas alternas para el manejo de poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátano, a fin de generar alternativas para los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Isabela, perteneciente al Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez. Este centro de investigación está ubicado en la parte noroeste de Puerto Rico (18° 30' 47" latitud norte y 67° 04' 12" longitud oeste), a una altitud de 128 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,630 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. El suelo predominante pertenece a la serie Coto (típico suelo Eustrustox), con un pH de 6.2 y menos de 1.0% de contenido de materia orgánica.

En este experimento se utilizó un diseño de bloques incompletos al azar con ocho tratamientos y dos repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: 1. Rotación con *Mucuna deeringiana* (haba de terciopelo) por tres meses previo a la siembra del plátano, 2. incorporación de gallinaza (G), 3. Nematicida oxamyl (Vydate-L®), 4. Nematicida etoprop (Mocap 15G®), 5. Rotación + gallinaza, 6. Rotación + gallinaza+ oxamil, 7. Rotación + gallinaza+ etoprop y 8. Control.

A excepción de la rotación, los tratamientos se aplicaron en la siembra y cuatro y ocho meses después de la misma. La dosis de gallinaza fue de 5.08 kg/planta dividida en las tres aplicaciones, en cada aplicación la gallinaza se incorporó al suelo para evitar el arrastre superficial en caso de lluvia. El tratamiento oxamil se aplicó a la dosis de 5 ml/planta y de etoprop se aplicó 28 g/planta. Se utilizó un control, donde no se aplicó ningún tratamiento para el manejo de nematodos.

El material de siembra utilizado fue plátano cultivar 'Maricongo' por su susceptibilidad a fitonematodos e importancia comercial, el mismo fue sembrado con un marco de siembra de 1.8 m x 1.8 m, para una densidad poblacional de 3,086 plantas/ha.

Las plantas fueron fertilizadas siguiendo recomendaciones del conjunto tecnológico para la producción de plátano y guineo de la estación experimental. En cada parcela se tenían 18 plantas, de las que solo ocho se consideraron útiles para el experimento. Se realizó un muestreo de suelo previo a la aplicación de tratamientos y siembra del plátano y tres muestreos de suelo y raíces durante el ciclo del cultivo, a los cuatro y ocho meses después de la siembra e inicio de la florecida. Los muestreos se llevaron a cabo un día antes de la aplicación de los tratamientos a una profundidad de 30 cm utilizando una pala, la misma era lavada entre toma de cada muestra. Se tomaron tres sub-muestras que se unieron para formar una muestra compuesta y fueron trasladadas al laboratorio donde se realizaron las extracciones de nematodos.

Para la extracción de nematodos en suelo y raíces se utilizó la técnica del embudo de Baermann combinada con tamices. En la extracción del suelo se colocó 325 cm³ de suelo sobre un tamiz de 100 Mesh con uno de 325 Mesh debajo, se lavó el contenido por 10 minutos, luego se retiró el tamiz 100 y se continuó lavando por 10 minutos más el suelo que paso al tamiz 325. En la extracción de nematodos de raíces se usó 20g de raíces elegidos al azar y se licuó por 15 segundos utilizando una licuadora industrial (Waring 51BL32, Texas, USA), se pasó el contenido a un tamiz 325, se realizó un lavado por cinco minutos. Tanto las muestras de suelo como las de raíces se colocaron en embudo de Baermann sobre rejilla de metal con papel humedecido y se incubaron por 48 horas. Al cabo de este tiempo se tomó 8 ml de la parte inferior del embudo y se dejó en reposo por 24 horas, a final de las cuales se procedió a colocar los viales conteniendo las muestras por 6 minutos a 80°C, simulando la muerte natural de los nematodos, ya que en esta temperatura los nematodos adquieren las posiciones en las que están basadas las claves taxonómicas.

La identificación morfológica de los fitonematodos se realizó utilizando un estereoscopio (Olympus SZ61, Tokio Japón) y un microscopio compuesto (Olympus U-TV1X-2, Tokio Japón) con la ayuda de clave taxonómica, Mai *et al.* (1996).

Los datos obtenidos se evaluaron mediante el análisis de varianza (Anova), con un nivel de significancia de 0.05 y las medias se compararon usando la diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher. Para llevar a cabo este análisis se transformaron los datos a logaritmo natural, log^e (número de nematodos+1), para cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de errores. Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de la aplicación de los tratamientos y la siembra del plátano se obtuvo una media de nematodos fitoparásitos de 5.64 nematodos/100 cm³ de suelo, donde se identificaron las especies *Helicotylenchus multincinctus* y *Rotylenchulus reniformis*, mientras que, durante todo el ciclo del cultivo de plátano, también se identificó la especie *Radopholus similis*.

Poblaciones de *R. similis* bajo el efecto de los tratamientos

En las raíces se observó *R. similis* durante todo el ciclo del cultivo, mientras que en el suelo solo se observó esta especie a inicio de la floración, Tabla 1. A los cuatro meses después de la siembra, no se observó *R. similis* en los tratamientos con rotación y aplicación de gallinaza solo y combinados. Estos tratamientos mostraron diferencias significativas al compararse con el control, pero no con los nematocidas químicos. A los ocho meses después de la siembra solo se obtuvieron diferencias significativas al comparar el control con los tratamientos que contenían oxamil. Trabajos realizados por Chavarría-Carvajal *et al.* (2015) reportan pérdidas de efectividad de estas prácticas luego de cuatro meses de incorporadas al suelo, logrando reducciones de nematodos en el cultivo de plátano solo al combinarlas con bajas dosis del nematocida oxamil.

En la etapa de floración, las poblaciones de *R. similis* en raíces mostraron diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos rotación + gallinaza + etoprop y el control, pero no al compararse con los demás tratamientos, mientras que en suelo no se observó efecto de estos tratamientos sobre las poblaciones. Estudios realizados por Chavarría-Carvajal *et al.* (2013) lograron reducciones de *R. similis* y *M. incognita* en parcelas con rotación por 120 días con *M. deeringiana* al ser comparados con parcelas en barbecho. Por su parte Santiago-González *et al.* (2006) utilizando rotación con *M. deeringiana* por 120 días y aplicación de gallinaza a la dosis de 7.3 kg/planta en plátano, redujeron fitonematodos en suelo, pero no encontraron efecto de estos tratamientos en las raíces.

Poblaciones de *R. reniformis* bajo el efecto de los tratamientos

Al realizar comparaciones de medias de las poblaciones de *R. reniformis* solo se observaron diferencias significativas a los ocho meses después de la siembra tanto en suelo como en raíces. En el suelo las diferencias significativas se observaron al comparar las poblaciones en los tratamientos rotación + gallinaza, rotación + gallinaza + oxamil, y etoprop solo con el control, mientras que en las raíces se encontró diferencias al comparar las medias de todos los tratamientos con el control, ex-

Tabla 1. Poblaciones de *R. similis* en suelo y raíces de plátano durante el ciclo del cultivo ^{1,2}

Tratamientos ³	4 meses		8 meses		Floración	
	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵
R	0	0.0 a	0	4.8 ab	0.6 a	3.2 ab
G	0	0.0 a	0	4.2 ab	0.7 a	1.7 ab
O	0	1.5 ab	0	1.7 c	0.0 a	3.4 ab
E	0	2.5 ab	0	2.9 abc	1.0 a	2.9 ab
R+G	0	0.0 a	0	3.6 abc	1.4 a	3.4 ab
R+G+O	0	0.0 a	0	0.0 c	0.0 a	1.5 ab
R+G+E	0	0.0 a	0	3.0 abc	0.0 a	0.0 b
Control	0	4.6 b	0	6.2 a	1.3 a	7.1 a
DMS	-	4.36	-	4.99	2.3	6.95

¹Promedio de dos repeticiones.

²Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según DMS Fisher.

³R=Rotación con *Mucuna*, G=gallinaza, O=oxamil, E= etoprop y C= control.

⁴Nematodos/100 cm³ de suelo transformados a $\log_e(\text{número de nematodos}+1)$.

⁵Nematodos/100 g de raíces.

ceptuando el tratamiento de rotación, Tabla 2. Chavarría-Carvajal *et al.* (1999) obtuvieron reducciones significativas de *R. reniformis* en el cultivo de piña luego de una rotación con *M. deeringiana* por tres meses. Estos autores reportan igual control de esta especie al usar esta leguminosa como cultivo de rotación que al usar nematocidas químicos, recomendando esta práctica como una alternativa al uso de estos. El uso de gallinaza también redujo poblaciones de *R. similis*, *P. coffeae*, *M. incognita*, *R. reniformis* y *H. multincinctus* en el cultivo de plátano y promovió un incremento de poblaciones microbianas en el suelo, Orisajo *et al.* (2012) y Chavarría-Carvajal *et al.* (2006).

Poblaciones de *H. multincinctus* bajo el efecto de los tratamientos

Las poblaciones de *H. multincinctus* no fueron afectadas por los tratamientos en ninguna etapa del cultivo. Después de cuatro meses se observó que estas poblaciones fueron mayores en el tratamiento de rotación que el control, lo cual sugiere que esta leguminosa podrían no causar efecto en esta especie, Tabla 3. Resultados similares obtuvieron Vargas-Ayala y Rodríguez-Kábana (2001) utilizando rotación con leguminosas supresivas y no supresivas en las que se encontraba *Mucuna*, don-

Tabla 2. Poblaciones de *R. reniformis* en suelo y raíces de plátano durante el ciclo del cultivo^{1,2}

Tratamientos ³	4 meses		8 meses		Florecida	
	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵
R	4.9 a	2.4 a	6.4 ab	3.2 ab	6.4 a	5.9 a
G	4.3 a	0.0 a	6.1 abc	1.2 b	3.0 a	3.2 a
O	5.0 a	1.2 a	6.0 abcd	1.5 b	5.6 a	4.3 a
E	2.8 a	0.0 a	4.0 d	1.5 b	6.6 a	3.6 a
R+G	4.9 a	1.2 a	5.0 bcd	1.2 b	5.1 a	2.0 a
R+G+O	5.6 a	2.8 a	4.2 cd	1.2 b	4.8 a	1.7 a
R+G+E	2.9 a	4.2 a	6.1 abc	1.2 b	4.1 a	2.9 a
Control	1.8 a	3.6 a	7.1 a	5.9 a	5.4 a	4.1 a
DMS	4.36	5.87	1.97	3.92	4.25	5.57

¹Promedio de dos repeticiones.

²Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según DMS Fisher.

³R=Rotación con *Mucuna*, G=gallinaza, O=oxamil, E= etoprop y C= control.

⁴Nematodos/100 cm³ de suelo transformados a $\log_e(\text{número de nematodos}+1)$.

⁵Nematodos/100 g de raíces.

Tabla 3. Poblaciones de *H. multincinctus* en suelo y raíces de plátano durante el ciclo del cultivo^{1,2}

Tratamientos ³	4 meses		8 meses		Florecida	
	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵	Suelo ⁴	Raíces ⁵
R	3.0 a	2.0 a	2.2 a	4.8 a	3.3 a	4.6 a
G	2.1 ab	2.4 a	1.8 a	3.1 a	1.5 a	1.5 a
O	1.0 ab	2.1 a	2.0 a	3.1 a	0.5 a	4.0 a
E	1.6 ab	1.5 a	1.7 a	2.1 a	1.3 a	3.6 a
R+G	1.9 ab	0.0 a	2.8 a	2.4 a	3.2 a	1.2 a
R+G+O	3.1 a	4.6 a	2.5 a	3.7 a	2.9 a	3.2 a
R+G+E	1.1 ab	4.6 a	3.1 a	3.7 a	3.6 a	2.5 a
Control	0.0 b	4.2 a	1.4 a	4.3 a	1.1 a	4.4 a
DMS	2.36	5.36	2.64	4.07	3.14	7.78

¹Promedio de dos repeticiones.

²Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según DMS Fisher.

³R=Rotación con *Mucuna*, G=gallinaza, O=oxamil, E= etoprop y C= control.

⁴Nematodos/100 cm³ de suelo transformados a $\log_e(\text{número de nematodos}+1)$.

⁵Nematodos/100 g de raíces.

de lograron el control de *M. incognita*, *Tylenchorynchus claytoni*, *Paratrichodorus christie* y *Hoplolaimus galeatus*, pero no lograron el control de *Helicotylenchus dihystera*. Estos autores reportan una posible interacción entre este género con la rizósfera de esta planta, presentándose una alta población en ella.

CONCLUSIONES

La aplicación de gallinaza al suelo y la rotación con *Mucuna* fueron efectivas reduciendo poblaciones del nematodo *R. similis* hasta los cuatro meses después de la siembra del plátano.

