



La Universidad que Siembra

ISSN 1012-7054
**REVISTA
UNELLEZ DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Volumen 32 - 2014

Depósito legal pp 198302 BA 171

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
EZEQUIEL ZAMORA**

Guanare - Venezuela



La Universidad que Siembra

ISSN 1012-7054

**REVISTA
UNELLEZ DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**Volumen 32 – 2014
enero - diciembre**

Depósito legal pp 198302 BA 171

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
EZEQUIEL ZAMORA

Guanare - Venezuela

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA
Consejo Directivo Universitario**

Prof. William Páez
Rector

Lcdo. Yovany Benaventa
Secretario General

Lcda. Bextalia Lovera
Vice-Rectora de Servicios

Prof. Pedro González Requena
Vice-Rector de Planificación y Desarrollo Social
Barinas, estado Barinas

Prof. Adolfo Paredes
Vice-Rector de Producción Agrícola
Guanare, estado Portuguesa

Ing. Edith Moreno
Vice-Rectora de Infraestructura y Procesos Industriales
San Carlos, estado Cojedes

Lcdo. Rafael Delgado
Vice-Rector de Planificación y Desarrollo Regional
San Fernando de Apure, estado Apure

Prof. Raúl García Palma
Secretario Ejecutivo de Investigación

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La revista Unellez de Ciencia y Tecnología es una publicación anual de la Universidad Ezequiel Zamora, subvencionada por la misma Universidad y el estado venezolano, fundada en 1982, inicialmente se publicaba a través de las series Producción Agrícola y Ecosociales; a partir de 1995 se crearon dos revistas independientes y a la serie Producción Agrícola se asignó continuidad en el nombre. Desde su creación ha mantenido la periodicidad propuesta. La edición y composición se lleva a cabo en el Vicerrectorado de Producción Agrícola de la Universidad Ezequiel Zamora, en la actualidad el tiraje es de 500 ejemplares por cada número.

La revista Unellez de Ciencia y Tecnología tiene como política editorial la publicación de trabajos de investigación originales, comunicaciones técnicas y reseñas científicas en ciencias agrícolas y ambiente. En el proceso de publicación, cada trabajo recibido es revisado por el comité de editores y posteriormente es enviado a dos árbitros especialistas del tema, de filiación institucional diferente a la Universidad Ezequiel Zamora. La opinión de esos revisores externos determina la aceptación del trabajo. Las instrucciones para los autores aparecen en todos los números y el índice acumulado cada cuatro números. El título abreviado es Rev. Unell. Cienc. Tec., para uso en referencias bibliográficas.

La revista se publica además en versión electrónica en la página web de la UNELLEZ: <http://app.vpa.unellez.edu.ve/revistas/index.php/rucyt/issue/archive>, <http://revistas.unellez.edu.ve> o http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/Ciencia_y_Tecnologia.

MISIÓN

La revista Unellez de Ciencia y Tecnología es un medio de divulgación científica con elevada responsabilidad y seriedad, dedicada a publicar resultados originales e inéditos de investigaciones de procedencia nacional o internacional, que aporten conocimientos significativos en ciencias agrícolas y ambiente para el área tropical y subtropical.

VISIÓN

Conformar una referencia relevante en la difusión y transferencia de conocimiento de alta calidad académica, con notoria visibilidad a través de bases de datos científicas y amplia distribución, para incentivar la discusión y análisis de resultados en miembros de la comunidad científica relacionada con las ciencias agrícolas y ambientales.

OBJETIVOS DE LA REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

- Contribuir con el progreso científico a través de la publicación de trabajos de investigación generados por los miembros del personal docente y de investigación de la Universidad Ezequiel Zamora y otros autores nacionales e internacionales, relacionados con el ámbito de publicación de la revista.
- Constituir un medio de vinculación con el universo de la búsqueda científica a través del canje.
- Incentivar la incorporación de nuevos investigadores, a través de la disposición de un órgano de divulgación de información especializada de elevada exigencia y calidad.
- Ofrecer un medio de difusión para información presentada en eventos científicos, una vez se cumplan los requerimientos exigidos en el proceso editorial de la revista.

Toda correspondencia debe dirigirse a:
Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología,
Universidad Ezequiel Zamora UNELLEZ, Guanare, Venezuela o
Directamente al comité editorial
UNELLEZ, Mesa de Cavacas, Guanare, Portuguesa, Venezuela.

E-mail: revistaunellezcyt@unellez.edu.ve
reuncyte@gmail.com

Revista de distribución gratuita. Para trámite relativo a intercambio, contactar a
Coordinación de Biblioteca Andrés Eloy Blanco, UNELLEZ, Guanare, Telf. 0257 2568006-08,
Fax: 0257 2568130

Esta revista está indizada por
REVENCYT, CAB International, AGRIS, LATINDEX (en catálogo)
ACTUALIDAD IBEROAMERICANA e incluida en el Registro de Publicaciones Científicas y
Tecnológicas Venezolanas del FONACIT

Copyright

Los artículos publicados en la revista Unellez de Ciencia y Tecnología se pueden copiar de forma gratuita para utilizarlos sólo con fines académicos y científicos. Se permite una copia por persona. La reproducción y utilización de los artículos publicados en esta revista con fines diferentes a los indicados, deberá ser solicitada ante el Comité Editorial de la revista.

Agradecemos intercambio
We would appreciate exchange
On vous remercie l'échange
Wir danken der austausch
Ringraziammo il cambio

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Publicación anual de la Universidad Ezequiel Zamora

Volumen 32 – 2014

enero - diciembre

Editor : Duilio Nieves
Co-Editor : Miguel Áñez
Comité Editorial : Pedro Salazar, César Zambrano, Santos Miguel Niño, Andrés Eloy Seijas, Mifai Chang y Juan Rodríguez

Miembros del personal docente y de investigación, Programa Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Producción Agrícola, UNELLEZ, Guanare.

CONSEJO DE REDACCIÓN

NOMBRE	ESPECIALIDAD	CENTRO DE TRABAJO
Álvarez, Luís	Cereales	UNELLEZ
Aular, Jesús	Fruticultura	UCLA
Barrera, Roberto	Estadística	IZT, UCV
Bautista, Dámaso	Fruticultura	UCLA
Bisbal, Francisco	Fauna	Profauna-MARNR
Botero, Raúl	Producción Animal	EARTH, Costa Rica
Bryan, William	Forrajes	West Virginia University, USA
Casanova, Raúl	Apicultura	UNET
Castejón, Manuel	Nutrición Animal	FAGRO-UCV
Chacón, Eduardo	Forrajes	FCV-UCV
Correa-Viana, Martín	Fauna Silvestre	UNELLEZ
Felipe, Edmundo	Olericultura	FAGRO-UCV
Fernández, Alberto	Zoología	FAGRO-UCV
García-Pérez, Juan	Ecología-Zoogeografía	UNELLEZ
Gélvez, Julio	Entomología	UNELLEZ
González, Carlos	Producción Animal	FAGRO-UCV
Lander, Eduardo	Zoología y Manejo de Fauna	FAGRO-UCV
Lascano, Carlos	Producción Animal	CIAT, Cali, Colombia
Leal, Freddy	Fruticultura	FAGRO-UCV
Ly, Julio	Nutrición Animal	IIP-Cuba
Morales, Gonzalo	Ornitología-Ecología	IZT-UCV
Morales, Frank	Nutrición Animal	UNELLEZ
Moreno-Álvarez, Mario J.	Tecnología de Alimentos	USR - Canoabo
Muñoz, Antonia	Forrajes	UNELLEZ
Ojasti, Juhani	Ecología, Manejo de Fauna	UNELLEZ, UZT, UCV
Ojeda, Alvaro	Producción Animal	FAGRO-UCV
Párraga, Carlos	Estadística	UNELLEZ
Ramírez, Ymmer	Ingeniería Agrícola	UNELLEZ
Rodríguez, Tomás	Reproducción Animal	UDO
San José, José	Ecología	IVIC
Tejos, Rony	Forrajicultura	UNELLEZ
Tovar, Yorman	Redacción y Estilo	UNELLEZ
Vaccaro, Lucía	Mejoramiento Animal	FAGRO-UCV
Vallejo, Oswaldo	Ecología	UNELLEZ
Verde, Omar	Mejoramiento Animal	FCV-UCV

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Volumen 32 - 2014

enero – diciembre

CONTENIDO

Artículo	Páginas
Procesos digestivos en ciego y colon de cerdos en crecimiento. 2. Absorción de agua. Julio Ly	1-6
Severidad del síndrome del amarillamiento de la caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>) asociado al virus de la hoja amarilla. Maríadaniela López, Williams Hidalgo y Carlos Párraga	7-12
Evaluación de la productividad de fincas con maíz y frijol en el estado Portuguesa, Venezuela. Trifina Márquez, José Flores, Adelis Velásquez, Sandra Flores y Hernando Garzón	13-24
Modelo de evaluación del sujeto de crédito y seguro agrícola por sectores: público o privado. Anolaima Delgado y Vianel Rodríguez	25-37
Sustancias aromáticas en el cacao cosechado en la zona de Río Anus, municipio Sucre, estado Portuguesa, Venezuela. Mary Lisbeth Alvarado, Elvis Portillo, Renaud Boulanger, Philippe Bastide e Isabel Macía	38-43
Caracterización de frutos y efecto de temperatura de almacenamiento sobre calidad de pulpa de copoazú. Miguel Arizaleta, Alberto Álvarez, María Pérez, Jorge Parés y Lizbeth Díaz	44-51
Efecto de diferentes dosis de riego sobre el cultivo de caraota (<i>Phaseolus vulgaris. L.</i>). Hugo Escobar, José Ortiz, Héctor Miranda y Douglas Peroza	52-58
Criopreservación de semen ovino con diluyentes convencional y agua de coco - leche descremada. Jesús Díaz, Lisandro Urriola, César Zambrano, Julio Peraza y Carlos Párraga	59-64
Medidas de adaptación agrícola al cambio climático en la cuenca del río Pao, Carabobo, Venezuela Antonio Romero, Esmeya Díaz y César Colmenares	65-73
Comportamiento de híbridos y variedades de maíz (<i>Zea mays L.</i>) sometidos a fertilización contrastante. Pedro Salazar, José Moreno y Germán De León	74-81
Efectividad de extractos vegetales y microorganismos eficientes sobre el crecimiento in vitro de <i>Sclerotium rolfsii</i> . Yadira Flores, Antonio Romero y Yinny Mujica	82-90
Sensibilidad a agentes antimicrobianos de patógenos mastitogénicos aislados en leche de vacas doble propósito. Freddy Gutiérrez, Milagros Díaz, Yumaris Arias y Eligio Rodríguez	91-97

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Volumen 32 - 2014
enero – diciembre