El uso integrado de rotación con *Mucuna*, aplicación de gallinaza y dosis bajas de nematicidas, es efectivo en el manejo de *R. similis* en las etapas críticas del cultivo de plátano.

El uso de estas prácticas alternas no tuvo efecto sobre las poblaciones de *H. multincinctus*.

La rotación con *Mucuna*, aplicación de gallinaza y dosis bajas de nematicidas, como práctica de manejo puede ser una herramienta efectiva en el control de *R. similis* en plátanos.

RECOMENDACIONES

- Realizar análisis químicos del suelo y de las enmiendas al inicio del experimento para cuantificar el aporte de la gallinaza a la fertilización del suelo.
- Llevar a cabo un plan de manejo en el que se incluya rotación con *Mucuna* previo a la siembra o aplicación de gallinaza al sembrar, seguida de combinaciones con dosis mínimas de nematicida cuatro y ocho meses después de la siembra.
- Evaluar el efecto de estas prácticas sobre el rendimiento del cultivo del plátano.
- Evaluar el efecto de dosis más alta de gallinaza y rotación por más tiempo sobre las poblaciones *H. multincinctus*.
- Evaluar la efectividad de estos tratamientos en otros cultivos y otras áreas del país a fin de determinar su efecto en el control de otros géneros de nematodos. De esta forma se podrán generar soluciones para el control de especies patógenas, mediante el uso de prácticas beneficiosas al medioambiente y económicamente factibles para los productores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura (NIFA, por sus siglas en inglés), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), Hatch Proyecto PR00437, N° de Acceso 226772”.

LITERATURA CITADA

Chavarría-Carvajal, J.; Macchiavelli, R.; Hernández, E. 2015. Use of poultry litter and a rotation crop for the management of plant-parasitic nematodes and banana weevil on plantain. Submitted to The Journal of Agriculture, University of Puerto Rico (in press).

Chavarría-Carvajal, J.; Vicente, N.; Macchiavelli, R.; Hernández, E. 2013. Alternative Practices for Managing Plant-Parasitic Nematodes on *Musa sp.* Nematropica, 43(2):285-286. (Abstract).

Chavarría-Carvajal, J.; Vicente, N.; Ortiz, J. 2006. Effect of Organic Amendments on Nematode Populations and Crop Yield of Plantain. Nematropica, 36(2):118. (Abstract).

Chavarría-Carvajal, J.; Figueroa, W.; Gandía, W. 1999. Suppression of plant-parasitic nematodes on pineapple with velvet bean (*Mucuna deeringiana*). Nematropica 29:118 (Abstract).

Chavarría-Carvajal, J.; Irizarry, H. 1997. Rates, application intervals and rotation of four granular pesticides to control nematodes and the corm-weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) in plantain. The Journal of Agriculture, University of Puerto Rico, 81(1-2):43-52.

Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2011. Consumo de Plátano y Guineo en Puerto Rico, 1998-2010. Oficina de Estadísticas Agrícola

Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2015. Ingreso Bruto de la Agricultura de Puerto Rico, 2009-2014. Oficina de Estadísticas Agrícola.

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini M.G., González L., Tablada, M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.

Gowen, S.; Quénéhervé, P. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Pages 431-460 Luc, M., Sikora, R.A. y Bridge, J. Eds. CAB International, Wallingford, UK.

Mai, W.; Mullin, P.; Lyon, H.; Loeffler, K. 1996. Plant-Parasitic Nematodes: A pictorial key to genera. Cornell University Press, Ithaca, New York. 277 p.

Olexa, M. 1990. Laws Governing Use and Impact of. Agricultural Chemicals: An overview. Circular 887. University of la Florida, Servicio de Extension. Gainesville, FL.

Orisajo, S.; Afolami, S.; Fademi, O.; Okelana, M.; Atungwu, J. 2012. Effects of poultry litter on establishment of cocoa seedlings and plantain infected with parasitic nematodes. Journal of Research in Chemistry and Environment, 2(4):278-289.

Santiago-González, J.; Chavarría-Carvajal, J.; Franqui-Rivera, R. 2006. Integrated Management of Plant-Parasitic Nematodes and The Corm-Weevil on Plantains. Nematropica, 36(2):147.

Stoffelen, R.; Verlinden, R.; Xuyen, N.; Swennen, R.; De Waele, D. 2000. Host plant response of *Eumusa* and *Australimusa* bananas (*Musa spp.*) to migratory endoparasitic and root-knot nematodes. Journal of Nematology, 2(8):907-916.

USDA. (United States Department of Agriculture). 2012. Census of Agriculture. Puerto Rico Island and Municipalities data. Agricultural Statistics Service. Volume 1. Part 52. 350 pp.

Vargas-Ayala, R.; Rodríguez-Kábana, R. 2001. Bioremediative management of soybean nematode population densities in crop rotations with velvetbean, cowpea, and winter crops. *Nematropica* 31:37–46.

Caracterización química de subproductos obtenidos del beneficiado del café

Heidel Moronta¹, Ámbar Espailat¹, Amadeo Escarramán² y Sandra Lagunes³

Abstract

Mucilage and wastewater honeys are byproducts generated from the process of transformation of the coffee fruit. These are highly polluting for the environment. However, its rich sugar composition would allow the use of these residues as a source to obtain bioethanol. The objective of this study is to characterize chemically the fresh mucilage and the honey wastewater, to compare its potential in the production of ethanol and to diminish its potential of contamination. Samples of mucilage and water were collected at the Samir coffee farm, S.R.L located in Mahoma, Rancho Arriba, San José de Ocoa province. The following variables were measured and analyzed in each sample: pH, soluble solids, density, titratable acidity, sugars (total, reducing and non-reducing), pectins and acetic acid. According to the results, it was found a higher density and pH in the mucilage and higher concentration of non-fermentable sugars in the coffee water, however, both showed low content of calcium pectate. It was determined that the mucilage of coffee presents the best conditions for obtaining bioethanol..

Keywords: mucilage, wastewater honeys, chemical characterization, waste management, coffee processing.

Resumen

El mucílago y las aguas mieles son subproductos que resultan del proceso de transformación del fruto de café. Estos son altamente contaminantes para el ambiente. Sin embargo, su composición rica en azúcares permitiría un uso de estos residuos como fuente de bioetanol. El objetivo de este estudio es caracterizar químicamente el mucílago fresco y las aguas mieles, comparar su potencial en la producción de etanol y disminuir su potencial de contaminación. Se colectaron muestras de mucílago y aguas mieles en la finca de café Samir, S.R.L ubicada en Mahoma, Rancho Arriba, provincia San José de Ocoa. Se analizaron las siguientes variables en cada muestra: pH, sólidos solubles, densidad, acidez titulable, azúcares (totales, reductores y no reductores), pectinas y ácido acético. De acuerdo a los resultados, se encontró una mayor densidad y pH en el mucílago y mayor concentración de azúcares no fermentables en las aguas mieles del café, sin embargo, ambos mostraron bajo contenido de pectato de calcio. Se determinó que el mucílago del café presenta las mejores condiciones para la obtención de bioetanol.

Palabras clave: mucílago, aguas mieles, caracterización química, manejo de residuos, beneficio de café.

INTRODUCCIÓN

La planta del cafeto es un arbusto que produce los granos de café. El café es un fruto económicamente importante a nivel mundial, consumido como una bebida energética. A partir de la cosecha de los frutos, el proceso productivo, también conocido como beneficiado, conlleva diferentes fases en las que se transforma el café cereza en café pergamino mediante la eliminación de las capas que envuelven el fruto. En este proceso se producen diversos subproductos que pueden ser contaminantes, como la pulpa, el mucílago, la cáscara, la broza y las aguas mieles, Rodríguez y Zambrano (2010).

Hay dos variantes del método para procesamiento del café por vía húmeda, estos son: el beneficio húmedo tradicional y el beneficio ecológico. La diferencia entre ambos radica en que el método tradicional remueve el

mucílago del café por medio de la fermentación natural de los granos, mientras que en el beneficio ecológico se hace de forma mecánica, lo que permite utilizar menos agua y disminuir los niveles de contaminación, causados por los remanentes del beneficiado.

El mucílago y las aguas mieles constituyen la mayor parte de la contaminación generada en el beneficiado de café. La disposición inadecuada de estos puede modificar la acidez, color, turbidez, temperatura, olor y composición química del agua, suelo y subsuelo; causando desequilibrio en el ecosistema acuático, degradación de los suelos y afecciones a la salud humana, Alfaro y Rodríguez (1994), Anacafe (2004), Balseca y Cabrera (2011), Cervantes *et al.* (2014), Savigne y Romanovski (2009). Además, el mucílago y las aguas de mieles in-

¹ Estudiantes. Trabajo de grado para optar por la licenciatura en Ecología y Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (Pucmm). Teléfono: 829-965-9412 y 829-837-2557. Correos electrónicos: heidel12@hotmail.com y ambarcristal001@hotmail.com.

² Investigador en café del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Teléfono: 809-710-5724. Correos electrónicos petty28@hotmail.com

⁴ PhD en Ciencias de alimentos. Teléfono: 809-964-9021. salaga042009@gmail.com

crementan la demanda química de oxígeno (DQO), que puede ser de 120,000 a 300,000 mg/L en el beneficio tradicional, Alfaro y Rodríguez (1994) y Vásquez (1999) y cerca de 1,000 mg/L en el beneficio húmedo ecológico, Grullón (2008). Estos valores superan el nivel sugerido en la Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descargas, un máximo de 250 mg/L para DQO, Semarena (2003).

En la República Dominicana se han reportado casos de contaminación por el manejo inadecuado de mucílago y las aguas mieles como subproductos del café, como son: el del río Gurabo en Juncalito, provincia Santiago y el río Cimacual en Hondo Valle, provincia Elías Piña. Esto indica que es necesaria la búsqueda de usos alternativo de los residuos de la industria cafetalera, Periódico Hoy (2006).

El alto contenido de azúcares hace que las aguas mieles y el mucílago de café sean una fuente potencial para la producción de bioetanol. Estudios realizados en Colombia revelan valores promedios de 57.90 a 58.37 ml de bioetanol obtenido a partir de 1 kg de mucílago, Rodríguez y Zambrano (2010). En las aguas mieles, en Honduras se obtuvieron valores de 69.30 ml/L, mediante un proceso de destilación fraccionada en tres etapas, Paredes (2012). Ambos subproductos pueden utilizarse como fuente de obtención de etanol, efectuando variaciones de las técnicas de obtención del mismo, dependiendo del fin de su uso.

La caracterización química del mucílago y las aguas mieles permite estimar su potencial en la producción de etanol. La producción de etanol podría ser una opción para utilizar los residuos del beneficiado de café y disminuir las consecuencias de la contaminación generada por este proceso en el país y promover un manejo sostenible de estos en las fincas cafetaleras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en la finca Samir, S.R.L, localizada en Mahoma, Rancho Arriba, provincia de San José de Ocoa. Altura entre 850 a 1,000 msnm.

Entre las variedades de cafeto cultivadas se encuentran: 'Caturra', 'Catuai', Catimores y Sarchimores. En el procesamiento café cereza utilizan beneficio húmedo ecológico.

Variables a medir

a) pH, sólidos solubles (°brix), y densidad (g/cm³) y b) la acidez titulable (%), el porcentaje de azúcares (totales, reductores y no reductores), pectato de calcio (%) y ácido acético (ppm).

Metodología

se realizaron 4 recolecciones de café entre los meses de febrero y marzo, con un espacio de 15 días entre cada una. En cada recolección se tomó una muestra de mucílago fresco de *Coffea arabica* L. y una muestra de aguas mieles, para un total de 8 muestras (4 de mucílago fresco y 4 de aguas mieles). El mucílago se obtuvo directamente de la máquina desmucilagadora, marca Pinhalense, mientras que las aguas mieles se obtuvieron a partir de la fermentación natural de los granos de café despulpados, despulpadora Pinhalense, por aproximadamente 20 a 24 horas.

Las muestras se refrigeraron a una temperatura de 10 °C, inmediatamente fueron recolectadas, hasta llegar al lugar de almacenamiento para evitar cambios en sus propiedades. Se midieron los niveles de pH, sólidos solubles (°Brix) y densidad (g/cm³), a todas las muestras, luego fueron congeladas. El pH se obtuvo según el método 981.12 AOAC (2005) con un pH-metro; los sólidos solubles se midieron bajo el método 931.12 AOAC (2005) con un refractómetro portátil; y la densidad se determinó con un densímetro de inmersión para líquidos más o menos pesados.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Dirección General de Aduanas para determinar las demás variables: acidez titulable (%), el porcentaje de azúcares (totales, reductores y no reductores), pectato de calcio (%) y ácido acético (ppm). La acidez titulable se determinó según el procedimiento 931.12 AOAC (2005) y los azúcares por medio del método de Lane-Eynon, 923.09 AOAC (2005). El porcentaje de pectato de calcio se obtuvo a través del filtrado y desecado de las muestras. Por último, la cuantificación del ácido acético se realizó con la técnica de cromatografía de gases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

Después de la fermentación aumenta la acidez, por lo que en el mucílago el pH promedio fue de 5.28 y para el agua miel 4.29.