CONTENT

Article	Pages
Digestive processes in caecum and colon of growing pigs. 2. Water absorption. Julio Ly.....	1-6
Severity of the yellowing syndrome in sugarcane (<i>Saccharum spp.</i>) associated to yellow leaf virus. Mariadaniela López, Williams Hidalgo and Carlos Párraga.....	7-12
Evaluation of farm productivity with corn and beans in Portuguese State, Venezuela Trifina Márquez, José Flores, Adelis Velásquez, Sandra Flores and Hernando Garzón.....	13-24
Model of evaluation of credit and agricultural insurance applicant by public and private sectors. Anolaima Delgado and Vianel Rodríguez.....	25-37
Aromatic substances in cocoa cropped in Rio Anus area, Sucre Municipality, Portuguesa State, Venezuela. Mary Lisbeth Alvarado, Elvis Portillo, Renaud Boulanger, Philippe Bastide and Isabel Macía.....	38-43
Fruit characterization and effect of storage temperature on quality pulp copoazú. Miguel Arizaleta, Alberto Álvarez, María Pérez, Jorge Parés and Lizbeth Díaz.....	44-51
Effect of different irrigation depths on black bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) crop. Hugo Escobar, José Ortiz, Héctor Miranda and Douglas Peroza.....	52-58
Sheep semen cryopreservation with conventional and coconut water - skim milk diluents. Jesús Díaz, Lisandro Urriola, César Zambrano, Julio Peraza and Carlos Párraga.....	59-64
Measures agricultural adaptation to climate change in the Pao river basin, Carabobo, Venezuela. Antonio Romero, Esmeya Díaz and César Colmenares.....	65-73
Behavior hybrids and varieties of maize (<i>Zea mays</i> L.) under fertilization contrasting environments. Pedro Salazar, José Moreno and Germán De León.....	74-81
Effectiveness of plant extracts and effective microorganisms on growth in vitro of <i>Sclerotium rolfsii</i> . Yadira Flores, Antonio Romero and Yanny Mujica.....	82-90
Antimicrobial sensitivity of mastitogenic pathogens isolated from milk of dual purpose cows. Freddy Gutiérrez, Milagros Díaz, Yumaris Arias and Eligio Rodríguez.....	91-97

PROCESOS DIGESTIVOS EN CIEGO Y COLON DE CERDOS EN CRECIMIENTO. 2. ABSORCIÓN DE AGUA*

Digestive processes in caecum and colon of growing pigs. 2. Water absorption

Julio Ly¹

RESUMEN

Se evaluó la absorción de agua en el intestino grueso de 14 cerdos cruzados con 55 kg de peso vivo promedio, alimentados *ad libitum* con dos tipos de dietas desde seis semanas antes. Las dietas se prepararon con miel rica de caña de azúcar o maíz, y levadura torula (*Candida utilis*) como única fuente proteica. Los animales se sacrificaron antes del suministro diario de alimento. La absorción neta de agua medida en ciego, colon centrípeto, centrífugo y recto según un arreglo factorial 2 x 4, no reveló efecto significativo ($P>0,05$) de interacción dieta x sitio de medición. La velocidad de absorción neta de agua fue decreciendo significativamente ($P<0,05$) desde el ciego hasta el recto. Por otra parte, desde el punto de vista numérico ($P>0,05$), la miel rica determinó una mayor capacidad de absorción neta de agua, 8,95 L/día, con respecto al maíz, 3,74 L/día. La entrada diaria de agua en el ciego fue significativamente ($P<0,05$) mayor en la dieta con miel rica. Igualmente, la dieta con miel rica determinó mayor (32,4%; $P<0,05$) desaparición neta de agua en el intestino grueso en los cerdos con respecto a maíz (1.152 y 870 g de agua/kg MS ingerida, respectivamente). Este experimento tiende a confirmar que el tipo de dieta puede contribuir a determinar distintos índices en el balance de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento.

Palabras clave: absorción neta de agua, maíz, miel rica de caña de azúcar, levadura torula, intestino grueso.

ABSTRACT

Water absorption in the large intestine was evaluated in 14 crossbred pigs of 55 kg live weight on average, fed *ad libitum* with two types of diets from six weeks before. The diets were prepared with sugar cane high-test molasses or maize, and torula yeast (*Candida utilis*) as the only protein source. The animals were sacrificed before the daily feed supply. Net water absorption as measured in caecum, centripetal and centrifuge colon, and rectum following a 2 x 4 factorial arrangement did not reveal significant ($P>0.05$) effect for diet x site interaction. Net water absorption was significantly ($P<0.05$) decreasing from caecum to rectum. On the other hand, from the numerical point of view ($P>0.05$), sugar cane high-test molasses determined a greater capacity of net water absorption (8.95 L/day) regarding to maize (3.74 L/day). Daily water input in caecum was significantly greater ($P<0.05$) in the sugar cane molasses. Similarly, the sugar cane molasses based diet determined a higher net water absorption in the large intestine (32.4%, $P<0.05$) with respect to maize (1,152 and 870 g/kg ingested DM, respectively). This experiment tends to confirm that the diet type can contribute to determine different water balance indices in the large intestine of growing pigs.

Key words: net water absorption, maize, sugar cane high-test molasses, torula yeast, large intestine.

(*) Recibido: 19-04-2013

Aceptado: 30-11-2013

¹ Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24. San José de las Lajas, Cuba. email: jlyca@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En estudio reciente, Ly y Lezcano (2013) hallaron que hubo cambios en los procesos digestivos que tienen lugar en el intestino grueso de cerdos alimentados *ad libitum* con dietas de levadura torula en las que la fuente energética era maíz o miel rica. En forma sucinta, pudiera considerarse que cuando los cerdos se alimentan con dietas de miel rica y levadura torula, la desaparición de digesta seca entre el ciego y el recto es prácticamente la mitad de la que ocurre cuando la dieta es de maíz y levadura torula. Los procesos digestivos en cerdos alimentados con altos niveles de levadura torula (*Candida utilis*) en la dieta cobran importancia de relieve en países como Cuba, donde esta fuente microbiana de proteína se produce en cantidades apreciables (Boucourt 1982; Lezcano 2005).

Junto con una digestión compensatoria en el ciego y colon de los cerdos, en esos segmentos existe absorción de agua, después de la cual la digesta no asimilada es expulsada del tracto gastrointestinal (Kidder y Manner 1978; Moran 1982; Ly 2008). Como se sabe, la absorción de agua y electrolitos es una de las funciones más importantes del intestino grueso de los mamíferos (Drochner 1984; Theodorou *et al.* 1989). Sin embargo, el intestino grueso del cerdo, y particularmente el colon, no ha sido estudiado con detenimiento en comparación al de los humanos (Cummings 1975).

El objetivo de este experimento fue evaluar

la absorción de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento, alimentados *ad libitum* con dietas de maíz o miel rica, mas levadura torula como única fuente de proteína.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 14 cerdos Yorkshire x Landrace x Duroc de 55 kg de peso vivo promedio, que fueron alimentados *ad libitum* y al azar con dos dietas a partir de los 30 kg, durante seis semanas antes de la medición. Se usaron dietas de miel rica de caña de azúcar parcialmente invertida (pH= 3,8) o maíz, en las que la única fuente proteica fue la levadura torula. Los detalles correspondientes a las dietas utilizadas se muestran en la Tabla 1; el procedimiento para obtención de los distintos segmentos del intestino grueso y muestras de contenido intestinal fueron descritos por Ly y Lezcano (2013).

La absorción de agua en el intestino grueso se calculó desde dos puntos de vista, el primero de acuerdo con la metodología de Hecker y Grovum (1975), tal como fue descrita por Ly (1985), y el segundo mediante el cálculo de ingreso y egreso de agua en el intestino grueso, a partir de datos de índices digestivos hasta íleon y recto, y mediante el ajuste de todos los datos al consumo por animal de 1 kg de MS, para disminuir el efecto de variaciones individuales del consumo *ad libitum* de alimento.

Según la metodología de Grovum y Hecker

Tabla 1. Composición de las dietas (por ciento en base seca).

Ingredientes	Maíz	Miel rica
Harina de maíz	79,3	-
Miel rica de caña de azúcar	-	65,5
Levadura torula (<i>Candida utilis</i>)	18,0	32,5
CaCO ₃	1,3	1,3
CaPO ₄ H ₂ O	0,8	-
NaCl	0,1	0,1
Vitaminas y minerales ¹	0,5	0,5
Análisis		
Materia seca	89,90	87,86
Cenizas	4,87	6,62
Materia orgánica	95,13	93,38
Fibra cruda	2,50	0,33
Nx6.25	16,03	16,05
Energía, kjoule/g MS	18,45	18,50

¹ Según requerimientos del NRC (1998)

(1973), se estimó la velocidad de absorción de agua, así como la capacidad de absorción de agua en ciego y colon. La velocidad de absorción de agua, en g/min por dm² se determinó de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$R = \frac{[100(W_i - W_f)\alpha]}{AT}$$

Donde W_i y W_f son los gramos de agua por gramo de MS al inicio y el final de cada segmento intestinal evaluado, respectivamente, mientras que α, A y T representan la cantidad de MS (g), el área (cm²) y el tiempo de retención de digesta (min) en ese segmento. El área intestinal se determinó por planimetría tal como fue descrito por Ly (1985). Los valores de T utilizados fueron los informados por Ly y Lezcano (2013), que correspondieron a los mismos cerdos y dietas.

La relación agua: MS en el intestino grueso de los animales se calculó a partir de los datos de porcentaje de MS intestinal de acuerdo con Ly y Lezcano (2013), con la expresión:

$$\text{Relación agua: MS} = \left(\frac{1}{MS}\right) \times 100$$

La información correspondiente a los valores medios de la relación agua:MS entre el ciego y el recto de los cerdos se muestra en la Tabla 2.

La capacidad de absorción neta de agua (L/día) fue la resultante de multiplicar la velocidad de absorción neta por 1.440 día/min, y por el área

intestinal de cada uno de los cerdos. Se utilizó el factor 1 L/1.000 g para expresar la absorción de agua en litros.

Tabla 2. Relación agua:MS en el intestino grueso de cerdos en crecimiento alimentados con dietas de maíz o miel rica.

	Levadura torula +	
	Maíz	Miel rica
Ciego	4,06	6,41
Colon centrípeto	3,39	4,29
Colon centrífugo	2,82	3,31
Recto	2,49	2,15

Se siguió un arreglo factorial 2 x 4, en el que los factores fueron las dos dietas y los cuatro segmentos en que se dividió el intestino grueso (ciego, colon centrípeto, colon centrífugo y recto). El balance de agua, mediante la determinación de ingreso y egreso de agua en el intestino grueso, se llevó a cabo de acuerdo con una clasificación simple. Los datos se procesaron siguiendo las técnicas del análisis de varianza y de regresión (Steel *et al.* 1997) y cuando se halló diferencia significativa (P<0,05) entre medias, se aplicó la prueba de Duncan (Steel *et al.* 1997). Se usó el paquete estadístico de Minitab (2009) para todo el proceso biométrico.

RESULTADOS

Los datos referentes al ritmo de absorción neta de agua en el intestino grueso se presentan en la Tabla 3. No hubo efecto significativo (P>0,05) en la interacción dieta x sitio para los índices del

Tabla 3. Ritmo de absorción neta de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento alimentados con dietas de maíz o miel rica.

	Levadura torula +		ES ±
	Maíz	Miel rica	
Velocidad de absorción neta, g/min/dm²			
Ciego	0,180 ^a	0,329 ^a	0,090*
Colon centrípeto	0,012 ^b	0,030 ^b	0,020
Colon centrífugo	0,011 ^b	0,026 ^b	0,020
Recto	0,024 ^b	0,061 ^b	0,025
ES ±	0,015*	0,018*	-
Capacidad de absorción neta de agua, L/día			
Ciego	1,91 ^a	2,33 ^a	1,00
Colon centrípeto	0,98 ^a	1,47 ^a	0,85
Colon centrífugo	0,60 ^{ab}	1,13 ^{ab}	0,70
Recto	0,25 ^b	0,31 ^b	0,15
ES ±	0,070*	0,065*	-

* P<0,05

^{ab} Medias en la misma columna sin letra en común difieren (P<0,05)

ritmo de absorción de agua. En este trabajo se halló que la velocidad de absorción neta de agua fue mayor en el ciego ($P < 0,05$) con respecto al resto del intestino grueso. Por otra parte, la miel rica determinó una mayor velocidad de absorción neta de agua en todos los segmentos del intestino grueso. Esta diferencia fue evidentemente mayor ($P < 0,05$) para la absorción neta de agua en el ciego de los cerdos alimentados con miel rica con respecto a los que se suministró maíz como fuente energética.