Sólidos solubles

En la fermentación se forman alcoholes y ácidos, lo que disminuye la concentración de azúcar y densidad de la solución. Los grados Brix para las muestras de aguas mieles deberían ser menores. Sin embargo, los valores fueron mayores para el mucílago en las muestras 2 y 4, con valores de 5.2 y 6.6 °Brix, respectivamente, y para las aguas mieles en las muestras 1 y 3 con 8.0 y 7.2 °Brix, Figura 1. Esto se atribuye a que la cantidad de agua que se utilizó en el proceso de obtención de las muestras no fue controlada.

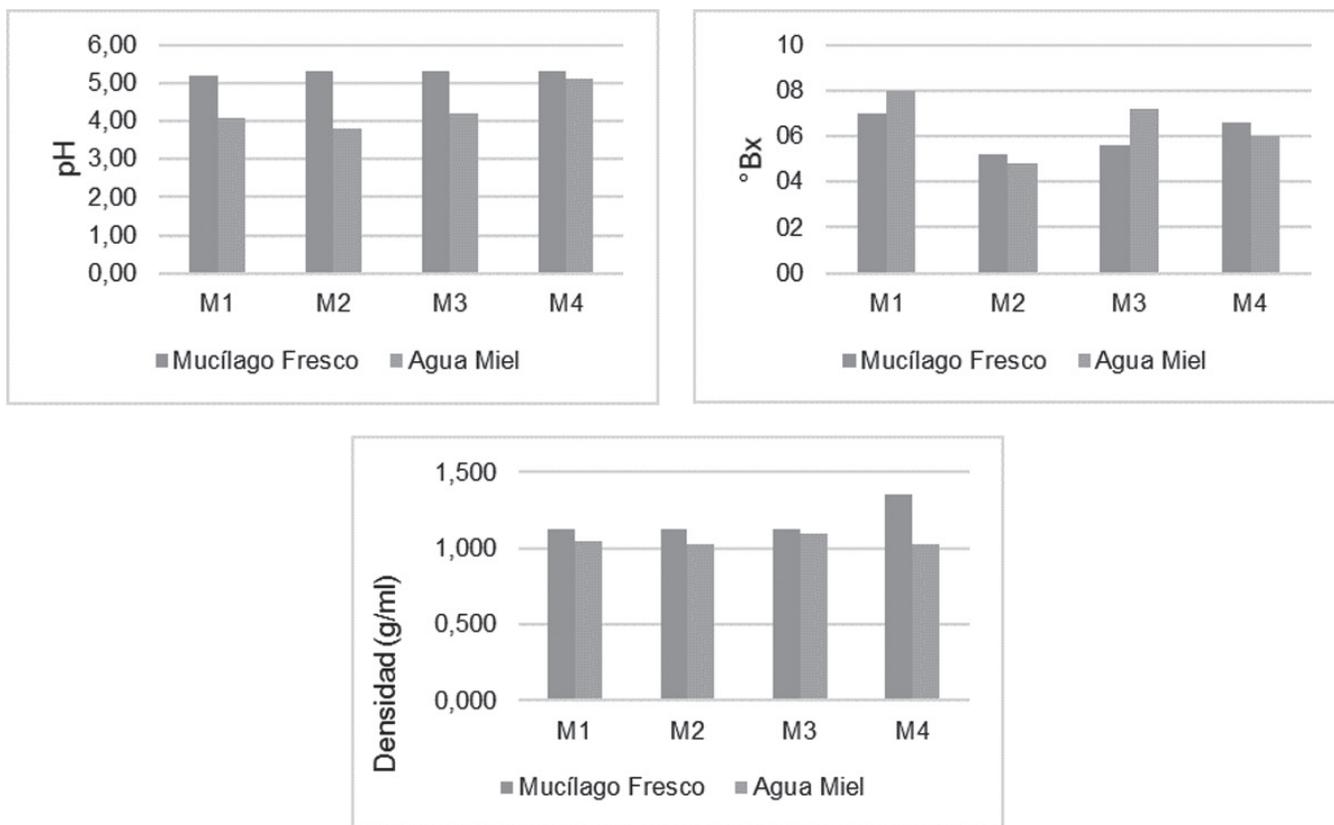


Figura 1. pH, °Brix y densidad de las muestras de mucilago y agua miel.

Densidad

La densidad promedio de las muestras de mucilago fue de 1.181 g/ml, mayor que la de las aguas mieles (1.050 g/ml), debido a que estas atravesaron por el proceso de fermentación.

Acidez titulable

En promedio, el valor de la acidez titulable en las muestras de aguas mieles es mayor (3.256 %) que el correspondiente al mucilago (1.333 %). Esto se debe a que luego del proceso de fermentación natural la presencia de ácidos orgánicos en la sustancia aumenta.

Azúcares totales

Los azúcares totales constituyen del 6.2 % al 7.4 % del peso húmedo del mucilago fresco de café maduro, Puerta (2012). Rodríguez y Ríos (1999) indican que el porcentaje de azúcares totales corresponde a 6.43 % b.h. En el caso del mucilago, el promedio de azúcares totales fue de 1.863 % y 2.431 % para las aguas mieles analizadas. Estas diferencias pueden deberse al tiempo de congelación de las muestras, así como la cantidad de agua utilizada en el tratamiento de obtención de estas.

Azúcares reductores o fermentables

La presencia de los azúcares reductores propicia el desarrollo de microorganismos encargados de la fermentación. El porcentaje de azúcares reductores promedio es similar para ambos grupos de muestras: 1.470 % en las aguas mieles y 1.423 % en el mucilago fresco. En las muestras 1 y 2, tanto para mucilago como para agua miel se obtuvieron los mismos valores 1.38 % y 1.10 %, Figura 2.

Los azúcares reductores constituyen del 4 al 4.6 % del peso del mucilago fresco, Puerta (2012). Aunque los valores de referencia mencionados son diferentes a los obtenidos en esta investigación, se debe considerar, el tiempo de conservación de las muestras y la cantidad de agua, que no pudo ser controlada en el proceso de obtención, podría haber diluido la concentración de azúcares.

Azúcares no reductores

En promedio, el nivel de esta variable fue superior en las aguas mieles (0.856 %) que en el mucilago (0.441 %). Las muestras con menores valores fueron la No. 1 y 4 de mucilago con 0.1160 % y 0.4980 % y las de mayor concentración de azúcares no reductores fueron las muestras 1 y 2 de agua miel con 0.7152 % y 2.4779 %,

respectivamente. Estos azúcares tardan más tiempo en descomponerse durante la fermentación. Se hidrolizan, posteriormente a la descomposición de los azúcares reductores, para dividirse en azúcares más simples, y reductores y luego fermentarse. Esto explicaría los valores elevados para las muestras 1 y 2 de agua miel, Figura 2.

Pectinas

Las sustancias pécticas (protopectinas, ácidos pécticos, pectatos, pectinatos y pectinas) constituyen del 0.6 al 2.0 % del peso del mucílago fresco de café, Puerta (2012). Los resultados de esta investigación se expresan en pectato de calcio, siendo este uno del total de compuestos pécticos. El porcentaje promedio de pectato de calcio fue similar en el mucílago (0.4%) y para el agua miel (0.39 %), Figura 2.

Ácido acético

El porcentaje de ácido acético de ambos grupos de muestras fue ligeramente mayor para el mucílago en comparación con las aguas mieles, 1338 ppm y 1262 ppm, respectivamente, Figura 2. Esta variación puede indicar sobre fermentación, posiblemente causada por el tiempo transcurrido entre la recolección de las muestras hasta las pruebas de laboratorio.

CONCLUSIONES

El mucílago de café fresco fue de pH de 5.3 y una densidad aproximada de 1.125 g/ml. Mientras que el agua miel tiene un pH más ácido, con un promedio de 4.29, y una densidad más baja de 1.050 g/ml. Estas variaciones de pH y densidad de las aguas mieles se debe al proceso de fermentación natural.

El mucílago fresco tiene en promedio 6.10 °Bx y las aguas mieles 6.5 °Bx, lo que puede deberse a la formación de sustancias menos densas en el proceso de fermentación.

La acidez titulable del mucílago (1.333 %) es menor que la correspondiente a las aguas mieles (3.256 %). Esto debido a las sustancias ácidas generadas durante la fermentación natural de las aguas mieles.

La concentración de azúcares totales fue mayor en el agua miel (2.431 %) que en el mucílago (1.863 %). Igualmente, la concentración de azúcares no reductores es mayor para las aguas mieles.

Los valores elevados de acidez titulable, y la baja densidad de las aguas mieles indican que en el proceso de fermentación fueron consumidos gran parte de los azúcares reductores.

La uniformidad de los valores del porcentaje de pectato de calcio en las muestras de mucílago y aguas mieles se atribuye al grado de fermentación de las muestras. También, hay que considerar que el pectato de calcio no representa el total de las sustancias pécticas contenidas en las muestras.

Los niveles de ácido acético fueron elevados tanto para el mucílago como para las aguas mieles. Su presencia indica que se consumió alcohol al reaccionar este con otros compuestos, lo que influenciaría la cantidad de etanol que se pueda obtener.

RECOMENDACIONES

- Recolectar muestras en tiempos diferentes dentro del período de cosecha. Al tomar en cuenta la época de recolección de los granos de café, si se procura que se realice en los tiempos intermedios de cosecha, donde el nivel de maduración del fruto es el óptimo, su concentración de azúcares es mayor.
- Llevar a cabo los análisis planteados en esta investigación inmediatamente realizada la recolección de las muestras para evitar cambios en las sustancias, producidos por la congelación prolongada de las mismas y el tiempo antes del análisis.
- Realizar la medición de los grados Brix con un equipo más especializado para evitar la consecución de errores en los valores obtenidos.
- Analizar otros componentes pécticos, además del pectato de calcio, como: el ácido galacturónico y las protopectinas, para tener una proporción real de la cantidad de pectinas o sustancias pécticas presentes en el mucílago y las aguas mieles.
- Realizar pruebas de composición química para el mucílago y las aguas mieles tomando en cuenta un mayor número de parámetros y poder realizar una descripción química de estos de forma más profunda.
- Desarrollar futuros estudios en este campo para impulsar las investigaciones en torno al manejo de los demás residuos del proceso de producción de la industria cafetalera.