Se encontró que la velocidad de absorción neta de agua fue decreciendo significativamente ($P < 0,05$) desde el ciego hasta el recto. La velocidad de absorción neta de agua en el ciego fue notablemente alta, con respecto al colon centrípeto y centrífugo. Por otra parte, desde el punto de vista numérico, la miel rica determinó una mayor capacidad de absorción neta de agua (8,95 L/día), con respecto al maíz (3,74 L/día). Sin embargo, esta diferencia no fue significativa ($P > 0,05$). Esto posiblemente se debió a la alta dispersión de los datos individuales.

En la Tabla 4 se listan las cifras correspondientes a la entrada y salida neta de agua en el intestino grueso de los cerdos. Se encontró que la entrada diaria de agua en el ciego fue mayor ($P < 0,05$) en la dieta con miel rica. Igualmente, la dieta con miel rica determinó mayor desaparición neta de agua en el intestino grueso de los cerdos alimentados con miel rica con respecto a la dieta de maíz. De igual manera, la dieta con miel rica determinó mayor ($P < 0,05$) desaparición neta de agua en el intestino grueso en los cerdos (1.152 y 870 g de agua/kg MS ingerida, respectivamente). Así la desaparición neta de agua en ciego y colon

fue 32% superior en los animales que se alimentaron con la dieta de miel rica/levadura torula.

Existió una correspondencia altamente significativa ($S_{yx}, \pm 56,6$; $P < 0,001$) entre la capacidad de absorción neta de agua en el ciego, y la desaparición neta de agua en el intestino grueso de los animales (Figura 1).

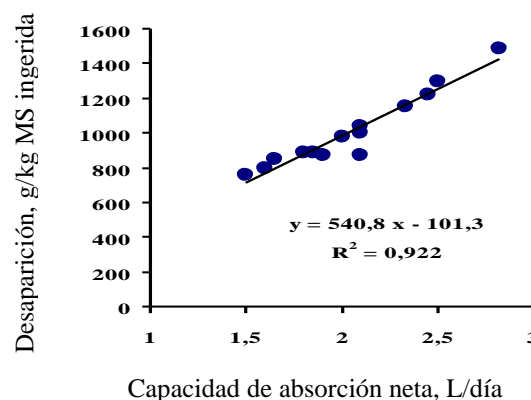


Figura 1. Balance neto de agua en ciego y colon de cerdos en crecimiento.

DISCUSIÓN

En este trabajo se utilizó la técnica de sacrificar animales, con la que se obtuvieron datos para estudiar procesos de absorción de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento. Uno de los dos métodos utilizados generó resultados cercanos al de formas de colección de muestras *in vivo*, mediante la obtención de datos de digestibilidad indirecta con la utilización de la ceniza insoluble en ácido según Van Keulen y Young (1977), de acuerdo con el procedimiento descrito por Ly y Lezcano (2013). Los métodos *in vivo* han sido preferidos para este tipo de estudios, porque se ejecutan en condiciones con un status

Tabla 4. Entrada y salida neta de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento alimentados con dietas de maíz o miel rica.

	Levadura torula +		ES ±
	Maíz	Miel rica	
Peso de los animales, kg	55,0	55,0	-
Consumo diario, g MS/kg peso corporal	42,4	44,9	3,01
Balance de agua, g/kg MS ingerida			
Entrada diaria en ciego ¹	1.194	1.540	110*
Salida diaria, fecal	324	388	54
Desaparición en intestino grueso	870	1.152	52*

¹ Salida ileal

* $P < 0,05$

fisiológico más cercano a lo habitual (Theodorou *et al.* 1989). Aun así, la estrecha interdependencia que se observó entre los dos métodos de determinación de índices del balance de agua de los cerdos examinados, pudiera sugerir, que ambas aproximaciones a la descripción de este balance en los cerdos reflejan cualitativamente el mismo fenómeno desde dos ángulos distintos.

El descenso en la relación agua:MS desde el ciego hasta el recto de los cerdos está en consonancia con otras investigaciones, como las de Bentley y Smith (1975) quienes hallaron que los valores de este índice fue desde 4,15 hasta 1,38 mL agua/g MS para el principio del colon centrípeto y el final del colon centrífugo de cerditos neonatos, y desde 5,89 y 3,39 mL agua/g MS para iguales sitios de cerdas adultas.

Los valores encontrados en esta investigación para el ritmo de absorción neta de agua siguieron similar tendencia de estudios anteriores (Ly 1985), en el sentido de que el ciego fue el segmento del intestino grueso con una mayor actividad de absorción neta de agua con respecto al colon y el recto. Por otra parte, los resultados de este experimento tienden igualmente a confirmar que la miel rica determina una mayor absorción de agua que el maíz, también en dietas con la levadura torula como única fuente proteica incluida. Sin embargo, aunque dentro del rango de valores informados al aplicar la metodología de Grovum y Hecker (1973) para cerdos criados en otras condiciones (Hecker y Grovum 1975), parecieron ser menores en magnitud que las informados por Ly (1985). Este desacuerdo pudiera estar influido tal vez por la diferencia en el peso corporal de los cerdos.

Theodorou *et al.* (1989) han sugerido que existe un patrón postprandial de absorción de agua en el colon centrípeto de los cerdos, que es controlado principalmente por el flujo de digesta en el colon. Sin embargo, en este experimento se encontró que no es el ciego, el segmento digestivo con una mayor capacidad de absorción neta de agua. Por otra parte, Ly y Lezcano (2013) observaron que en todo el intestino grueso, una dieta de maíz/levadura torula determinaba un mayor tiempo de retención de digesta (32,1 horas)

que otra de miel rica/levadura torula (24,3 horas), y en estos mismos animales, sucedió lo contrario con la desaparición de agua en el intestino grueso de los cerdos (Tabla 4). Theodorou *et al.* (1989) tampoco hallaron evidencias de que la concentración de ácidos grasos de cadena corta, la osmolaridad o el tiempo de tránsito de fenol sulfostaleína estuvieran correlacionadas con la absorción de agua en el colon centrípeto de cerdos en crecimiento. Evidentemente se necesita más evidencia experimental sobre los factores que pudieran gobernar los mecanismos de recambio de agua en el intestino grueso, puesto que la absorción neta de agua, tal como se definió en la presente investigación, es el resultado de varios procesos que ocurren simultáneamente, tales como la producción de agua *in situ*, su absorción a través de la pared intestinal y el ingreso procedente de áreas prececales, entre otros.

Los resultados informados aquí tienden a confirmar que el tipo de dieta puede contribuir a determinar distintos índices en el balance de agua en el intestino grueso de cerdos en crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea mencionar con gratitud la ayuda técnica de los señores Miguel Pérez, Humberto Hernández y José Luis Reyes en el manejo y cuidado de los animales, así como en los muestreos que se hicieron. Igualmente se agradece a las señoras Ana María Romero y Martha Carón por los análisis de laboratorio. También se desea reconocer a la Dra. Marisol Muñiz por su asistencia en la ejecución de los procedimientos biométricos.

REFERENCIAS

- Bentley, P. and Smith, M. 1975. Transport of electrolytes across the helicoidal colon of the newborn pig. *Journal of Physiology*, 249:103-113.
- Boucourt, R. 1982. Digestibilidad de la proteína de la levadura torula en cerdos alimentados con dietas a base de miel final de caña. Tesis Dr.Sci. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, 101 p.

- Cummings, J. 1975. The colon: absorptive, secretory and metabolic functions. *Digestion*, 13:232-240.
- Drochner, W. 1984. Einfluss wechselnder Rohfaser- und Pektinergehalte im Futter auf einige praecale und postileale Verdauungsvorgänge beim wachsenden Schwein. *Forstschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung. Beihefte zur Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 14:7-122.
- Grovum, W. and Hecker, J. 1973. Rate of passage of digesta in sheep. 2. The effect of level of food intake on digesta retention times and on water and electrolyte absorption in the large intestine. *British Journal of Nutrition*, 30:221-230
- Hecker, J. and Grovum, W. 1975. Rates of passage of digesta and water absorption along the large intestines of sheep, cows and pigs. *Australian Journal of Biological Sciences*, 18:161-167.
- Kidder, D. and Manner, M. 1978. *Digestion in the Pig*. Scientifica. Bristol, pp 197.
- Lezcano, P. 2005. Development of a protein source in Cuba. Torula yeast. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 39:447-451.
- Ly, J. 1985. Large intestine digestion of pigs fed molasses. 3. Water status. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 19:45-53.
- Ly, J. 2008. *Fisiología Nutricional del Cerdo* (C. Lemus y J. Ly, editores). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 165.
- Ly, J. y Lezcano, P. 2013. Tránsito de digesta y digestión en cerdos en crecimiento. 1. Tránsito de digesta y digestión. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 31:73-80.
- Minitab. 2009. *Statistical Software. Minitab 15*. Minitab In Company. State Collegue (Pensilvania), versión electrónica disponible in <http://www.minitab.com>.
- Moran, E. 1982. *Comparative Nutrition of Fowl and Swine. The Gastrointestinal Systems*. University of Guelph. Guelph, pp 253.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Swine*. National Academy Press. Washington. District of Columbia, 189 p.
- Steel, R., Torrie, J. and Dickey, M. 1997. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw and Hill Book Company In Company (segunda edición). New York, 666 p.
- Theodorou, V., Fioramonti, J. and Bueno, L. 1989. Water absorption from the pig proximal colon: relations with feeding and flow of digesta. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74:521-529.
- Van Keulen, J. and Young, S. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44:282-287.

SEVERIDAD DEL SÍNDROME DEL AMARILLAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) ASOCIADO AL VIRUS DE LA HOJA AMARILLA*

Severity of the yellowing syndrome in sugarcane (*Saccharum spp.*) associated to yellow leaf virus

Mariadaniela López¹, Williams Hidalgo¹ y Carlos Párraga²

RESUMEN

El diagnóstico visual del síndrome del amarillamiento de la caña de azúcar (YLS) asociado al virus del amarillamiento de la caña de azúcar (ScYLV) se dificulta debido a la errática aparición de los síntomas. Con el propósito de asistir en este diagnóstico, se propuso una escala de síntomas con 4 grados. La escala que abarca desde plantas sin síntomas hasta la presencia de síntomas severos, se elaboró mediante la caracterización y clasificación de 114 muestras provenientes de 82 variedades entre seis y nueve meses de edad, cultivadas en la región centroccidental de Venezuela. Los grados 2-3 de la escala asisten acertadamente en el diagnóstico del YLS asociado al ScYLV al compararse con los resultados obtenidos por diagnóstico serológico. Debido a la alta incidencia de plantas asintomáticas (Grado 0) es imperativo complementar el diagnóstico visual con otro método disponible. En los campos experimentales y bancos de germoplasmas es frecuente la presencia de cepas asintomáticas, lo que contrasta con lo observado en campos comerciales, donde condiciones de manejo particulares propician la aparición de síntomas en los materiales infectados.

Palabras clave: virus del amarillamiento de la caña de azúcar, estrés, diagnóstico, clave de severidad, serología.

ABSTRACT

The visual diagnosis of the sugarcane yellow leaf syndrome (YLS) associated to the sugarcane yellow leaf virus (ScYLV) is still a difficult task due to the erratic symptomatology of this disease. To assist in the diagnosis, a symptoms key with 4 grades was elaborated, and it is proposed as a tool for evaluating promising and commercial materials. The key was elaborated from 114 samples collected from 82 varieties between 6-9 months grown in the central western region of Venezuela. Grades 2-3 are associated to the presence of the ScYLV when they were compared to results obtained by serological diagnosis. On the other hand, grade 0 calls for another test in order to have an accurate diagnosis, this due to the high incidence of symptomless clones. This fact is especially true for experimental fields and germplasm banks, but in growing conditions in commercial fields where environment variables seem to stimulate the appearance of symptoms in infected clones.

Key words: Sugarcane yellow leaf virus, stress, diagnosis, severity key, serology

(*) Recibido: 24-07-2013

Aceptado: 03-02-2014

¹ Posgrados de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, UCLA, Cabudare 3023, La. Venezuela. mlopez@ucla.edu.ve; whidalgo@ucla.edu.ve

² Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. eloycarlos@cantv.net

INTRODUCCIÓN

El síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) es una de las enfermedades que afecta significativamente este cultivo dada su alta incidencia y amplia distribución en el mundo. La sintomatología inicial de este síndrome se caracteriza por un amarillamiento tenue a lo largo del envés de la nervadura central de la hoja, posteriormente el síntoma avanza hasta afectar parte de la lámina foliar o su totalidad en los casos muy severos.

Hasta ahora dos agentes etiológicos, han sido asociados a este síndrome, uno de ellos es el virus del amarillamiento de la caña de azúcar, género Polerovirus, Familia *Luteoviridae* (Scagliusi y Lockhart 2000), el otro agente etiológico asociado es el fitoplasma amarillador de la caña (Cronjé *et al.* 1998; Arocha *et al.* 1999). A pesar de estas evidencias, no se descartan otros factores bióticos y abióticos como desencadenantes de los síntomas asociados al síndrome (Scagliusi y Lockhart 2000; Rassaby *et al.* 2003) debido a la imposibilidad de asociar patógenos a muestras sintomáticas para YLS, aún con el uso de técnicas sensibles para el diagnóstico como serología o la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (Aljanabi *et al.* 2001).

En materiales cultivados en la región centroccidental de Venezuela se comprobó, mediante un muestreo serológico realizado entre los años 2003-2004, la presencia generalizada del ScYLV asociado en un alto porcentaje al YLS (López *et al.* 2004), situación similar a la observada en muestreos masivos en siembras comerciales de caña de azúcar en las Islas de Hawaii (Schenk 1997), Florida (EEUU) (Comstock *et al.* 1998), Colombia (Victoria *et al.* 1999; Angel *et al.* 2001), Guatemala y Nicaragua (Comstock *et al.* 2000), Islas Mauricio (Aljanabi *et al.* 2001), Ecuador (Garcés *et al.* 2003) e India (Wisnathan y Balamuralikrishnan 2004).

A pesar de la importancia de la enfermedad, no existe una caracterización de los síntomas macroscópicos del síndrome asociados a la presencia del ScYLV (López *et al.* 2004), hecho que dificulta la selección de germoplasma en campo; por lo que se planteó describir y

caracterizar los síntomas macroscópicos en 82 variedades y evaluar su asociación a la presencia del ScYLV, con el propósito de proponer una escala de síntomas para YLS para mejorar la exactitud del diagnóstico visual en campo del síndrome asociado al virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Síntomas Macroscópicos

Se clasificaron los síntomas macroscópicos en muestras de hojas con cuello o lígula visible (hoja TVD, Top Visible Dewlap) recolectadas de 114 cepas de caña de azúcar de seis a nueve meses de edad provenientes de 82 variedades de caña de azúcar ubicadas en diferentes campos comerciales localizados en los estados Lara, Yaracuy y Portuguesa, las condiciones de biotemperatura para estas zonas están entre 22 y 29 °C con una precipitación media anual comprendida entre 250 y 1500 mm y se ubica entre 500 y 800 msnm. Las localidades muestreadas corresponden de acuerdo a sus características climáticas a las zonas de vida o formaciones vegetales de “monte espinoso”, “bosque muy seco tropical” y “bosque seco tropical”, respectivamente. Estos son ecosistemas altamente intervenidos debido a la actividad agrícola (Ewell y Madriz 1976). Adicionalmente se muestrearon materiales experimentales y bancos de germoplasma ubicados en el campo experimental de la Estación Local Yaritagua del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Yaracuy, municipio Peña del estado Yaracuy, Venezuela, localizada a una altitud de 325 msnm, con precipitación media anual de 953 mm y biotemperatura entre 30,6 y 20,3°C (García y Mogollón 1990).

Las muestras de hojas TVD se clasificaron de acuerdo a la sintomatología observada en el envés de la nervadura central. A cada síntoma se le asignó un número del 0 al 4 de acuerdo a la severidad. Los grados se describieron de la forma siguiente: (0) Ningún síntoma; (1) amarillamiento parcial en el envés, en forma de línea delgada sobre y en la misma dirección de la nervadura central; (2) coloración amarillo pálido del envés de casi toda la nervadura central; (3) coloración amarillo-naranja a lo largo de la nervadura central que abarca parte

de la lámina y (4) coloración amarillo-naranja que se extendió casi toda la lámina foliar. Adicionalmente, para asociar cada grado a la presencia del ScYLV cada muestra fue procesada por inmunopresión en membranas (TBIA) para la presencia del ScYLV (López *et al.* 2004) con antisuero policlonal contra el ScYLV (Scagliussi y Lockhart 2000).

Análisis Estadístico

El análisis se realizó con el software estadístico Statistix 8.0, con pruebas binomiales en cada grado de la escala para muestras pequeñas, para verificar equilibrio de las proporciones de plantas sanas y enfermas según la prueba serológica y la escala propuesta, basados en el supuesto de que las proporciones de plantas sanas y enfermas entre la escala y la prueba serológica deberían ser iguales ($P=Q=1/2$), y pruebas de contingencia para relacionar la severidad con la procedencia (campo experimental y banco de germoplasma) del material.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Síntomas macroscópicos

En general los síntomas observados en la nervadura de las muestras se distribuyeron en todos los grados propuestos en la escala; sin embargo, los mayores porcentajes se determinaron en el grado 0 y en los grados 2-3 (Tabla 1). Estos resultados coinciden con lo señalado en diferentes latitudes donde solo ocasionalmente se observaban síntomas muy severos (Schenk 1997; Scagliussi y Lockhart 2000; Comstock y Miller 2003; Rassaby *et al.* 2003; Gonçalves *et al.* 2005; Lehrer y Komor 2008). Al asociar los resultados de los síntomas visibles con los obtenidos por TBIA (Tabla 1), en

muestras foliares con grado 0 (sin síntomas) no se puede asegurar la ausencia del agente etiológico, dado que 76,6% de las muestras en este grado resultaron serológicamente positivas al ScYLV ($P=0,76$). Por tanto, existe el riesgo evidente de presencia del virus que debe ser considerado en la evaluación de materiales en etapas de mejoramiento o para ser liberados, y que necesariamente debe ser complementado con otro método de diagnóstico (Aljanabi *et al.* 2001; Ángel *et al.* 2001; Wisnathan y Balamuralikrishnan 2004). Así mismo, en las muestras clasificadas en grado 1, este síntoma no pudo atribuirse a la presencia del agente etiológico, puesto que ninguna resultó serológicamente positiva. Con respecto a las muestras clasificadas grado 2 y 3, se pudo asegurar que correspondían al síntoma característico del YLS asociado serológicamente al ScYLV ($P\leq 0,05$). Por tanto, los grados 2 y 3 propuestos representan una herramienta práctica para discriminar materiales susceptibles a esta enfermedad.

Al analizar los grados de severidad de acuerdo a la procedencia geográfica de las muestras, se comprobó dependencia significativa entre la severidad del síntoma y la procedencia (Tabla 2) (χ^2 : 38,98 y $P=0,0001$). Resultados similares fueron obtenidos en muestreos masivos llevados a cabo por otros investigadores (Aljanabi *et al.* 2001; Schenk *et al.* 2001; Wisnathan y Balamuralikrishnan 2004). Esto confirma que la sola presencia del agente etiológico no es la única condición necesaria para la expresión de los síntomas. Ciertas condiciones de manejo intensivo del cultivo contribuyen a generar factores internos y externos que pudieran actuar como desencadenantes de los síntomas característicos del YLS.

Tabla 1. Frecuencia de grados de severidad del síndrome del amarillamiento de la caña de azúcar en *Sacharum spp.* y presencia del virus del amarillamiento de la caña de azúcar detectado por inmunopresión en membranas.

YLS ScYLV	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		Grado 4		Totales
	V+	V-	V+	V-	V+	V-	V+	V-	V+	V-	
Sub-totales	49	15	0	6	16	0	24	0	4	0	114
% serológico para ScYLV	76,56	23,44	0	100	100	0	100	0	100	0	100
Total en el grado	64		6		16		24		4		114
% en el grado	56,1		5,3		14		21,1		3,5		100
Probabilidad	>0,05		<0,05		<0,05		<0,05		No concluyente		

Tabla 2. Síntomas asociados al síndrome de la caña de azúcar de acuerdo a su severidad en muestras provenientes de campos comerciales (Cc), banco de germoplasma (Bg) y materiales experimentales (Me).

Procedencia de la muestra	Grados de Severidad de síntomas asociados al síndrome del amarillamiento de la caña de azúcar					Total de muestras
	0	1	2	3	4	
Cc	18	1	-	13	4	36
Bg	36	-	9	6	-	51
Me	10	5	7	5	-	27
Total	64	6	16	24	4	114

(χ^2 : 38,98 y P=0,0001).

Los campos comerciales son de mayor extensión que los campos experimentales o bancos de germoplasma. Se ha estimado que por cada unidad de área de semillero o campo experimental se establecen alrededor de mil unidades de área de campo comercial. Aunque el manejo de ambas extensiones es similar, los campos experimentales y bancos de germoplasma solamente se establecen en institutos de investigación o en fincas élites seleccionadas (Victoria y Calderón 1995). En este tipo de campos el manejo de la caña de azúcar es continuamente supervisado y se establece un estricto control sanitario. En contraste, en los campos comerciales las plantas deben enfrentarse con diversas situaciones que pudieran constituir factores desencadenantes de los síntomas del YLS.

Dos de los factores abióticos más importantes asociados el manejo del cultivo que pudieran relacionarse con la aparición del YLS son el estrés hídrico y las deficiencias nutricionales (Schenk *et al.* 2001). El estrés hídrico está estrechamente vinculado con el manejo del riego debido a que la disponibilidad de agua para los cultivos de caña ha disminuido como consecuencia de cambios en la cantidad y frecuencia de las lluvias. En condiciones de normales de campo, la humedad del suelo es variable y puede disminuir hasta niveles intermedios entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento, a pesar de esto, es común observar que generalmente el cañicultor programa los riegos de manera empírica y casi siempre sin tener en cuenta la relación suelo-agua-planta. Esta situación conlleva el riesgo de aplicar excesivo riego o someter el cultivo a períodos de déficit de agua, lo que puede generar condiciones de estrés (Torres 1995).

Así mismo, algunas deficiencias nutricionales, especialmente nitrógeno, son

consecuencia de la compactación del suelo en los primeros 80 cm, como resultante de las labores de cosecha mecanizada en los campos comerciales (Usaborisut y Niyamapa 2010). Esta actividad ha desplazado ampliamente la cosecha manual en los últimos años. La compactación del suelo afecta el proceso de nitrificación, lo que disminuye el aporte del nitrógeno por la materia orgánica (Alakuku y Elonen 1995).