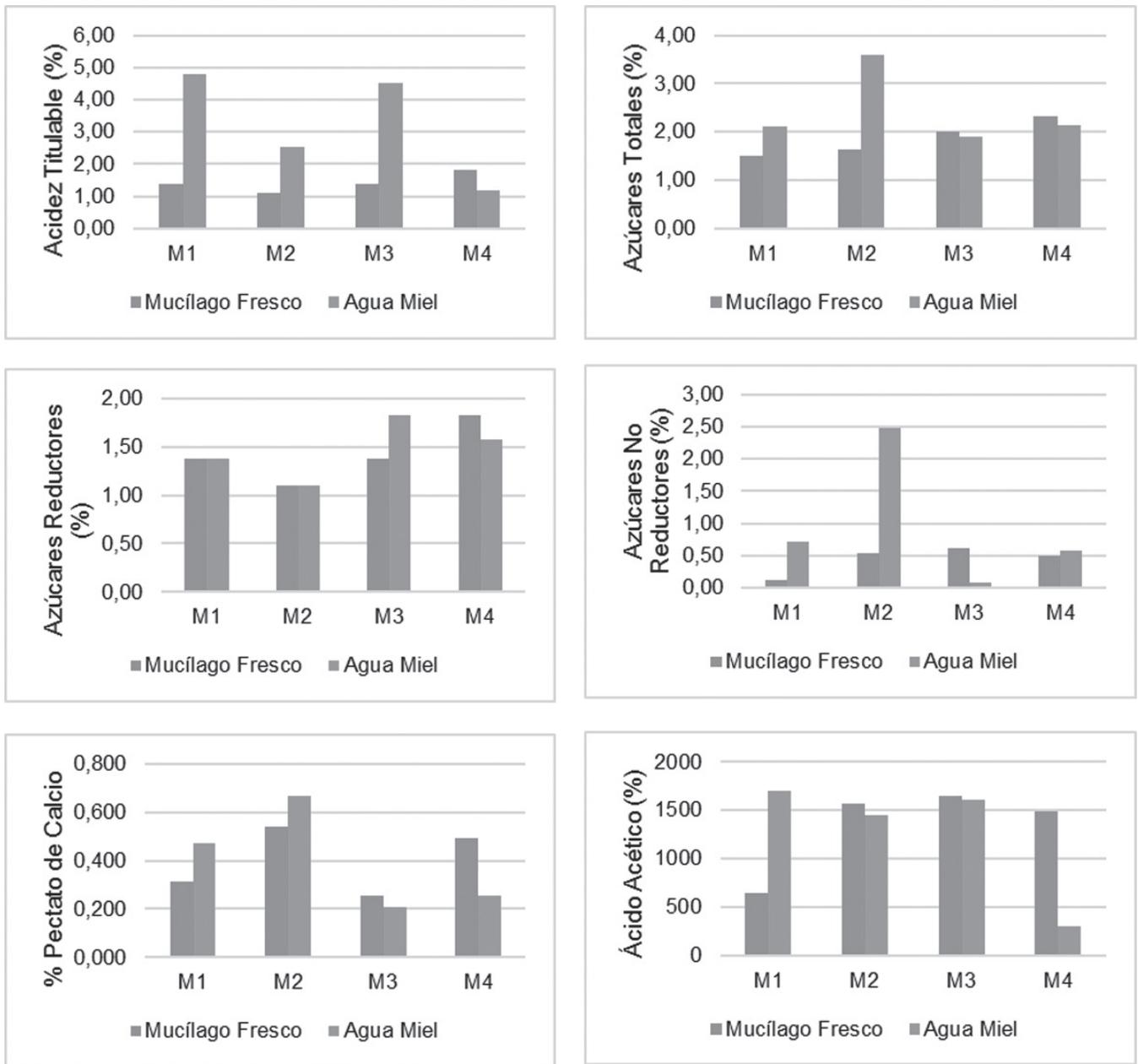


Figura 2. Acidez Titulable, Azúcares Totales (Reductores y No Reductores), Pectato de Calcio y Ácido Acético de las muestras de mucilago y agua miel.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, M.; Rodríguez, J. 1994. Impacto ambiental del procesamiento de café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 18 (2): 217-225.
- Anacafé (Asociación Nacional del Café, GT). 2004. Los subproductos del café. (En línea). Revisado el 15 de febrero del 2016. Disponible en: www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo_Subproductos
- AOAC (Association of Analytical Communities, US). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Maryland, US. Revisado el 15 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/aoac/publications/official_methods_of_analysis/aoac_member_pubs/oma/aoac_official_methods_of_analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48
- Arias, M.; Henao, L.; Castrillón, Y. 2009. Producción de ácido láctico por fermentación de mucílago de café con *Lactobacillus bulgaricus* NRRL-B548. *Dyna* 76 (158):147-153. (En línea). Revisado el 15 de marzo de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n158/a14v76n158.pdf>
- Balseca, D.; Cabrera, J. 2011. Producción de biogás a partir de aguas mieles y pulpa de café. Zamorano, HN. (En línea). Revisado el 15 de marzo del 2016. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/454/1/IAD-2011-T004.pdf>
- Cervantes, R.; Castro, I.; Cabrera, J.; Fernández, D.; Fernández, D. 2014. Efecto de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.) variedad arábica sobre propiedades químicas de tres suelos del macizo montañoso Guamuhaya. Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Mayebeque, CU. *Rev Cie Téc Agr* 24 (2). (En línea). Revisado el 15 de abril del 2016. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n2/rcta06215.pdf>
- Grullón, R.; Durán, M.; Quezada, F. 2008. Establecimiento de una metodología de monitoreo y seguimiento a los sistemas de saneamiento ambiental del beneficiado de café en el municipio de Jarabacoa. Tesis de Grado, Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño (UAFAM). Escuela de Agronomía, Jarabacoa, DO.
- Paredes, J. 2012. Mejoramiento del balance de energía en la producción de etanol de aguas mieles de café. Universidad Tecnológica Centroamericana (Unitec), San Pedro Sula, HN. (En línea). Revisado el 15 de febrero de 2016. Disponible en: <https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-nev5mp3WAhXKKiYKHTh0DX0QFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unitec.edu%2Finnovare%2Fwp-content%2Fplugins%2Fdownload-attachments%2Fincludes%2Fdownload.php%3Fid%3D731&usg=AFQjCN GehfJgUZ9WcCbImqtq1nIjmq6g>
- Puerta, G. 2012. Factores, procesos y controles en la fermentación de café. Centro de Investigaciones del Café (Cenicafé). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Programa de Investigación Científica, Fondo Nacional del Café, Manizales, CO. (En línea). Revisado el 15 de mayo de 2016. Disponible en: https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj7L3Mm53WAhVC5SYKHwD_DgoQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.cenicafe.org%2Fbitstream%2F10778%2F327%2F1%2Favt0422.pdf&usg=AFQjCNEtcMvyFQiQFJVpxGO6bNvO9X-HEW
- Puerta, G.; Ríos, S. 2011. Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé* 62 (2):23-40.
- Rodríguez, N.; Ríos, R. 1999. Caracterización del mucílago de Café utilizado como materia prima para la producción de pectinas p.v. Informe Anual de Actividades de Investigación: Disciplina Química Industrial, Centro de Investigaciones del Café (Cenicafé), Chinchiná, CO.
- Rodríguez, N.; Zambrano, D. 2010. Los subproductos del café: fuente de energía renovable. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Cenicafé), Programa de Investigación Científica, Fondo Nacional del Café, Chinchiná, CO. Revisado el 15 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.jotagallo.com/agricola/assets/cenicafe-avance-tecnico-393-subproductos-del-cafe.pdf>
- Semarena (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, DO). 2003. Norma ambiental de sobre calidad del agua y control de descargas. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo, DO.
- Savigne, D.; Romanovski, O. 2009. Impacto de los residuales del beneficio húmedo del café en la provincia de Guantánamo. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). Guantánamo, CU. Revisado el 15 de abril de 2016. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/01/cubtar016.pdf>
- Vásquez, R. 1999. El beneficiado ecológico del café. En *Desafíos de la Caficultura en Centroamérica* (págs. 171-191). Editorial Agroamérica. San José, CR. Revisado el 30 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B3981e/B3981e.pdf>

Uso de la prueba molecular Igenity para seleccionar bovinos mestizos con genes que favorecen la ternera de la carne

Helmut Bethancourt y Ramón Martínez

Abstract

The tenderness of the meat is one of the qualities most appreciated within the characteristics that promote the quality of beef. The tenderness of beef is due to several factors that include an important genetic component. The genomic profile of Igenity is an informative tool to identify the potential of beef cattle, including tenderness. The objective of this study is to determine the contribution of the Igenity profile as a molecular tool to obtain crossbred cattle (*Bos taurus* x *Bos indicus*) with greater potential to produce high quality meat. A group of crossbred cows (CON) was randomly selected from a crossbreeding system with three breeds (two *Bos taurus* and one *Bos indicus*). Black and red Angus bulls with high potential were used as meat quality improvers based on progeny tests and molecular tests to produce mestizo descendants (SAM) through an artificial insemination program with the Cows CON. The Igenity genomic profile was elaborated with an emphasis on characteristic tenderness to 38 SAM calves and calves and their respective CON mothers. Three groups were separated on the basis of their genomic potential for meat tenderization: less tender (1-5), intermediate (6-7) and more tender (8-10). Among cows with and their offspring SAM 84% and 42% were classified in the less tender group and 16% and 42% in the intermediate group, respectively. 16% of the SAMs were classified in the most tender group, however, none of the NOCs achieved this classification. The results indicate that a system of crosses of three races for tropical climates is not enough to guarantee an optimal frequency of genes associated with tenderness. However, the genomic potential for the characteristic tenderness verified in the SAMs allows us to conclude that a significant advance in genetic improvement can be achieved for this characteristic in a single generation.

Keywords: tenderness, bovines, molecular markers, Igenity.

Resumen

La ternera de la carne es una de las cualidades más apreciadas dentro de las características que promueven la calidad de la carne bovina. La ternera de la carne de res se debe a varios factores que incluyen un componente genético importante. El perfil genómico de Igenity es una herramienta informativa para identificar el potencial del ganado de carne, incluyendo la ternera. El objetivo de este estudio es determinar el aporte del perfil Igenity como herramienta molecular para obtener bovinos mestizos (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con mayor potencial para producir carne con elevada calidad. Se seleccionó al azar un grupo de vacas mestizas (CON) de un sistema de cruzamiento con tres razas (dos *Bos taurus* y una *Bos indicus*). Se utilizaron toros de raza Angus negro y rojo con alto potencial como mejoradores de calidad de carne basado en pruebas de progenie y pruebas moleculares para producir descendientes mestizos (SAM) mediante un programa de inseminación artificial con las vacas CON. Se realizó el perfil genómico Igenity con énfasis en la característica ternera a 38 becerros y becerras SAM y sus respectivas madres CON. Se separaron 3 grupos en base a su potencial genómico para ternera de la carne: menos tiernos (1-5), intermedios (6-7) y más tiernos (8-10). Entre las vacas CON y sus descendientes SAM el 84% y 42% se clasificaron en el grupo menos tiernos y el 16% y 42% en el grupo intermedio, respectivamente. El 16% de los SAM se clasificó en el grupo más tierno, sin embargo, ninguna de las CON logró esta clasificación. Los resultados indican que un sistema de cruzamientos de tres razas para climas tropicales no es suficiente para garantizar una óptima frecuencia de genes asociados a la ternera. Sin embargo, el potencial genómico para la característica ternera verificado en los SAM permite concluir que se puede lograr un avance significativo en el mejoramiento genético para esta característica en una sola generación.

Palabras clave: ternera, bovinos, marcadores moleculares, Igenity.

INTRODUCCIÓN

La ternera de la carne es una de las cualidades más apreciadas dentro de las características que promueven la calidad de la carne bovina y uno de los atributos más demandados por los consumidores de carne en todo el mundo, Gitou *et al.* (2011). garantizar la ternera de la carne incrementaría la demanda de la misma (DeVuyst *et al.* 2011).

La ternera de la carne de res se debe a varios factores que incluyen un componente genético importante, Miller *et al.* (2010). Aunque la carne bovina con un alto nivel de grasa intramuscular puede tener mayor ternera (Guelker *et al.*, 2012), el mejoramiento genético para ternera de carne de res ha sido poco explotado debido a que su cuantificación en animales vivos es complicada. Es costoso medir la ternera de la carne, ya que requiere

¹ Investigadores. Universidad Nacional Evangélica (UNEV), Santo Domingo, República Dominicana. Correo electrónico: helmutbio@yahoo.com

que se cocine un corte de carne específico de los animales sacrificados y esto no es práctico a gran escala, Miller *et al.* (2010).

La ganadería de carne en la República Dominicana está influenciada por razas del grupo *Bos indicus*. Estudios comparativos entre carne de ganado bovino revelan que la carne *Bos indicus* y sus cruces es menos tierna que la de los *Bos taurus*, tanto en las mediciones de resistencia al corte como en evaluaciones con panel sensorial (Crouse *et al.* 1989, O'Connor *et al.* 1997). En razas como la Brahman, esto se debe en parte a que tienen menor cantidad de colágeno soluble y mayor cantidad de tejido conjuntivo en los músculos, lo que disminuye la ternura de la carne, Riley *et al.* (2005).

El cruzamiento de vacas con 3/8 *Bos indicus* con toros Angus, produce una alta proporción de descendientes que logra la calificación Choice (76%), mejorando la calidad de la carne en una sola generación, lo que permite tener un incentivo en el pago en Norte América, Brink (2012).

Aun en hatos de ganado *Bos taurus* que procuran ternura de carne, se recomienda que se tenga por lo menos un 25% de contenido genético de razas de origen británico (Angus, Hereford, South Devon o Shorthorn) para garantizar que la carne tenga un nivel de ternura aceptable, Dikeman *et al.* (2001) y Casas *et al.* (2010).

Las enzimas calpaína y calpastatina actúan en forma coordinada para degradar las proteínas de las fibras musculares a partir del momento de la faena, lo que genera el proceso de ternurización "post mortem" de la carne. Se ha identificado, en los genes de las enzimas calpaína y calpastatina, mutaciones o variantes genéticas (SNPs) asociadas a mayor y a menor ternura. Dichas mutaciones se denominan marcadores moleculares de ternura. Los marcadores más utilizados son: calpastatina 2959, calpastatina UoG, calpaína 316 y calpaína 4751, Gitou *et al.* (2011).