CONCLUSIONES

Por la alta incidencia de plantas asintomáticas, el diagnóstico del virus del amarillamiento de la caña de azúcar en campo representa una seria dificultad; sin embargo, una vez desarrollado el síntoma característico del amarillamiento de la caña de azúcar existe alta probabilidad ($P \leq 0,05$) de que esté asociado a la presencia del virus. Por tanto, los grados propuestos (2-3) representan una herramienta de utilidad práctica para discriminar materiales, y se propone su uso como clave de severidad de síntomas del YLS asociado al ScYLV. A pesar de esta herramienta, la dificultad persiste, sobretodo en campos experimentales y bancos de germoplasma. En estos casos, por la alta incidencia de plantas asintomáticas, al momento de la evaluación pudieran obviarse cepas infectadas que posteriormente al enfrentar otras condiciones de estrés serían afectadas por el YLS. Se mantiene entonces la recomendación, de asistirse en los grados 0 y 1 con otro método de diagnóstico disponible para el ScYLV.

REFERENCIAS

Alakuku, L. and Elonen P. 1995. Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yield and nitrogen uptake of annual crops. *Soil Till. Res.* 37: 141-152.

- Aljanabi, S., Parmessur, Y., Moutia, Y., Saumtally, S. and Dookun, A. 2001. Further evidence of the association of a phytoplasma and a virus with yellow leaf syndrome in sugarcane. *Plant Pathol.* 50: 628-636.
- Angel, J., Angel, F. y Victoria, J. 2001. Diagnóstico molecular de razas del virus del síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar (ScYLV) en Colombia. *Fitopatol Colombia* 25:19-22.
- Arocha, Y., Gonzalez, L., Peralta, E. and Jones, P. 1999. First report of virus and phytoplasma pathogens associated with yellow leaf syndrome of sugarcane in Cuba. *Plant Dis.* 83: 1177.3
- Comstock, J. and Miller, J. 2003. Incidence and spread of sugarcane yellow leaf virus in sugarcane clones in the CP- cultivar development program canal point. *Journal Amer. Soc. Sugarcane Technologists.* 23: 71-78.
- Comstock, J., Irely, M., Lockhart, B. and Wang, Z. 1998. Incidence of yellow leaf syndrome in CP cultivars based on polymerase chain reaction and serological techniques. *Sugar Cane* 4:21-24.
- Comstock, J., Peña, M., Vega, J., Fors, A. and Lockhart, B. 2000. Report of Sugarcane Yellow Leaf Virus (SCYLV) in Ecuador, Guatemala and Nicaragua. *Plant Dis.* 86:74.
- Cronjé, C., Tymon, A., Jones, P. and Bailey, R. 1998. Association of a phytoplasma with a yellow leaf syndrome of sugarcane in Africa. *Ann Applied Biol.* 133: 177-186.
- Ewell, J. y Madriz, A. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 265 pp.
- Garcés, O., Valladares, C. y Quiridumbay, G. 2003. Diagnóstico del síndrome de la hoja amarilla, el raquitismo y la escaldadura en caña de azúcar en Ecuador. Memorias del VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, Cali, Colombia (Resumen).
- García, R. y Mogollón I. 1990. Boletín Meteorológico Anual de la Estación Experimental Yaracuy. Yaritagua, Venezuela. 88 p.
- Gonçalves, M., Vega, J., Oliveira, J. and Gomes, M. 2005. *Sugarcane yellow leaf virus* infection leads to alterations in photosynthetic efficiency and carbohydrate accumulation in sugarcane leaves. *Fitopatol Brasileira* 30:10-16.
- Lehrer, A. and Komor, E. 2008. Symptom expression of yellow disease in sugarcane cultivar with different degrees of infection of sugarcane yellow leaf virus. *Plant Pathol.* 55:178-185.
- López, M., Hidalgo, W., Párraga, C., Briceño, R. y Simosa, N. 2004. Presencia del virus del amarillamiento de la caña de azúcar (ScYLV) y del síndrome de la caña (YLS) en la región centroccidental de Venezuela. *Fitopatol. Ven.*17: 43-48.
- Rassaby, L., Girard, J., Letourmy, P., Chaume, J., Irely, M., Lockhart, B., Kodja, H. and Rott, P. 2003. Impact of Sugarcane yellow leaf virus on sugarcane yield and juicy quality in Reunion Island. *European J. Plant Pathol.* 109: 459-466.
- Scagliussi, S., and Lockhart, B. 2000. Transmission, characterization, and serology of a luteovirus associated with yellow leaf syndrome of sugarcane. *Phytopathol.* 90:120-124.
- Schenk, S. 1997. Advances in controls of yellow leaf syndrome. *Pathology Report* 67. Hawaii Agriculture Research Center. Hawaii Agriculture Research Center p 1-4.
- Schenk, S., Lehrer, A., and Wu K. 2001. Yellow leaf syndrome. *Pathol. Report* 68:1-5.

Torres, J. 1995. Riegos. *In* Cassalet, C., Torres, J., e Isaac, C. eds. 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia pp. 193-210.

Usaborisut, P. and Niyamapa, P. 2010. Effects of machine induced soil compaction on growth and yield of sugarcane. *Amer. J. Agricul. Biol. Sc.* 5:269-273.

Victoria, J. y Calderón, H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. *In* Cassalet, C., Torres, J., e Isaac, C. eds. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia pp. 115-129.

Victoria, J, Guzmán, M., Cuervo, E y Lockhart, B.1999. Síndrome de la hoja amarilla en Colombia. CENICAÑA No. 7.

Wisnathan, R. and Balamuralikrishnan, M. 2004. Detection of yellow leaf virus, the causal agent of yellow leaf syndrome by DAS-ELISA. *Arch. Phytopathol. Plant Protect.* 37: 123-129.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE FINCAS CON MAÍZ Y FRIJOL EN EL ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA*

Evaluation of farm productivity with corn and beans in Portuguese State, Venezuela

Trifina Márquez¹, José Flores², Adelis Velásquez³, Sandra Flores⁴ y Hernando Garzón⁵

RESUMEN

Se evaluó la productividad de fincas con maíz y frijol ubicadas en el Sector La Palaciera, municipio San Genaro de Boconoito del estado Portuguesa, Venezuela. De la muestra de 30 fincas, se recabó mediante cuestionarios, información de cuatro insumos y un producto, que corresponden a los cultivos de maíz y frijol sembrados en rotación durante el año 2010. Se empleó el Índice de Productividad de Malmquist (IPM) para comparar la productividad de los dos cultivos. Según los resultados, en promedio, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz, presentó un mayor cambio en la productividad (IPM=1,520), debido principalmente al cambio tecnológico (CT=1,492) capaz de generar una mayor productividad monetaria y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,019).

Palabras clave: Índice de productividad de Malmquist, escala, cambio tecnológico.

ABSTRACT

Productivity of farms with corn and beans located in Palaciera Sector, San Genaro Boconoito Municipality, Portuguesa State, Venezuela was evaluated. The sample (30 farms) was collected through questionnaires; information from four inputs and one product corresponding to the crops grown in rotation in 2010. The Malmquist Index (MI) was used to compare the productivity of the two crops. According to the results, on average, the bean crop, compared to corn, introduced a major change in productivity (MI= 1.520), mainly due to technological change (TC= 1.492) and lesser extent, the change in technical efficiency (TEC= 1.019).

Key words: Malmquist productivity index, scale, technological change.

(*) Recibido: 09-08-2013

Aceptado: 17-02-2014

¹ Ejercicio profesional.

² Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: joseovidioflores@gmail.com.

³ Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (Fondas) Barinas, Venezuela.

⁴ Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid. España.

⁵ Decanato de Investigación y Posgrado, Maestría en Gerencia de Recursos Humanos. UNEFA, Barinas. Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales actividades impulsoras de desarrollo en Venezuela y el estado Portuguesa es el segundo estado con mayor superficie apta para la siembra de maíz (Benacchio *et al.* 1988) y el mayor productor conjuntamente con el estado Guárico (Vielma *et al.* 2005), sin embargo, los rendimientos por hectárea se han estancado (Marín 2002; Briceño 2008) y difieren significativamente de los obtenidos en otras latitudes (Alejua 2002). Para el año 2011 se estimó una producción de 2.117.710 t obtenidas en 630.015 ha, para un promedio de 3.361 kg/ha de maíz (Fedegro 2012). Otro problema importante es la variabilidad del rendimiento (San Vicente *et al.* 2005), que repercute directamente en los ingresos de los productores (Vielma *et al.* 2005).

Según Flores *et al.* (2005), el frijol común (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) es una leguminosa de gran valor nutritivo y comercial en Venezuela, ocupa el segundo lugar de producción después de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). El frijol común y otras especies de *Vigna* como el frijol mungo (*Vigna radiata* L. Wilczeky) y el bucarito (*Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi) por su adaptación a condiciones de clima seco, presentan ventajas comparativas con relación a otros cultivos en la región de los llanos venezolanos. No obstante, son cultivos considerados de baja producción. Para el año 2002 se obtuvieron 13.338 t de frijol, con un bajo rendimiento promedio nacional de 750 kg/ha, debido principalmente a las políticas agrícolas existentes en el país, mal manejo del cultivo y falta de apoyo en la investigación (Marín 2002). Para el año 2011 se estimó una producción de 48.270 t obtenidas en 40.225 ha, para un promedio de 1.200 kg/ha de frijol (Fedegro 2012).

Además de los riesgos inherentes a la actividad, las fincas confrontan otros tipos de problemas que inciden directamente en su productividad. Por una parte, los costos de producción se incrementaron de manera significativa en los últimos años y, por la otra, desde del 2005 la población ocupada en actividades agrícolas tendió a disminuir en

términos absolutos, en el 2008 representó 11% menos que la del 2005 (Hernández 2009), lo cual presagia mayores dificultades para contratar mano de obra. Asimismo, los precios del maíz están regulados por el Estado y, por ello, sus incrementos se rezagan cada vez más con respecto a los costos de los insumos, lo cual deriva en ganancias decrecientes para los agricultores.

Los cambios y tendencias en la productividad agrícola han sido de gran interés para aquellas personas relacionadas con la agricultura, debido principalmente a las razones siguientes: a) el crecimiento de la productividad causa cambio estructural en la producción, b) la necesidad de incrementar los niveles de alimentos, fibras y combustibles debido a un aumento de la población, c) una base fija o declinante del recurso tierra, d) cambios en los insumos y métodos de producción, y e) cambios reales y potenciales en las políticas nacionales y en las reglas internacionales de comercio, entre otras.

Por otra parte, es importante elevar la producción nacional de alimentos dada la crisis de inseguridad alimentaria que enfrenta el país (González 2009), que se evidencia por el comportamiento histórico de las importaciones, ya que entre 1981 y 1990 la importación de alimentos y bebidas fue de 75,4 US\$ por persona y año. En la década siguiente (1991-2000) la cifra disminuyó a 65,9 US\$ por persona y año, y en la que acaba de concluir (2001-2010) se duplicó (134,6 US\$, Machado 2011).