La información del ADN añade gran valor cuando se incluye en las predicciones de estimación genética de animales jóvenes y puede mejorar la certeza de las estimaciones genéticas, Spangler y Van Eenennaam (2010). Se trabaja en el desarrollo de paneles que incluya múltiples genes para su desarrollo y se prevé que en el futuro habrá paneles muy amplios para evaluar cientos de miles de marcadores a la vez, Miller *et al.* (2010). Sin embargo, estos pueden estar limitados a razas específicas de una región, McClure *et al.* (2012).

El perfil genómico de Igenity es una herramienta informativa para identificar el potencial del ganado de carne, incluyendo los del tipo *Bos indicus* y la misma se reporta del 1 al 10 dependiendo de la combinación de genes que contiene el animal. Está validado por el Consorcio Nacional de Evaluación de Ganado de Carne (NBCEC), y su panel de marcadores para la prueba de ternura

Igenity se tienen tres marcadores, estos son: CAPN 316, CAPN 4751 y UoG-CAST, Van Eenennaam *et al.* (2007).

En estudios de validación independiente de las pruebas moleculares para ternura, se comprobó que al utilizar la prueba Igenity para ternura en la carne entre los genotipos con resultado 10 hubo 1.04 kg menos de esfuerzo de corte en la prueba Warner-Bratzler comparado con la carne de los genotipos con resultado 1, Qaas *et al.* (2005). Autores particulares han corroborado la efectividad del uso de la prueba Igenity para seleccionar animales con mejor calidad de carne incluyendo grasa intramuscular y ternura, Brink (2012) y McEvers *et al.* (2012).

El objetivo de este estudio es determinar el posible aporte del perfil Igenity como herramienta molecular para obtener bovinos mestizos (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con mayor potencial para producir carne con elevada calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un grupo de vacas mestizas de la Hacienda La Perseverancia, localizada en La Isabelita del municipio Pedro Sánchez, provincia El Seibo, República Dominicana. En esta finca se utiliza un sistema de cruzamiento rotacional no estricto con toros de razas puras Charolais, Simmental y Brahman blanco. El uso de este sistema de cruzamiento rotacional ha generado vacas que contienen entre 25% y 75% de raza Brahman blanco en su genotipo.

Se seleccionaron al azar 38 vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con diferentes niveles de razas *Bos taurus*. Estas vacas (CON) representan el sistema convencional de cruzamientos en el que se incorpora razas de clima templado, (por ejemplo, Charolais y Simmental) con el fin de mejorar la calidad de la carne, pero manteniendo un grado de genética cebuina (*Bos indicus*) con la raza Brahman blanco que aporta resistencia a clima tropical y a parásitos.

Mediante un programa de inseminación artificial, se produjeron descendientes F1 de las vacas CON y toros de raza Angus negro y Angus rojo, los cuales habían obtenido resultados 9 y 10 en el análisis de ternura Igenity, siendo 10 la valoración más alta.

Los becerros F1 (macho y hembra) nacieron entre febrero de 2015 y marzo de 2016. Estos animales tienen 50% de Angus negro o rojo, y proporciones variables de las razas Charolais, Simmental y Brahman. Se estima que su nivel de Brahman está entre 12.5% y 37.5%. Debido a que los toros fueron seleccionados en base a la prueba molecular Igenity, se considera que los becerros resultantes (SAM) son fruto de un proceso de selección asistida por marcadores moleculares.

Se tomaron muestras de pelo de la cola o de la cabeza de los becerros y becerras antes del destete y el mismo día se tomó muestras de las vacas madres. Dichas muestras fueron enviadas al laboratorio de Neogen Genomics (Lincoln, NE) utilizando tarjetas provistas por dicho laboratorio para muestras de pelo. Se realizó el perfil genómico Igenity, el cual incluye el análisis sobre terneza de carne.

Para el análisis de los datos se realizaron pruebas t para observaciones pareadas y sorteadas. Se realizó un análisis de correlación de Spearman para las variables evaluadas. El análisis realizado estuvo acorde a la naturaleza de los datos y la distribución de las variables analizadas. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa InfoStat versión 2016, Di Rienzo *et al.* (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El reporte de los resultados del perfil Igenity para la característica terneza se reporta del 1 al 10 siendo 10 el más favorable. Las vacas CON obtuvieron resultados con un rango de 1 hasta 7, siendo el promedio 3.66. Los descendientes SAM obtuvieron resultados con un rango de 4 hasta 9, siendo el promedio 6.24, Figura 1.

Los resultados del análisis estadístico muestran diferencias significativas marcadas en los resultados reportados para la característica terneza del perfil Igenity entre la descendencia, independientemente del sexo, con relación a sus madres, las cuales fueron cruzadas con toros de alta valoración reportada para la misma característica, Tabla 1.

El análisis de correlación realizado a las madres y sus descendencias, independientemente del sexo, mostró una asociación positiva y significativa en los resultados para la característica terneza del perfil Igenity ($R = 0.66$ y una probabilidad $> R = 0.0008 < \alpha = 0.05$). El coeficiente de correlación entre las madres y las hijas fue mayor que el que resultó entre madres e hijos.

Tabla 1. Prueba de T para muestras pareadas relacionando la variabilidad de los resultados de la prueba Igenity para la característica Terneza entre las vacas cruzadas con toros con alto potencial para terneza de carne y su descendencia.

T (muestras apareadas)						
Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	T	p(Unilateral D)
Tend_H	Tend_M	38	2.58	1.29	12.35	<0.0001

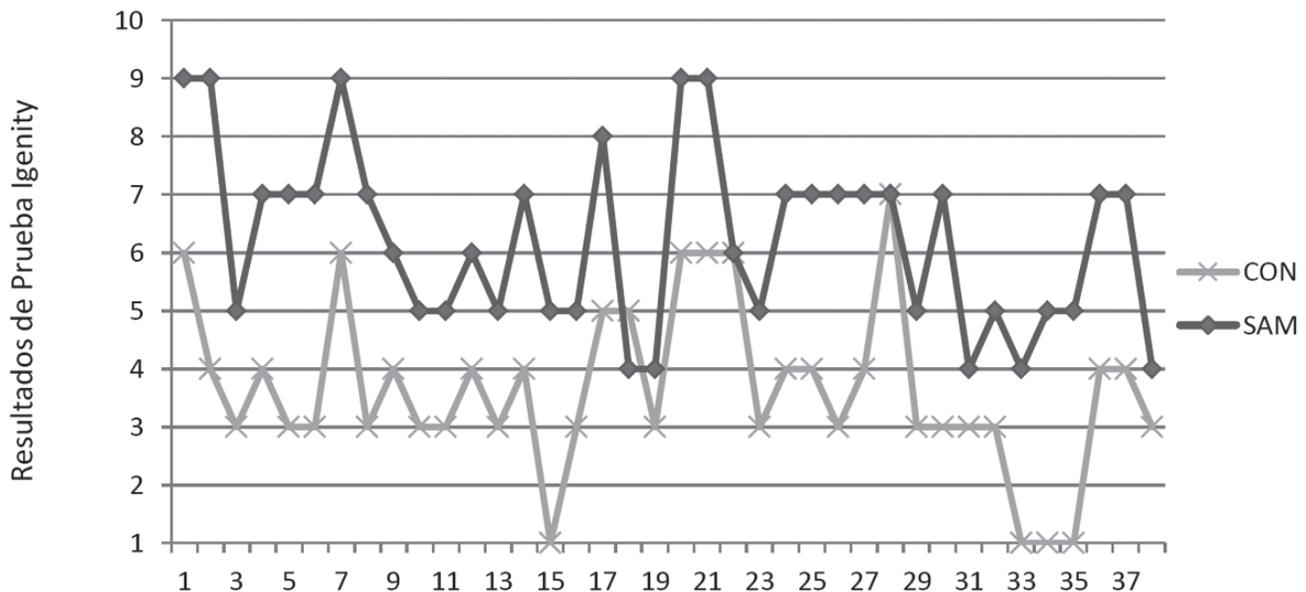


Figura 1. Reporte para la característica terneza de la prueba Igenity para vacas y sus respectivos descendientes luego de cruce con toros Angus negro y rojo con alto potencial genético para terneza de la carne.

Estudios sobre la relación entre la resistencia al corte (prueba Warner-Bratzler) y la valoración de la característica ternera del perfil Igenity han permitido clasificar los animales en tres grupos: los menos tiernos (1-5), el grupo intermedio (6-7) y los más tiernos (8-10), McEvers *et al.* (2012), esta muestra los resultados de un cruce rotacional no estricto con dos razas que aportan calidad de carne como Charollais y Simmental y la raza Brahman blanco en las vacas seleccionadas al azar mostró como más alto una valoración de 7. Solo un 16% de las vacas estuvo en rango intermedio de potencial para ternera de carne (6 y 7), mientras que el 84% se queda en el grupo con menos potencial para ternización de la carne (1 al 4), Figura 2.

El cruzamiento rotacional con tres razas se ha utilizado en fincas productoras de carne bovina en la República Dominicana. Se atribuye la baja valoración de las CON al contenido de *Bos indicus* (ej. raza Brahman) y la selección de toros Charollais y Simmental, en base a su pedigrí y desempeño individual (ganancia de peso) sin información suficiente sobre su potencial para calidad de carne.

Al utilizar toros que obtuvieron 9 y 10 para la característica ternera en la prueba Igenity, hubo un salto significativo en el potencial genético de la descendencia. Un 16% de los SAM tuvieron una valoración de 8 y 9 correspondiente al grupo más tierno, mientras que 42% estuvo en el rango intermedio con valoración 6 y 7. Esto sugiere que cuando se seleccionan los toros con una

herramienta molecular como Igenity se puede lograr un salto en el potencial genético para ternera de carne en una sola generación (58% comparado con 16% en nivel intermedio o más tierno) en animales mestizos. Estos resultados concuerdan con los reportado en estudios realizados para mejoramiento de calidad de carne con animales mestizos *Bos taurus x Bos indicus*, y con novillos mestizos de razas británicas y continentales (*Bos taurus*), Brink (2012) y McEvers *et al.* (2012).

El perfil Igenity actualmente tiene un costo de 40 dólares por animal, sin incluir los gastos de toma de muestra y envío al laboratorio de Neogen Genomics. Aunque el perfil completo incluye marcadores moleculares para 13 características, es importante tener información sobre la validación de los mismos para animales mestizos y las distintas razas involucradas. Esto garantiza la eficiencia del uso de estos marcadores en las condiciones de manejo local, Parra-Bacramonte *et al.* (2011).

Los marcadores moleculares para la característica ternera fueron validados de forma independiente para distintas razas por la NBCEC, Van Eenennaam *et al.* (2007). La información sobre el potencial genómico proporciona criterios de selección objetivos y representa un valor agregado en la oferta de toros para reproducción, Guitou *et al.* (2011) y Van Eeneman *et al.* (2011), por lo que es razonable incluir los costos de estos análisis en el precio de venta de toros seleccionados con asistencia de marcadores moleculares.

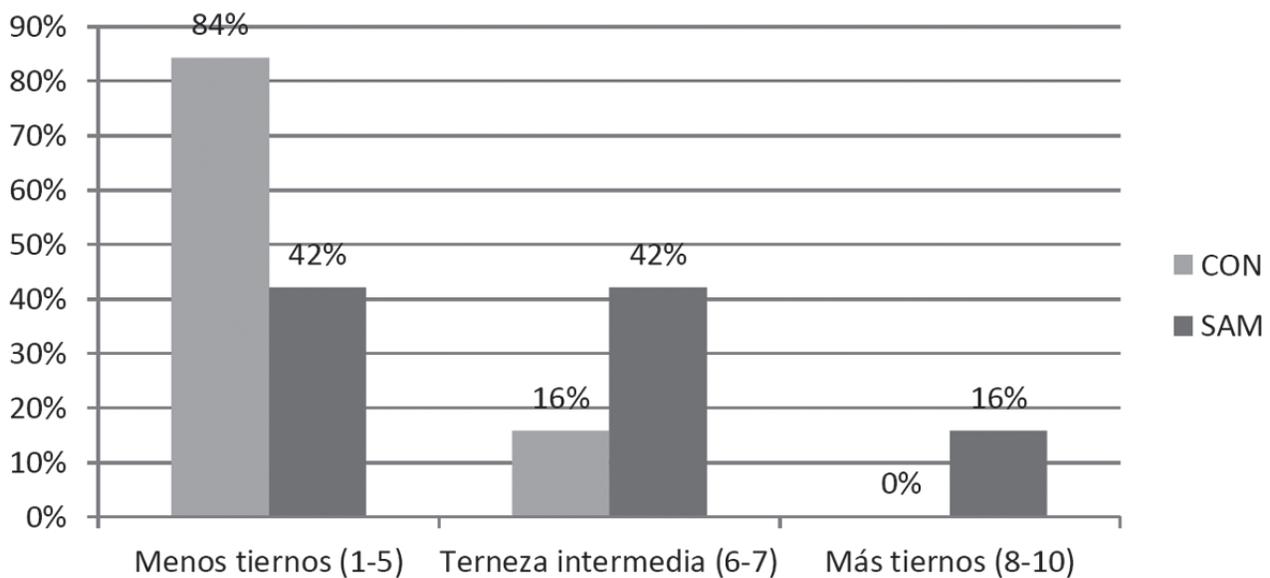


Figura 2. Reporte de perfil genómico Igenity para la característica ternera en vacas mestizas (CON) y sus descendientes (SAM) luego de cruce con toros de elevado potencial genético para ternera de carne.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que hacer un sistema de cruzamientos de tres razas (dos *Bos taurus* y una *Bos indicus*) no es suficiente para garantizar una óptima frecuencia de genes asociados a la terneza en bovinos mestizos.