Diversos autores han evaluado el uso de los recursos en explotaciones agrícolas en Venezuela, desde el punto de vista de la productividad parcial. Por el contrario, en la presente investigación se aborda la evaluación desde una perspectiva más global, mediante el índice de Malmquist, estimado con el método Análisis Envoltante de Datos, más conocido por el acrónimo DEA (*Data Envelopment Analysis*), que es un enfoque relativamente novedoso en el país. La aplicación empírica se centra en un grupo de fincas cultivadas con maíz y frijol en el año 2010, en un municipio muy prometedor para esta actividad como es San Genaro de Boconoito, sector La Palaciera, ubicado en el estado

Portuguesa, Venezuela. De manera que los principales aportes de esta investigación son el empleo del IPM para comparar la productividad de dos cultivos en rotación y los resultados de la aplicación empírica.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

En el presente trabajo se utilizó el índice de Malmquist para estimar la productividad, del cual no hay antecedentes de su aplicación en explotaciones maiceras o de frijol en Venezuela; solo se ha reportado en el sector pecuario, en granjas avícolas localizadas en el estado Zulia (Chirinos y Urdaneta 2007). A manera ilustrativa, se citan aplicaciones en el sector agrícola realizadas en otros países.

El crecimiento de la productividad en la agricultura es un tema muy dinámico desde la perspectiva de la investigación. Muchos estudios se han centrado en la productividad a nivel de país (Ball y Norton 2002; Coelli y Rao 2005; Fuglie *et al.* 2007). También se ha abordado desde la perspectiva regional (Fekete-Farkas *et al.* 2012).

A nivel de fincas, Coelli *et al.* (2006) analizaron la productividad total de los factores (PTF) de las explotaciones agrícolas en Bélgica durante un período de 16 años, comprendido entre 1987 y 2002. Los cálculos se basaron en un conjunto de datos a nivel de finca que contenían 1.728 observaciones, con la participación de más de 100 fincas en la mayoría de los años. Se consideraron tres productos (cereales incluyendo al maíz forrajero y otros cultivos) y cuatro insumos (tierra, trabajo, capital y otros insumos). Se empleó el índice de Fisher para lo cual se requirió la agregación de los cultivos. Las medidas de la PTF se calcularon utilizando el índice de Malmquist PTF estimado con DEA. Se determinó una variación anual promedio de la PTF de 1,0% por año, que estuvo por debajo de las tasas superiores al 2% comúnmente reportadas en estudios de otros países desarrollados. El patrón de crecimiento de la PTF en el período indica que las dos reformas de la Política Agrícola

Común (PAC) en 1992 y 2000 no tuvieron efecto significativo sobre las tendencias de la PTF.

Olson y Vu (2009) utilizaron el IPM, calculado con el método DEA, en un modelo orientado al producto, que incluía tres insumos (trabajo, tierras y gastos directos) y seis productos (cantidades de maíz, soya, leche, carne de cerdo, carne de res, y renta no agrícola). Se consideró una muestra de 341 fincas evaluadas durante los años 1993 y 2006 en Minnesota (Estados Unidos). Los resultados indican que el crecimiento promedio de productividad de varios cultivos que incluían el maíz, alcanzaron valores de hasta 6,6% anual y negativos en algunos periodos.

Esta información demuestra la importancia que se ha dado al Índice de Malmquist para estimar la productividad de explotaciones agrícolas en diferentes partes del mundo.

El Índice de Productividad de Malmquist

El índice de Malmquist se basa en la idea de una función que mide la distancia desde un determinado vector insumos/productos (para una finca en particular) a la frontera de eficiencia técnica que está definida por los vectores de insumos/productos de las explotaciones más eficientes en la muestra de fincas en ese año. La medida de esta distancia de la frontera de posibilidades de producción es una estimación de la eficiencia técnica de la finca. El índice puede ser: a) orientado a insumos (reducción de las cantidades de insumos aplicados mientras se mantienen constantes los niveles de producto), o b) orientado a productos (aumento de los niveles de producción mientras los niveles de insumos permanecen constantes).

El índice de productividad de Malmquist (1953) ha sido ampliamente abordado en un contexto no paramétrico (Coelli *et al.* 1998; Färe *et al.* 1998; Tone 2004). En este índice, que mide el crecimiento de la productividad total de los factores de una finca, se cuantifican dos aspectos importantes: a) la mejora en la eficiencia técnica (desplazamiento a la frontera de producción, si la finca era ineficiente al inicio del periodo de evaluación), y b) el progreso o cambio tecnológico evidenciado por el desplazamiento de

la frontera tecnológica en el tiempo (las fincas consideradas eficientes al inicio del periodo de estudio aumentan sus niveles de productividad en el tiempo), en un sistema productivo caracterizado por múltiples insumos y productos.

El índice de la variación de productividad Malmquist fue introducido por Caves *et al.* (1982), inspirados en el trabajo de Malmquist (1953), y su objetivo es medir la variación de la productividad entre dos periodos de tiempo diferentes, utilizando como medida de los cambios en la productividad total la relación (razón o cociente) entre dos funciones distancia. Según estos autores con el IPM se pueden comparar, en dos momentos diferentes, los niveles de insumos, productos y productividad de una misma unidad de toma de decisión (finca), o también, a dos fincas en el mismo momento o en diferentes momentos.

Para analizar los cambios ocurridos entre esos dos periodos de tiempo, se pueden tener dos tecnologías de producción para realizar la comparación, que corresponden a la del periodo inicial y la del periodo final, y según cuál de esas tecnologías se asuma como referencia se pueden estimar dos índices de productividad. Esta situación introduce un elemento de arbitrariedad al tener que elegir el periodo de referencia en t o en $t+1$. Färe *et al.* (1992) construyeron un índice Malmquist basado en DEA, el cual corresponde a la media geométrica de esos índices.

A diferencia de otras aproximaciones propuestas para medir la productividad, el IPM también proporciona información sobre el origen del cambio de productividad mediante la descomposición de este índice en dos componentes: uno de cambio tecnológico y otro de cambio en la eficiencia, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. El primero también es conocido como movimiento de frontera, progreso técnico o *Frontier-Shift* y recoge la variación debida al desplazamiento de la frontera eficiente, por lo que revela los desplazamientos, entre dos periodos de tiempo, generados por incrementos en la productividad de las fincas inicialmente eficientes. El segundo componente: cambio en la eficiencia (CE),

también es conocido como convergencia a la frontera o *catching-up*, y refleja la mejora en la eficiencia de una finca en comparación con sus pares eficientes (las fincas con las mejores prácticas agrarias).

Cuando se asumen rendimientos variables a escala el CE se desglosa en cambio en la eficiencia técnica pura (CETP) y cambio en la eficiencia escala (CEE), que se ajusta más a la realidad del mundo empresarial según la propuesta de Färe *et al.* (1994). La eficiencia técnica pura captura la eficiencia de las prácticas de gestión, mientras que la eficiencia de escala muestra si la finca funciona bajo el tamaño óptimo (Balcombe *et al.* 2005; Fogarasi y Latruffe 2007).

Formulación matemática del Índice de Productividad de Malmquist

El IPM de las fincas orientado a producto, asumiendo rendimientos constantes a escala y considerando la media geométrica de las dos tecnologías de referencia (Färe *et al.* 1992; 1998), se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IPM_i(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} x \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2}$$

Donde:

IPM_i = Índice de productividad de Malmquist de la finca i .

t = corresponde al momento de la explotación de maíz.

$t+1$ = explotación al momento de la frijol.

x^t = vector de insumos utilizados en las fincas para la producción de maíz.

x^{t+1} = vector de insumos utilizados por las fincas para la producción de frijol.

y^t = ingresos de las fincas por la venta de maíz.

y^{t+1} = ingresos de las fincas por la venta de frijol.

$D_o^t(x^t, y^t)$ = representa la distancia output de una finca en el periodo t con respecto a la frontera eficiente en dicho periodo.

$D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ = representa la distancia output de una finca en el periodo $t+1$ con respecto a la frontera eficiente del periodo t .

El IPM se desglosa en sus dos componentes de la manera siguiente:

$$IPM_o(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} \right] x \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} x \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2}$$

El primer componente (o término) de esta ecuación estima el cambio en la eficiencia técnica relativa y si el resultado es mayor que la unidad indica un aumento de la eficiencia técnica relativa del cultivo de frijol con respecto al cultivo de maíz sembrado en el periodo anterior, y si el resultado es menor que la unidad evidencia una caída de la eficiencia relativa del frijol con respecto al cultivo de maíz. El segundo componente mide el cambio en el progreso tecnológico. Un cambio tecnológico mayor que la unidad indica progreso tecnológico al sembrar frijol después de maíz y menor que la unidad evidencia un retroceso tecnológico al sembrar este cultivo. Si es igual a la unidad muestra una situación de estancamiento tecnológico (sin cambios). En estas ecuaciones se asume rendimientos constantes a escala.

Es importante destacar que los dos componentes del cambio productivo pueden evolucionar en direcciones contrapuestas, de manera que, por ejemplo, es posible que en una finca ocurra simultáneamente un progreso tecnológico y una desmejora en la eficiencia técnica. Un caso podría ser la siembra de un nuevo híbrido de maíz, más rendidor que el cultivado en el ciclo anterior (fuente de progreso tecnológico), pero la combinación de varios factores en esa finca en particular, tales como fallas en los tractores y equipos de mecanización que sumadas a la impericia del personal de campo (fuentes de ineficiencia relativa) limitan significativamente el potencial del híbrido, hasta el punto de que apenas se supera la productividad promedio por hectárea del periodo anterior. Estas ineficiencias aumentan la brecha que ya existía en el periodo anterior entre la finca comparada y las fincas eficientes, que también adquirieron el mismo híbrido u otros con alto potencial genético.

Dado que en el mundo real, las fincas, por lo general, no presentan procesos productivos caracterizados por rendimientos constantes a

escala, sino por el contrario, esos procesos están gobernados por las tecnologías de rendimientos variables a escala, es conveniente utilizar la propuesta de Färe *et al.* (1994), que desglosa la eficiencia técnica relativa en dos componentes: cambio en la eficiencia técnica pura (CETP) y cambio en la eficiencia escala (CEE), por lo que a partir de la ecuación de cambio en la eficiencia técnica relativa se plantea la ecuación siguiente:

$$\left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE}{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})RCE} \right] = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE}{D_o^t(y^t, x^t)RVE} \right]$$

$$= \left[\frac{D_o^t(y^t, x^t)RVE}{D_o^t(y^t, x^t)RCE} x \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE} \right]$$

$$CE = CETP \times CEE$$

Donde:

RCE: frontera de producción de rendimientos constantes a escala

RVE: frontera de producción de rendimientos variables a escala

$D_o^t(y^t, x^t)RVE$ = medida de distancia de la finca con producción de maíz a la frontera de RVE

$D_o^t(y^t, x^t)RCE$ = medida de distancia de la finca con producción de maíz a la frontera de RCE

$D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE$ = medida de distancia de la finca con producción de frijol a la frontera de RCE.

$D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE$ = medida de distancia de la finca con producción de frijol a la frontera de RVE.

El primer término de la ecuación permite medir la eficiencia técnica pura en el contexto de rendimientos variables a escala. El segundo término permite medir los cambios en la productividad de las fincas que derivan de las modificaciones en la escala de producción, según el nivel de operación de la explotación con respecto a la escala óptima. De manera que el CE = CETP x CEE.