Se verificó el potencial genómico para la característica terneza de becerros y becerras descendientes de toros con alto potencial como mejoradores de terneza. Por lo que se concluye que se puede lograr un avance significativo en el mejoramiento genético para esta característica en una sola generación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido del Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Mescyt), mediante el aporte de recursos a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt), para la realización de esta investigación. También, agradecemos la colaboración del señor Enrique de Castro.

LITERATURA CITADA

- Brink, T. 2012. Southern Carcass Improvement Project Review. Gardiner Angus Ranch, 2009-2012. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: http://www.cabpartners.com/articles/news/2502/SCIP_White_Paper-2%20JTBrink.pdf
- Casas, E.; Thallman, R.; Kuehn, I.; Cundiff, L. 2010. Postweaning growth and carcass traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brangus, Beefmaster, Bonsmara, and Romosinuano maternal grandsires. *Journal of animal science* 88(1):102-108.
- Crouse, J.; Cundiff, L.; Koch, R.; Koochmaraie, M.; Seideman, S. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661-2668.
- DeVuyst, E.; Biermacher, J.; Lusk, J.; Mateescu, R.; Blanton, J.; Swigert, J.; Cook, B.; Reuter, R. 2011. Relationships between fed cattle traits and Igenity panel scores. *J. Anim. Sci.* 89:1260-1269.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2016. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Dikeman, M.; Green, R.; Wulf, D. 2001. Effects of Genetics vs Management on Beef Tenderness. BifFactsheet. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en http://www.beefimprovement.org/BIFfact_tenderness.html
- Guelker, M.; Haneklaus, A.; Brooks, J.; Carr, C.; Delmore, R.; Griffin, D.; Hale, D.; Harris, K.; Mafi, G.; Johnson, D.; Lorenzen, C.; Maddock, R.; Martin, J.; Miller, R.; Raines, C.; VanOverbeke, D.; Vedral, L.; Wasser, B.; Savell, J. 2012. National Beef Tenderness Survey – 2010: Warner-Bratzler shear-force values and sensory-panel ratings for beef steaks from United States retail and foodservice establishments. *J Anim Sci* 2012-5785
- Guitou, H.; Monti, A.; Baluk, M.; Ellinger A.; Bustillo A.; Fernández, M.; Matilla, S.; Sáez, G.; Pérez, J.; Herrmann, P.; Schijman, A. 2011. Calidad de carne: Angus. Terneza. Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM). Marcadores Moleculares de Terneza, Cuadernillo Técnico No. 11. IPCVA. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/files/ct11.pdf>
- McClure, M.; Ramey, H.; Rolf, M.; McKay, S.; Decker, J.; Chapple, R.; Kim, J.; Taxis, T.; Weaber, R.; Schnabel, R.; Taylor, J. 2012. Genome-wide association analysis for quantitative trait loci influencing Warner-Bratzler shear force in five taurine cattle breeds. *Anim Genet.* 43(6): 662-673.
- McEvers, T.; Nichols, W.; Hucheson, J.; Edmonds, M.; Lawrence, T. 2012. Feeding Performance, carcass characteristics, and tenderness attributes of steers sorted by the Igenity panel and fed zilpaterol hydrochloride. *J. Anim. Sci.* 90:4140-4147.
- Miller, S.; Moore, S.; Plastow, G.; Wang, Z.; Li, C.; Basarab, J.; Mandell, I.; Squires, J.; Aalhus, J.; Bruce, H.; Stothard, P. 2010. Genomic testing for tenderness in Canadian beef. *Genome Alberta.*
- O'Connor, S.; Tatum, J.; Wulf, D.; Green, R.; Smith, G. 1997. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *J Anim Sci.* 75(7):1822-30.
- Parra-Bracamonte, G.; Sifuentes, A.; De la Rosa, X.; Arellano, W. 2011. Avances y perspectivas de la biotecnología genómica aplicada a la ganadería en México. *Tropical and subtropical agroecosystems* 14(3): 1025-1037.
- Quaas, R.; Li, J.; Thallman, R.; Van Eenennaam, A.; Fernando, R.; Gill, C. 2006. Validation of Commercial DNA Tests for Quantitative Beef Traits. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brasil. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: <http://www.nbcec.org/research/QuantitativeBeefTraitsArticle.pdf>
- Riley, D.; Johnson, D.; Chase, C.; West, R.; Coleman, S.; Olson, T.; Hammond, A. 2005. Factors influencing tenderness in steaks from brahman cattle. *Meat Science.* 70: 347-356.
- Spangler, M.; Van Eenennaam, A. 2010. Utilizing Molecular Information in Beef Cattle Selection. *Beef Sire Selection Manual*, 2da edición. NBCEC. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: http://www.nbcec.org/producers/sire_selection/chapter1.pdf
- Van Eenennaam, A.; Li, J.; Thallman, R.; Quaas, R.; Dikeman, M.; Gill, C.; Franke, D.; Thomas, M. 2007. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits, *Journal of Animal Science* 85 (4): 891-900.
- Van Eenennaam, A.; Van der Werf, J.; Goddard, M. 2011. The value of using DNA markers for beef bull selection in the seedstock sector. *J. Anim. Sci.* 89:307-320.

Caracterización zootécnica y categorización selectiva en líneas genéticas de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) Neozelandés blanco, California, Chinchilla y Mariposa

José Choque-López¹

Abstract

Occurred comparative zootechnical characterization among four rabbits breeds (*Oryctolagus cuniculus*), white New Zealand (NZ), California (CA), Chinchilla (CH) and Butterfly (MR), to identify by selective categorization the breeds for elite and superior rabbits. Intra-racial crossing were realized in a 42 days band management system, determining most significant performance and reproductive parameters. NZ and MR were shorter calving intervals (61 ± 7 y 65 ± 8 days, respectively); NZ and MR were most prolific (14 ± 1.6 and 12 ± 1.7 kits), with litters with higher weights (339 ± 21 g and 316 ± 25 g, respectively); best weight gains, but not statistical different of CA (39.29 g) and CH (34.16 g), as to the increased consumption of food of CA (136.04 g), was followed by NZ (121.67 g). However, the best feed efficiency was obtained by MR (4.93:1); as opposed to NZ (6.17:1). In the selective categorization for maternal lines, only CH presented elite values (11 ± 1.4 kits), while MR (10.3 ± 0.8) and CH (9.3 ± 0.8) reached most values of superior category. In the selection of males, only NZ presented elite values (894 ± 189 g), while MR (939 ± 189 g) and CH (926 ± 133 g) reached superior categories. NZ and MR manifest better reproductive responses (calving interval, prolificity and maternal ability), while CH and MR made it in performance and MR in feed efficiency.

Keywords: rabbits, zootechnical indexes, selective categorization, maternal lines, breeding males.

Resumen

Se realizó una caracterización zootécnica comparativa entre cuatro estirpes de conejos (*Oryctolagus cuniculus*), Neozelandés blanco (NZ), California (CA), Chinchilla (CH) y Mariposa (MR), para identificar por categorización selectiva, las razas más idóneas para reproductores élite y superiores. Se realizaron cruzamientos intra-raciales en un sistema de manejo en banda de 42 días, determinando los parámetros reproductivos y de rendimiento más significativos. NZ y MR manifestaron intervalos entre partos más cortos (61 ± 7 y 65 ± 8 días, respectivamente); NZ y MR resultaron más prolíficas (14 ± 1.6 y 12 ± 1.7 gazapos), con camadas de mayor peso (339 ± 21 g y 316 ± 25 g, respectivamente); las mejores ganancias de peso, aunque no estadísticamente significativas, las presentan CA (39.29 g) y CH (34.16 g), en tanto que el mayor consumo de alimento de CA (136.04 g), fue seguido por NZ (121.67 g). El mejor Índice de Conversión fue obtenido por MR (4.93:1); en contraposición a NZ (6.17:1). En la categorización selectiva para líneas maternas, solo CH presentó valores élite (11 ± 1.4 gazapos), mientras que MR (10.3 ± 0.8) y CH (9.3 ± 0.8), alcanzaron los mayores valores de categoría superior. En la selección de machos, solo NZ presentó valores élite (894 ± 189 g), mientras que MR (939 ± 189 g) y CH (926 ± 133 g), lo hicieron para la categoría superior. NZ y MR manifiestan mejores respuestas reproductivas (intervalo entre partos, prolificidad y habilidad materna), mientras que CH y MR, en rendimiento y MR en eficiencia alimenticia.

Palabras clave: Conejos, índices, categorización, líneas maternas, reproductores.

INTRODUCCIÓN

Los principales problemas productivos en la cunicultura dominicana son baja competitividad y una elevada susceptibilidad a los cambios económicos del mercado, ocasionado por los altos costos de alimentación, altos costos de construcción y equipamiento de las granjas y su limitada o baja productividad, Choque-López (2012).

La baja productividad de los planteles cunícolas, resulta de un alto nivel de consanguinidad, dado por empadres sucesivos entre animales emparentados y un insuficiente sistema de manejo reproductivo compuesto por pies de cría de carga genética desconocida o incierta, Basella y Blasco (1989).

En la actualidad, existen 4 razas de conejos que se encuentran adaptadas en la República Dominicana, la Neozelandés Blanco, California, Chinchilla, y Mariposa. Según el Consejo Nacional de Producción Pecuaria (Conaprope 2010), existen en el país alrededor de 500 productores con una población de 15 a 20 mil conejas madres.

En visitas sucesivas de consultores de España, Puerto Rico y Cuba, desde el año 1996 al 2002, concluyeron por separado que en la República Dominicana existe un pie de cría adaptado localmente, a partir del cual se pueden obtener animales de alta productividad y proli-

¹ José Choque-López, Investigador Titular. Centro de Producción Animal, CPA-IDIAF. Correo electrónico: jchoque@idiaf.gov.do

ficidad mediante el mejoramiento genético y se puede disminuir los problemas de consanguinidad, reduciendo el riesgo de traer enfermedades como la Mixomatosis y la enfermedad Vírica hemorrágica que no existen en el país, Choque-López (2014).

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de realizar una caracterización zootécnica comparativa entre las cuatro razas de conejos predominantes en La República Dominicana, para identificar por un Mecanismo de Selección (a través de la conformación de categorías), las razas con mayor potencial para constituir líneas maternas y machos reproductores, élite y superiores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Módulo de Producción Cunicola del 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. Situado geográficamente en los 18° 31' latitud norte y 70° 05' longitud oeste, con una temperatura media anual de 25.6 °C, una altitud de 90 msnm, una precipitación media anual de 1800 mm y una humedad relativa del 70%. Situado en una zona ecológica correspondiente a sabana tropical. El periodo experimental se extendió de noviembre de 2009 a octubre de 2011, con una duración de 24 meses.

Para el estudio, se utilizó un diseño experimental exploratorio, con 4 líneas genéticas, Nueva Zelanda blanco (NZ); California (CA); Chinchilla (CH) y Mariposa (MR), se formaron grupos constituidos por 15 hembras de cada raza, subdividido en 3 sub grupos de monta, de cinco hembras a las cuales se les asignó un macho. La relación de monta fue de 1:5. El plantel de reproductoras completo fue de 60 hembras (15 por raza) y 12 padrotes (3 por raza), considerándose 4 machos adicionales para reemplazo y 8 hembras de reserva. Todos los animales fueron alojados en jaulas individuales (equipadas con comederos tipo tolva y bebederos automáticos), constituyendo al individuo como unidad de observación experimental.

Se llevó a cabo un proceso de monta dirigido entre animales no emparentados, con el mayor grado de pureza posible, de acuerdo a sus características raciales y resultantes del apareamiento entre: Nueva Zelanda blanco X^{to} Nueva Zelanda blanco, California X^{to} California, Chinchilla X^{to} Chinchilla y Mariposa X^{to} Mariposa.

Las variables evaluadas correspondieron a los índices, intervalo entre partos (días), prolificidad (número de gazapos nacidos entre el primer y segundo parto), tamaño de camada (#), peso de la camada al nacimiento (g), peso por gazapo (g), gazapos destetados (#), gazapos macho destetados/h (#), gazapos hembra destetados/hembra (#), peso de la camada al destete (g), peso

gazapos macho destetados (g), peso gazapos hembra destetadas (g), mortalidad gazapos (#) y los parámetros productivos de ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD), e índice de conversión alimenticia (IC). En paralelo se llevó a cabo un mecanismo de selección con la formación de categorías para la identificación de las razas con potencial para proveer líneas maternas y machos reproductores.

Luego de un período de adaptación, los animales introducidos iniciaron el proceso de establecimiento de pie de cría, con el inicio de un programa de manejo reproductivo que consistió en la formación de grupos y subgrupos, realizándose controles reproductivos y de la productividad, de acuerdo al calendario de manejo técnico y sanitario, establecido para la granja cunicola de la estación experimental, en un sistema de manejo en banda de 42 días. El registro del comportamiento reproductivo y la descendencia de las 4 estirpes genéticas seleccionadas se llevaron a cabo periódicamente a medida en que se realizaban los apareamientos (Ferraz *et al.* 1992 y Ferraz *et al.* 1994). Con la finalidad de conservar y hasta cierto grado, aumentar la pureza racial, se realizaron cruzamientos *intra raciales*.

Para la constitución de los núcleos de reproductores, los animales de las 4 razas estudiadas fueron seleccionados de los mejores ejemplares existentes en granjas de productores en distintos puntos del país. La selección de los animales se realizó en base a registros de control reproductivo y/o al fenotipo según los estándares raciales establecidos para cada una de las estirpes evaluadas, en granjas de productores de las provincias de Espaillat (Moca), Duarte (San Francisco de Macorís), Hermanas Mirabal (Salcedo), Santo Domingo, D.N. (Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) y provincia Santo Domingo (Guerra-Bayaguana).

Con relación al mecanismo de selección propuesto, tanto hembras reproductoras (líneas maternas), como pies de cría machos, se sometieron a un proceso de categorización de acuerdo al rendimiento de las variables reproductivas y de productividad y con el empleo de estadísticos como la media y la desviación estándar.

Así, se identificaron animales **élite** ($\bar{x} + 2s$), **superiores**

($\bar{x} + s$), **medios o comunes** ($\geq \bar{x}$) e **inferiores** ($< \bar{x}$). En todos los casos se seleccionaron los animales que presentaron valores al igual o por encima del valor de referencia por categoría (límite inferior por categoría). El tratamiento recomendado para cada categoría es el siguiente: los animales que resultan en inferiores deben ser descartados completamente; los medios o comunes, en el caso de los machos descartados completamente y las hembras para monta natural; los animales superiores, en el caso de machos para reproductores por monta natural y los mejores para colecta de semen e inseminación artificial y las hembras para tareas de in-

seminación artificial; finalmente, los animales élite (cuya proporción generalmente es muy baja), exclusivamente para ser donantes de material genético (semen o embriones).

El análisis estadístico tuvo como punto de partida un modelo lineal fijo constituido por la raza, el sexo y la interacción raza x sexo, y su efecto en los principales parámetros productivos. Las variables se analizaron siguiendo un análisis de varianza y la discriminación de medias con el empleo del test de Tukey para los parámetros productivos y de selección, y el test de Duncan para los índices zootécnicos (ambos a un $\alpha < 0.05$), con el empleo del programa estadístico Infostat, Di Rienzo *et al.* (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de los parámetros productivos evaluados de acuerdo al modelo estadístico, se presenta en la Tabla 1. No se observó un efecto de la interacción entre raza x sexo, sobre los principales parámetros de ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario

(CMD) e índice de conversión alimenticia (IC). Esto puede evidenciarse con sus respectivos r^2 que resultaron bajos (3, 9 y 1 %, respectivamente). Esto indica que la respuesta productiva de los animales en sus aspectos raciales, no está condicionada directamente por el sexo. Estos resultados coinciden con reportes de trabajos realizados en otros países como Cuba (Ponce de León *et al.*, 2002b) o Brasil (De Paula *et al.* 1996), en los que realizaron las comparaciones entre razas de conejos importadas y su desempeño productivo, sobre la interacción entre estos dos efectos fijos, en estos casos la interacción entre raza y sexo sobre las variables evaluadas no fue significativa. Por otro lado, puede observarse que el sexo, manifiesta un efecto significativo sobre los parámetros productivos evaluados, en animales postdestete, hecho que también coincide con el reporte de Ponce de León *et al.* (2002b).

En la Tabla 2, se presentan los índices zootécnicos evaluados en la prueba experimental. De manera general, los índices presentan coeficientes de variación significativos o altamente significativos (>20 %), hecho que

Tabla 1. Análisis de varianza de los principales parámetros productivos de cuatro razas de conejos predominantes en la República Dominicana

Fuente de variación	gl	GMD	CMD	IC
Raza	3	NS	*	NS
Sexo	1	*	**	NS
Raza x sexo	3	NS	NS	NS
Error	104	604,94	1909,83	19,11
R2		0,03	0,09	0,01

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; NS = no significativo; GMD = ganancia media diaria; CMD = consumo medio diario; IC = índice de conversión alimenticia

Tabla 2. Índices productivos de cuatro razas de conejos predominantes en el país, que constituyen el núcleo genético producto de cruzamientos intra-raciales. Módulo cunícola EE Pedro Brand-IDIAF

Indicadores	CV	Nueva Zelanda	California	Chinchilla	Mariposa
	gral (%)	Media ó %	Media ó %	Media ó %	Media ó %
Intervalo entre partos	31	61a±7	69a±8	66a±8	65a±8
Prolificidad al 2do parto	48	14a±1,6	11a±1,7	11a±1,6	12a±1,7
Tamaño de camada	34	7a±0,4	6,2a±0,5	6a±0,4	6.8a±0,5
Peso de camada (g)	34	339a±21	293a±23	288a±21	316a±25
Peso p/gazapo	28	50a±3	45a±3	48a±3	44a±3
Gazapos destetados cam.	47	4,9ab±0,5	3,6a±0,5	5,1b±0,5	5,1b±0,5
Gazapos destetados M	44	2,6a±0,3	2,5a±0,3	2,6a±0,3	2,7a±0,3
Gazapos destetados H	58	2,8b±0,3	1,7a±0,3	2,9b±0,4	2,9b±0,4
Peso destete camada (g)	47	1126a±100	1014a±107	1018a±100	1096a±112
Peso destete machos (g)	20	642a±28	627a±33	684a±30	631a±35
Peso destete hembras (g)	21	619a±29	646a±31	674a±32	648a±36
Mortalidad gazapos	71	2,2a±0,4	3a±0,4	2,6a±0,4	2,4a±0,5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), M = macho; H = hembra; CV = coeficiente de variación

se refleja, en que, a pesar de observarse diferencias numéricas entre las diferentes razas, estas diferencias son por lo general, estadísticamente no significativas.

El promedio del intervalo entre partos en las diferentes razas muestra una mejor respuesta para NZ con 61 días (con variabilidad entre 54 y 68 días), en tanto que la peor respuesta correspondió a CA con 69 días (con variabilidad entre 61 y 77 días). No obstante, no se observaron diferencias estadísticas entre estas razas. Cabe mencionar, que durante este período se estaba implementando el sistema de manejo en banda que consta de un intervalo entre partos de 42 días y los animales estaban en proceso de adaptación al sistema de producción.

La prolificidad medida entre el primer y segundo parto, manifestó un mayor número de gazapos en NZ (14 ± 1.6), seguido de MR (12 ± 1.7) y en similar respuesta Ca y CH (11 ± 1.7 y 11 ± 1.6 , respectivamente), a pesar de no ser estadísticamente diferentes.

El tamaño de camada no presentó diferencias estadísticas significativas entre las cuatro razas estudiadas. No obstante, la raza Nueva Zelanda obtuvo mejores camadas, con un promedio de 7 ± 0.4 gazapos nacidos, seguida por la Mariposa, con 6.8 ± 0.5 gazapos. Algunos reportes coinciden en puntualizar la capacidad reproductiva de NZ con promedios de gazapos nacidos vivos de hasta 8.4 animales (Sierra, 2010) o 6.75 ± 0.22 gazapos (Khalil, 2000).

Con relación al peso de la camada y peso del gazapo neonato, al momento del nacimiento, NZ manifestó mayores, pero no estadísticamente significativas diferencias (339 ± 21 g), seguida por MR (316 ± 25 g), en contraposición a CH que presentó los menores pesos (288 ± 21). Los gazapos con mayor peso al momento del nacimiento procedían de reproductoras de las razas Nueva Zelanda (50 ± 3 g) y Chinchilla (48 ± 3 g). A pesar de que CH presentó un menor número de gazapos por camada, estos manifestaron mejor peso individual y este parámetro está correlacionado con mejores ganancias de peso al destete (tanto machos como hembras) y el posterior acabado. Sierra (2010), coincide en que Nueva Zelanda presenta gazapos con buenos pesos al nacimiento de 60 g. A pesar de que los datos obtenidos en el presente trabajo, son relativamente más bajos, esto puede estar relacionado con el hecho de que los animales deben afrontar las condiciones del trópico, en tanto que los otros animales estaban en condiciones de clima templado.

Los índices de destete total por camada y por sexo en gazapos que fueron destetados a los 30 días de edad, presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), con un mayor número de gazapos para CH y MR (5.1 ± 0.5 para ambas razas) en contraposición a CA que solo destetó 3.6 ± 0.5 gazapos. Khalil (2000)

reporta valores de destete para NZ del orden de 5.3 gazapos, estos valores se asemejan a los observados en razas comerciales en condiciones tropicales. Estos datos corroboran los reportados por Ponce de León et al. (2002a) que en estudios poblacionales a partir de pruebas de comportamiento (35 – 90 días de edad), Chinchilla manifestó mayores pesos al destete, peso final y viabilidad, en comparación a otras razas como Nueva Zelanda y Semigigante. Al respecto del índice de destete, este parámetro se relaciona con una mayor habilidad materna y podría ser considerado en futuros programas de manejo. No obstante, los valores de heredabilidad para este rasgo son relativamente bajos, del orden de 0.16 ± 0.07 (Antonini, 2010). Por otro lado, se observó una mayor cantidad de gazapos hembra destetadas, que resultó estadísticamente diferente entre NZ, CH y MR en comparación a CA.

El peso al destete, tanto general como en gazapos machos y hembras, no presentó diferencias estadísticas significativas. No obstante, desde el punto de vista numérico, NZ destetó camadas con mejores pesos (1126 ± 100 g) en contraposición a CA (1014 ± 107 g). Con relación al peso según el sexo de los gazapos, se observaron valores mayores para las hembras con respecto al macho de las razas California (646 ± 31 Vs. 627 ± 33) y Mariposa (648 ± 36 Vs. 631 ± 35). En las razas Nueva Zelanda y Chinchilla, los machos mostraron mayor peso al destete que las hembras. Este peso al destete es próximo a valores reportados por Lebas et al. (1997), de 609 g para NZ y 562 para CA.

La mortalidad de los gazapos fue mayor para CA (3 ± 0.4) y CH (2.6 ± 0.4) seguidos de MR (2.4 ± 0.5) y NZ (2.2 ± 0.4). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes.

La Tabla 3, muestra los valores de los parámetros productivos (GMD, CMD e IC), en general y por sexo, de las cuatro razas de conejos en estudio.

Al analizar la ganancia media diaria (GMD), se puede observar que las mejores ganancias generales por raza, las presentan CA (39 g) seguido de CH (34 g) en contraposición a NZ (29 g). A pesar de ser numéricamente diferentes, no manifestaron diferencia estadística significativa, hecho que se relaciona con los resultados observados en el análisis de varianza para el efecto raza (Tabla 1). Dentro de las mismas razas, las hembras presentan mayores ganancias que los machos (42 g vs. 19 g; 28 g vs. 26 g y 23 g vs. 22 g), para CA, CH y NZ, respectivamente. En el caso particular de MR, los valores fueron mayores para los machos (28 g vs. 19 g).