Un valor mayor que la unidad en el IPM indica una mejora en la productividad y menor que la unidad evidencia merma de la productividad, con respecto al periodo inicial o base. Si es igual a la unidad muestra una situación de estancamiento

productivo (sin cambios). Este razonamiento también es válido para CETP y CEE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante la aplicación de cuestionarios se recabó información en una muestra de 30 explotaciones ubicadas en el municipio San Genaro de Boconoito, sector La Palaciera del estado Portuguesa, Venezuela, en las cuales se cultivaron maíz y frijol, sembrados en rotación durante el año 2010. El maíz se sembró en la primera quincena de mayo y el frijol en la segunda quincena de noviembre. Se incluyó como producto u *output* los ingresos por finca por concepto de venta de maíz y frijol y cuatro insumos o *inputs* relevantes en el proceso productivo: número de hectáreas (ha) sembradas por finca, así como los gastos en bolívares erogados por los conceptos de: preparación de tierra (laboreo), de semillas (semilla) y de cosecha (cosecha), de manera que se combinaron unidades físicas y monetarias, tal como se ha hecho en trabajos que siguen esta línea de investigación (Olson y Vu 2009; Luik et al. 2011). Se emplearon de manera indistinta los términos costo y gasto, aunque contablemente son diferentes. Se estimó el IPM con un modelo DEA orientado a los productos con rendimientos variables a escala, que fue resuelto con el programa informático *Win4deap* (Coelli 1996). Otros cálculos estadísticos fueron realizados con el programa SPSS, versión 19.

Se asignó al cultivo de maíz como la data del tiempo t y al cultivo de frijol como la data del tiempo $t+1$, ya que el método del IPM permite comparar fincas en tiempos diferentes, que es lo que tradicionalmente se hace o, también, comparar cultivos diferentes sembrados en periodos distintos, según se deduce de los expuesto por Caves et al. (1982). Esta última opción, poco reportada en la literatura especializada, fue utilizada por Crespo et al. (2010) para comparar escuelas públicas consideradas como periodo t y escuelas privadas como $t+1$.

Debido a que todas las variables, menos una, de los cultivos de maíz y frijol (que representan una rotación típica de la zona) fueron medidas en

unidades monetarias, las comparaciones enfatizan el aspecto financiero.

El grupo de fincas estudiado recibió asistencia técnica del Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio del maíz para las fincas evaluadas fue 4.633,3 kg/ha, valor superior al promedio de aproximadamente 2.000 kg/ha, que obtuvieron en otra región del estado Portuguesa pequeños productores agropecuarios, con limitaciones de acceso al crédito y a la asistencia tecnológica (Alejua 2002). Asimismo, superó el promedio nacional, estimado en 3.300 kg/ha rebasó el rendimiento (4.324,2) reportado para un grupo de fincas maiceras de la misma zona tres años antes (Flores et al. 2010) y de productores cooperativistas de maíz (3.160 kg/ha) del estado Portuguesa (Vielma y Marín 2008).

Por su parte, la productividad media del fríjol en las fincas fue 850,7 kg/ha, valor superior ($P>0,01$) al promedio nacional calculado en 708,0 kg/ha (Marín 2002). La desviación típica fue 83,7 kg/ha. Para este cultivo, el margen bruto por hectárea, medido como ingresos menos los gastos (Bs/ha) de los tres insumos medidos en dinero, arrojó la suma de 2.807,1 Bs/ha, superior a los 2.450,8 Bs/ha del maíz.

En la Tabla 1 se presentan los estadísticos de los productos (ingresos) y de cuatro insumos utilizados en las fincas estudiadas, los cuales fueron empleados para estimar el IPM. Todas las fincas tenían diez o más hectáreas (fincas de producción mixta: maíz y frijol) y, por tanto, se pueden considerar de tamaño mediano, según las clasificaciones más usuales (Rodríguez 2011). Las fincas presentan una mayor orientación a la siembra de maíz (mayor superficie destinada a este cultivo), que constituye el cultivo más importante en la región y la principal fuente de ingresos, ya que duplica el flujo de ingresos por concepto de venta de frijol.

Tabla 1. Estadísticos del producto (Ingresos) y de cuatro insumos utilizados en fincas del municipio San Genaro de Boconoito del estado Portuguesa.

Cultivo maíz					
Estadísticos	Ingresos (Bs)	ha	Costo laboreo (Bs)	Costo semilla (Bs)	Costo cosecha (Bs)
Media	70.397,0	18,5	10.921,0	7.374,3	6.761,0
Desviación típica	33.662,2	8,6	5.166,5	3.320,7	3.185,3
Mínimo	33.620,0	10,0	5.500,0	3.600,0	3.500,0
Máximo	196.144,0	52,0	31.200,0	19.760,0	18.720,0
Cultivo frijol					
Estadísticos	Ingresos (Bs)	ha	Costo laboreo (Bs)	Costo semilla (Bs)	Costo cosecha (Bs)
Media	35.245,5	9,2	5.520,0	2.520,0	1.380,0
Desviación típica	11.208,5	2,9	1.721,7	796,9	406,8
Mínimo	16.875,0	5,0	3.000,0	1.350,0	750,0
Máximo	71.100,0	20,0	12.000,0	5.600,0	2.800,0

Tasa de cambio: 1 USD=4,30 Bs.

Al indagar en la columna 5 de la Tabla 2, se observa que la finca número 1 experimentó el mayor incremento de la productividad total (IPM=2,279) del área sembrada de frijol en comparación con la sembrada de maíz en el ciclo anterior, al lograr 127,9% $[(2,279-1)*100]$, que se debió, casi por igual, a la mejora de su eficiencia técnica (columna 1) en 51,8% $[(1,518-1)*100]$ y al progreso o cambio tecnológico (columna 2) de 50,2%. Al profundizar en el análisis destaca que la mejora de la CE se debió principalmente a un mejor uso de la tecnología disponible (ETP=1,363), que equivale a un incremento de 36,3% y, en menor grado, a una mejora en la eficiencia de escala (EE) en un 11,4%, al acercarse a un tamaño más óptimo.

Por otra parte, la finca número 23 arrojó el cambio de productividad más bajo al comparar su área sembrada de frijol con la sembrada de maíz, al reflejar un IPM de 1,105; que equivale a un aumento de 10,5%, que se debió únicamente a la desmejora de la eficiencia en 25,7% (1-0,743), ya que hubo progreso tecnológico considerable (48,8%). La merma de la eficiencia técnica se debió exclusivamente al uso inadecuado de la tecnología disponible (por parte del recurso humano de la finca), debido a que esta finca opera a una escala óptima (100%), por lo cual se alejó de la frontera de producción que fijaron sus *benchmarks* o fincas eficientes que sembraron frijol.

Tabla 2. Descomposición del índice de productividad de Malmquist de fincas con explotaciones de maíz (t) y frijol (t+1) en Portuguesa, Venezuela.

Finca	CE	CT	CETP	CEE	IPM	Finca	CE	CT	CETP	CEE	IPM
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	1,518	1,502	1,363	1,114	2,279	16	0,752	1,513	0,752	1,000	1,139
2	0,959	1,531	0,986	0,973	1,469	17	0,971	1,496	1,022	0,950	1,453
3	0,857	1,525	0,857	1,000	1,307	18	1,057	1,431	1,000	1,057	1,513
4	1,510	1,509	1,432	1,055	2,278	19	1,426	1,436	1,382	1,032	2,047
5	1,235	1,534	1,397	0,884	1,894	20	0,944	1,500	0,977	0,967	1,417
6	1,226	1,457	1,146	1,070	1,787	21	0,890	1,455	0,878	1,013	1,295
7	1,096	1,500	1,093	1,003	1,645	22	0,906	1,500	0,903	1,003	1,359
8	1,303	1,393	1,072	1,216	1,814	23	0,743	1,488	0,743	1,000	1,105
9	0,960	1,557	1,000	0,960	1,494	24	0,878	1,535	0,867	1,013	1,348
10	1,067	1,557	1,060	1,007	1,661	25	1,005	1,491	0,987	1,018	1,499
11	0,937	1,500	0,908	1,032	1,405	26	1,109	1,498	1,051	1,056	1,661
12	0,810	1,406	0,810	1,000	1,138	27	1,124	1,453	1,081	1,040	1,633
13	0,752	1,488	0,882	0,852	1,119	28	1,293	1,455	1,228	1,053	1,881
14	0,762	1,540	0,762	1,000	1,173	29	0,851	1,483	0,840	1,013	1,261
15	1,304	1,540	1,251	1,043	2,008	30	0,977	1,500	0,974	1,003	1,466
	Media						1,019	1,492	1,006	1,012	1,520

CE: Cambio en la eficiencia técnica, CT: Cambio tecnológico, IPM: Índice de Productividad de Malmquist, Media: media geométrica, CETP: cambio en la eficiencia técnica pura, CEE: cambio en la eficiencia de escala.

Con base en la media geométrica de la muestra se puede afirmar que, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz, presentó mejora en la productividad de 52,0%, debido principalmente al cambio tecnológico (CT=49,2%) y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,9%). En otras palabras, la explotación de frijol, después de maíz, significa para el productor un aumento de la productividad (en términos de ingresos monetarios por unidades monetarias invertidas y hectáreas). En este caso específico, el progreso tecnológico no se refiere al aumento de la productividad física, sino a la incorporación en el segundo ciclo de una tecnología capaz de generar mayor productividad monetaria.

El 13,3% de las fincas incrementaron su productividad en más de 100%, el 33,3% aumentó su productividad entre 50 y 100% y el resto (53,3%), incrementó su productividad por debajo de 50%. En general, el ciento por ciento de las fincas ampliaron sus niveles de productividad monetaria, lo cual se explica porque el cultivo de frijol genera más ingresos por unidad de superficie y tiene menores costos de producción que el maíz.

En la Figura 1 se ordenaron las fincas de menor a mayor valor del IPM, de manera que el punto $x=1$ corresponde a la finca 23 y el punto $x=30$ representa la finca 1. Se corrobora que el mayor incremento del IPM se debe al CT y, en menor grado al CE (esta curva está por debajo de CT), pero es importante destacar que la curva de CT no presenta una tendencia (no varía con el IPM), debido a que el progreso tecnológico que se alude en esta investigación está relacionado con la incorporación de una tecnología diferente para explotar frijol, que genera mayor productividad financiera, pero que es similar o muy parecida en todas las fincas (reciben la misma asistencia técnica). Por el contrario, debido a que la pendiente de la curva CE es diferente de cero ($P>0,01$) se afirma que hay diferencias entre fincas en cuanto al cambio en la eficiencia técnica (prácticas agrícolas y escala de producción), que generan brechas entre las fincas más eficientes (con las mejores prácticas) y las ineficientes. De hecho, las fincas con mayor CE fueron más ineficientes en la explotación del maíz (estaban

más lejos de las fincas líderes eficientes que determinan la frontera de producción o las que están muy próximas a esa frontera), pero que al pasar a la explotación de frijol lograron mayores ganancias de eficiencia técnica (mejoraron las prácticas agronómicas) en comparación a sus competidoras en el cultivo de maíz.

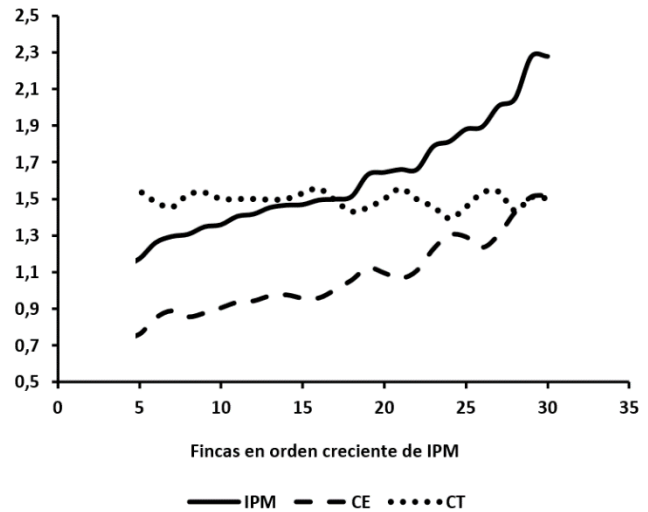


Figura 1. Índice de productividad de Malmquist, progreso tecnológico y cambio de eficiencia en fincas del estado Portuguesa.