Con relación al consumo medio diario (CMD), los mayores consumos observados en CA (136 g) y NZ (122 g) fueron estadísticamente diferentes al menor consumo de alimento de MR (103 g), esto podría estar relacionado con una aparente mejor utilización de los alimen-

tos (dado que no se observaron diferencias en cuanto a la ganancia de peso) que se traducirá en una mejor eficiencia alimenticia, hecho que se corrobora al observar sus respectivos índices de conversión alimenticia (más bajos para MR). El consumo de alimento según el sexo no manifestó ser estadísticamente diferente entre machos y hembras de las diferentes razas, hecho que tampoco influyó sobre sus respectivos índices de conversión de alimentos.

Se planteó una metodología de categorización en función a estadísticos obtenidos de cada raza, para la identificación de las mejores razas de las cuales seleccionar línea materna y reproductores pie de cría machos, como una alternativa de presión de selección. Los resultados de dicho análisis se presentan en las Tablas 4 y 5.

El objetivo de la categorización era identificar la o las razas con una mayor proporción de hembras élites y superiores que constituyan líneas maternas, de las cuales

se obtengan animales pie de cría, para transferencia a productores y así promover el mejoramiento genético de sus unidades productivas. Así mismo, la identificación de gazapos machos procedentes de (camadas) de hembras con el mejor rendimiento en base a la ganancia de peso. Este criterio de selección (en base al rendimiento de peso) para los futuros padrotes fue usado para identificar la o las razas más idóneas de las cuales se podrían obtener machos que se constituirán en potenciales sementales para transferencia a productores y la diseminación de material genético. Con esto, se busca la disminución de problemas de consanguinidad y el mejoramiento genético en las unidades productivas.

El análisis de la separación por categorías para identificación de líneas maternas se presenta en la Tabla 4. En esta tabla se compara la respuesta de las cuatro razas en estudio (Nueva Zelanda, California, Chinchilla y Mariposa), que se dividieron en 4 categorías discrimi-

Tabla 3. Parámetros productivos general y por sexo de las cuatro razas de conejos en estudio

Parámetro	Nueva Zelanda			California			Chinchilla			Mariposa		
	General	Macho	Hembra	General	Macho	Hembra	General	Macho	Hembra	General	Macho	Hembra
GMD (g)	29a	22a	23a	39a	19a	42a	34a	26a	28a	30a	28a	19a
CMD (g)	122ab	97bc	86ab	136b	99bc	106c	105ab	81ab	76a	103a	81ab	73a
IC	6,2a	6,3a	6,8a	5,5a	8,6a	3,0a	5,6a	4,7a	5,0a	4,9a	4,4a	5,1a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$) GMD: Ganancia media diaria; CMD: consumo medio diario; IC: Índice de conversión alimenticia

Tabla 4. Categorización para la selección de las mejores razas de reproductoras para línea materna.

Valor de Referencia: Prolifidad (expresado en número de gazapos/parto)

Raza	Elite	Superior	Común	Inferior
Nueva Zelanda (25)	0a	6,7bcde±0,8	7,9cdef±0,4	4,9bcd±0,5
California (22)	0a	8,4def±0,6	7bcdef±0,6	5bcd±0,4
Chinchilla (25)	11f±1,4	9,3ef±0,8	6,5bcde±0,4	3,6ab±0,5
Mariposa (20)	0a	10,3ef±1,6	8cdef±0,5	4abc±0,4

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Tabla 5. Categorización para la selección de las mejores razas para reproductores pie de cría machos

Valor de Referencia: Ganancia de peso gazapos machos (expresado en g)

Raza	Elite	Superior	Común	Inferior
Nueva Zelanda (25)	894b±189	811b±109	707b±84	559ab±52
California (22)	0a	801b±109	675b±84	304ab±50
Chinchilla (22)	0a	926b±133	774b±84	482ab±52
Mariposa (20)	0a	939b±189	742b±94	379ab±52

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

natorias (élite, superior, común e inferiores), de acuerdo a la prolificidad de la madre (expresado en No de gazapos/parto). De manera general, las cuatro razas concentran la mayor proporción de animales en las categorías superior y común (medios) y dado a que tan solo la raza Chinchilla presentó valores para la categoría élite (11 gazapos), esto permite apreciar el potencial productivo en todas las razas del estudio. Al observar las categorías, Chinchilla manifestó una aparente superioridad genética (según el mecanismo propuesto) con $11 \pm 1,4$ gazapos por camada, respecto a las otras razas que no manifestaron valor para esta categoría. Mariposa ($10,3 \pm 1,6$) seguido de Chinchilla ($9,3 \pm 0,8$), presentaron las mejores camadas de categoría superior en tanto que Nueva Zelanda presentó la peor respuesta ($6,7 \pm 0,8$ gazapos) para esta categoría. Dentro de la categoría común, las mejores camadas correspondían a Mariposa ($8 \pm 0,5$), seguido de Nueva Zelanda ($7,9 \pm 0,4$), con una peor respuesta para Chinchilla ($6,5 \pm 0,4$). Finalmente, las cuatro razas manifestaron valores con animales dentro de la categoría inferior cuyas camadas poseían menos de 5 gazapos. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre las categorías por raza, salvo élite para Chinchilla, sin embargo, existe una marcada tendencia hacia la superioridad de Mariposa, Chinchilla y Nueva Zelanda, con respecto a California. Las hembras de las categorías élite y superior, pueden constituir líneas maternas a partir de las cuales, obtener hembras reproductoras para transferencia a productores y la continuidad de las actividades del módulo de conejos. La mayoría de los planes de selección se han enfocado en el tamaño de la camada y de manera indirecta en la fertilidad, observándose valores de heredabilidad de 0.05-0.14, Antonini (2010).

La Tabla 5, presenta los resultados de la categorización para la identificación de razas idóneas de las cuales seleccionar reproductores pie de cría machos, a partir de la evaluación de las madres, tomado como referencia la ganancia de peso de los gazapos machos (Antonini 2010 y Estany *et al.* 1992). El proceso fue similar al de las líneas maternas.

Solo la raza Nueva Zelanda presentó una camada con gazapos machos de categoría élite (849 ± 189 g). Al igual que la tabla anterior, puede observarse una marcada tendencia hacia la superioridad de Mariposa, Chinchilla y Nueva Zelanda, con respecto a California. Todas las crías machos, procedentes de hembras dentro de estas razas y categorías (por orden de importancia), podrían ser seleccionados como reproductores para monta natural o para extracción de semen y ser transferidos a los productores cunícolas. Al respecto de la ganancia de peso de las camadas al destete, se reportan valores de heredabilidad de 0.06 a 0.47, Antonini (2010).

En conclusión, la evaluación de los parámetros zootécnicos en las cuatro razas de conejos en estudio (predominantes en el país), indica un alto grado de adaptabilidad a las condiciones de trópico dominicano ya que sus valores son muy semejantes a los obtenidos en condiciones ambientales diferentes al trópico. La raza, no presenta un impacto directo sobre los principales parámetros productivos, salvo el consumo de alimentos, en tanto que el sexo de los animales (al destete), resultó ser más influyente, pero con una gran variabilidad. Al hacer la evaluación de los cruzamientos intra-raciales, se observa que a pesar de no ser significativamente diferentes, Nueva Zelanda y Mariposa manifiestan mejores respuestas reproductivas en términos de recurrencia (intervalo entre partos), prolificidad y habilidad materna (mortalidad pos destete), en tanto que Chinchilla y Mariposa, lo hacen en rendimiento (camadas con mejor peso al destete) o Mariposa en eficiencia alimenticia. En cuanto al mecanismo de selección por categorización para línea materna y pie de cría macho, propuesto en el presente trabajo, la comparación de la respuesta entre las cuatro razas permite sugerir a Chinchilla y Mariposa como las más idóneas para la elección de líneas maternas, en tanto que Nueva Zelanda, Mariposa y Chinchilla lo sean para machos reproductores.



Figura 1: Cuatro razas mayormente distribuidas en la República Dominicana. Fotos del autor.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf), por el apoyo institucional, en el financiamiento, la gestión y la ejecución del proyecto de investigación del cual deriva este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Antonini, A.; Cordiviola, C. 2010. Mejoramiento genético en conejos para carne (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Basic & Applied Genetics* 21 (2): 5
- Baselga, M.; Blasco, A. 1989. Mejora genética del conejo de producción de carne. Ediciones Mundi-Prensa, Valencia, ES.
- Choque-López, J.A. 2012. Sistema de Manejo en Banda y control de la mortalidad por diarrea pos-destete en la crianza de conejos. (Coniaf). Santo Domingo, DO. 16 p.
- Choque-López, J.; Carvajal, J.; Cruz, W.; Gil, C.; Duran, M. 2014. Evaluación de Alternativas Para el Desarrollo Competitivo de la Cunicultura Dominicana Idiaf/064-5/CM. Informe Final de Proyecto. Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf). Santo Domingo, DO. 126 p.
- Conaprope (Comisión Nacional de Producción Pecuaria, DO). 2010. Censo Nacional de la Productividad Pecuaria 2010. Santo Domingo, DO.
- De Paula, M.; Pontes, J.; Ferraz, J.; Eler, J. 1996. Breed and some non genetic effects on growth of Californian and New Zealand White rabbits raised in South Eastern Brazil. 6th World Rabbit Congress Toulouse 2:269.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini M.; Gonzales, L.; Tablada, M.; Robledo, W. 2008. Infostat, version 2008, Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Estany, J., Camacho, J., Baselga, M. and Blasco, A. 1992. Selection response of growth rate in rabbit for meat production. *Genet. Sel. Evol.* 24: 527–537.
- Ferraz, J.; Johnson, R.; Van Vleck, L. 1992. Estimation of genetic trends and genetic parameters for reproductive and growth traits of rabbits raised in subtropics with animal models. *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 131.
- Ferraz, J.; Eler, J. 1994. Use of different animal models in prediction of genetic parameters of 23 traits of Californian and New Zealand White rabbits raised in tropics and suggestion of selection criteria. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 20: 348.
- Khalil, M.; Affi, E. 2000. Heterosis, maternal and direct additive effects for litter performance and postweaning growth in gabali rabbits and their f1 crosses with 'New Zealand White'. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress. 4-7 July. Valencia, ES. Volume A: 431-437.*
- Lebas, F.; Coudert, P.; de Rochambeau, H.; Thébault, R. 1997. The rabbit - Husbandry, health and production. *FAO Animal Production and Health Series No. 21. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma, IT. 274 p.*
- Ponce de León, R.; Guzman, G.; Quezada, M. 2002. Crecimiento y eficiencia alimentaria de cuatro razas de conejos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36 (1): 6-14.
- Ponce de León, R.; Guzmán, G.; Pubillones, O.; García, J.; Mora, M. 2002. Comportamiento de conejos de razas importadas. Evaluación del crecimiento posdestete. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36 (4): 323-329.
- Sierra, M. 2010. Evaluación de los parámetros zootécnicos obtenidos en conejos de raza Nueva Zelanda y California suplementados con microorganismos eficientes. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Tunja, CO. 76 p.

Revista APF

Instrucciones para autores

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

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

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

Sobre el estilo de los manuscritos para la revista

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

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

Instrucciones para autores

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

5. 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.
6. El término 'figura' incluye gráficas, fotografías, dibujos, mapas o diagramas. Los títulos de las figuras deben colocarse siempre abajo. No use más de dos decimales en los ejes de las figuras. Las figuras se deben preparar en blanco y negro, y utilizando patrones para el relleno de formas. Las figuras que sean imágenes deben someterse como archivos en formato 'jpg' de alta resolución (no menos de 300 dpi), para evitar su pixelación en la impresión. Aquellas que se preparen en Excel también deben salvarse como archivos 'jpg'. Las figuras deben someterse en archivos aparte del texto. La Revista APF se imprime en blanco y negro, por lo que las figuras no deben someterse en colores, sino en tonos de gris o patrones para rellenar formas. Se debe identificar en el texto el lugar donde colocar las figuras.
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.
9. En el caso de la mención de la taxonomía de suelos, refiera la serie y la familia de suelos en su primera mención.
10. Refiera las horas utilizando el sistema horario de 12 horas, con a.m. y p.m., y usando dos dígitos para horas y minutos (hh:mm).

TIPOS DE MANUSCRITOS ACEPTADOS

1. Artículos Científicos

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

Título

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

Ejemplo de tabla:

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

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

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

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

Instrucciones para autores

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

Autores y Filiación

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

Resumen

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

Palabras Claves

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

Introducción

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

Materiales y Métodos

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

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

Resultados y Discusión

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

Conclusiones

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

Agradecimientos

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

Literatura Citada

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

Normas Técnicas del IICA y CATIE, 4^{ta} Edición.

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

2. Notas Técnicas

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

3. Revisiones Bibliográficas

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

4. Revisiones de Libros

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

5. Artículos de Opinión

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

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