Mientras los cambios en la eficiencia de escala no se asocian con los aumentos del IPM, los cambios de eficiencia técnica pura mantienen la tendencia del IPM (Figura 2), lo cual indica que las fincas que mejoraron su productividad hicieron un mejor uso de la tecnología disponible para la siembra del frijol, en comparación con nivel de uso cuando sembraron maíz, momento en que estaban más rezagadas con respecto a sus referentes (fincas que hicieron mejor uso de la tecnología para producir maíz).

Los resultados de la presente investigación no son directamente comparables con los obtenidos en otros trabajos, debido a que se calculó la productividad entre dos cultivos en un mismo año y no como se acostumbra con un mismo cultivo en periodos diferentes. Sin embargo, Olson y Vu (2009) mediante IPM calculado con el método DEA, estimaron entre los años 1993 y 2006, para una muestra de 341 fincas de Minnesota, el crecimiento promedio de productividad de varios cultivos que incluían el

maíz, encontraron valores de hasta 6,6% anuales y negativos en algunos periodos.

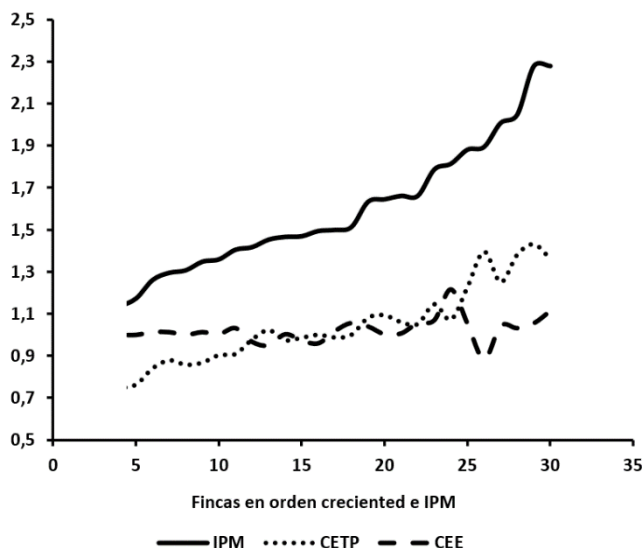


Figura 2. Índice de productividad de Malmquist, cambio de eficiencia técnica pura y cambio de eficiencia de escala en fincas del estado Portuguesa.

Es relevante destacar que la agricultura está influenciada por diversos factores, tales como el suelo, la genética del cultivo, las variables socioeconómicas, y el clima, entre otros, los cuales pueden tener una gran influencia sobre las estimaciones de productividad obtenidas de datos de un pequeño número de fincas, estudiadas por un corto periodo de tiempo. También es importante señalar que el IPM está influenciado por los tipos de productos e insumos empleados en sus cálculos, así como por el nivel de desarrollo del país donde se realiza el estudio (Jan 2011).

No se evidenció relación entre el IPM y el tamaño de las fincas productoras de maíz y frijol, medido por el ingreso en bolívares por finca (Figura 3), quizá debido a que se comparan dos cultivos en el tiempo. Este tema es controvertido, ya que se han reportado resultados a favor y en contra. Por ejemplo, Olson y Vu (2009) evidenciaron una relación positiva en el largo plazo entre la productividad y el tamaño de las fincas (medido por el ingreso en dólares), lo cual explicaba el incremento en el tamaño de las fincas en Minnesota en años recientes. En las últimas décadas, en los países desarrollados ha sido consistente el incremento del tamaño de las fincas,

por lo cual muchos investigadores hipotetizan que, en el largo plazo, las fincas más grandes logran mayor eficiencia y desarrollo tecnológico, en comparación con las pequeñas.

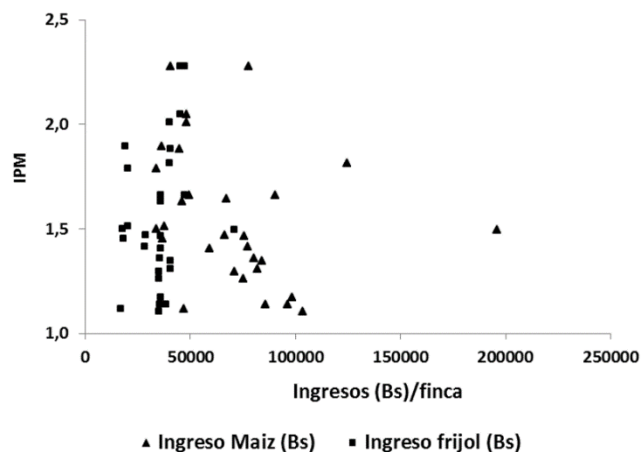


Figura 3. Índice de productividad de Malmquist e ingreso (Bs) de fincas productoras de maíz y frijol en el estado Portuguesa.

Sin embargo, particularmente en países en vías de desarrollo, algunos autores sugieren una hipótesis inversa, esto es, que las fincas más pequeñas son productivas debido a que hacen un uso más intensivo de la tierra (Johnson y Ruttan 1994; Barrett 1998; Binswanger y Elgin 1998; Delahaye 2006).

CONCLUSIONES

Al comparar los cambios en la productividad y sus componentes en fincas que cultivaron maíz y frijol en el municipio San Genaro de Boconoito, del estado Portuguesa, se puede afirmar que, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz sembrado en el ciclo anterior, presenta mejora en la productividad (IPM=52,0%), debido principalmente al cambio tecnológico (CT=49,2%), que genera mayor productividad monetaria y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,9%).

El cambio tecnológico que se alude en esta investigación está relacionado con la incorporación de una tecnología diferente para explotar frijol, que genera mayor productividad financiera, pero que es similar en todas las fincas. Por el contrario, hubo diferencias entre las fincas

en cuanto al cambio en la eficiencia técnica, ya que las fincas con mayor eficiencia técnica fueron más ineficientes en la explotación del maíz, pero al pasar a la explotación de frijol lograron mayor ganancia de eficiencia técnica en comparación con sus competidoras en el cultivo de maíz.

Mientras los cambios en la eficiencia de escala no se asociaron con los aumentos del IPM, los cambios de eficiencia técnica pura mantuvieron la tendencia del IPM, lo cual indica que las fincas que mejoraron su productividad hicieron un mejor uso de la tecnología disponible para la siembra del frijol, en comparación con nivel de uso cuando sembraron maíz, momento en que estaban más rezagadas con respecto a sus referentes (fincas que hicieron mejor uso de la tecnología para producir maíz).

REFERENCIAS

- Alejua, H. 2002. Caracterización y análisis del proceso gerencial aplicado por los productores de maíz del municipio Turén, estado Portuguesa, Venezuela. *Agroalimentaria* 14:15-25.
- Balcombe, K., Davidova, S. and Latruffe, L. 2005. Productivity Change in Polish Agriculture: an Application of a Bootstrap Procedure to Malmquist Indices. 99th Seminar of the EAAE (European Association of Agricultural Economists), The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. Copenhagen, Denmark, August 24-26.
- Ball, E. and Norton, G. 2002. Agricultural productivity: Measurement and sources of growth. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 324 p.
- Barrett, C. 1998. On price risk and the inverse farm size-productivity relationship. *Journal of Development Economics* 51: 193-215.
- Benacchio, S., Cañizales, R., Bejarano, A., Avilán, W. y Cánchica, W. 1988. Zonificación Agroecológica del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en el país. FONAIAP. IIAG Serie C, N° 10-26.
- Binswanger, H. and Elgin, M. 1998. Reflections on land reform and farm size. In: Eicher, C. and Staatz, J. (Eds.), *International Agricultural Development*, third Edition. Johns Hopkin, Baltimore, pp. 316-328.
- Briceño, G. 2008. La agricultura en cifras. Asamblea anual de FEDEAGRO. [On line] http://asambleafedecamaras.com.ve/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=4:24-07-09&download=11:ponencia-de-german-briceo&Itemid=58. [septiembre de 2009].
- Caves, D., Christensen, L. and Diewert, E. 1982. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica* 50(6): 1.393-1.414.
- Chirinos, A. y Urdaneta, M. 2007. Medición de la eficiencia en el sector avícola mediante índices de Malmquist. *Agroalimentaria* 25: 95-107.
- Coelli, T. 1996. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper No. 8/96, Department of Econometrics, University of New England, England. 50 p.
- Coelli, T. and Rao, D. 2005. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. *Agricultural Economics* 32:115-134.
- Coelli, T., Prasada-Rao, D. and Battese, G. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Coelli, T., Perelman, S. and Lierde, D. 2006. CAP Reforms and Total Factor Productivity Growth in Belgian Agriculture: A Malmquist Index Approach. 26th 14 Conference of the International Association of Agricultural Economists (IAAE) held on August 12-18 at the Gold Coast, Australia.

- Crespo, E., Pedraja, F. and Santin, D. 2010. Comparing public-private school management through a new educational Malmquist index approach. *Investigaciones de Economía de la Educación* 5:673-688.
- Delahaye, O. 2006. Tenencia de la tierra y desarrollo rural sostenible: algunos puntos para la reflexión en el caso venezolano. *Agroalimentaria* 11(23): 11-20.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Roos, P. 1998. Malmquist productivity indexes: a survey of theory and practice. In Färe, R., Grosskopf, S. and Russell, R. (eds): *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. pp. 127-190.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Norris, M. 1994. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 84: 66-83
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. and Roos, P. 1992. Productivity Change in Swedish Pharmacies 1980–1989: A Nonparametric Malmquist Approach. *Journal of Productivity Analysis* 3:85–102.
- Fedeagro (Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios). 2012. Estadísticas agrícolas [On line]. <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. [agosto de 2012].
- Fekete-Farkas, M., Istvan, S. and Tibor, V. 2012. Technological progress and efficiency change in Hungarian agriculture. In: *The International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference*, Foz do Iguaçu, Brazil, 18-24 August. pp.1-14.
- Flores, C., Madriz, P. y De Parra, W. 2005. Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, 22 (4): 354-368.
- Flores, J., Quintana, S. y Flores, S. 2010. Análisis de una cartera de extensión agrícola para el cultivo de maíz en el estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 28: 25-3.
- Fogarasi, J. and Latruffe, L. 2007. Technical efficiency and technology in Eastern and Western Agriculture: a comparison of crop and dairy farm in Hungary and France, Joint IAAE and 104th EAAE Seminar, Budapest, Hungary, September 6-8.
- Fuglie, K., MacDonald, J. and Ball, E. 2007. Productivity Growth in U.S. Agriculture. EB-9, U.S. Dept. of Agriculture, Econ. Res. Service. 7 p.
- González, E. 2009. La inseguridad agroalimentaria de Venezuela. *Tribuna del Investigador* 10(1-2): 1-20.
- Hernández, J. 2009. Evolución y resultados del sector agroalimentario en la V República. *Cuadernos del Cendes* (72): 67-100.
- Jan, P. 2011. Total Factor Productivity Change of the Swiss Dairy Sector for the Mountain Region in the Period 1999 to 2008. In: *2011 International Congress*, August 30-September 2, 2011, Zurich, Switzerland. pp. 1-16.
- Johnson, N. and Ruttan, V. 1994. Why are farms so small? *World Development* 5:691-706.
- Luik, H., Omel, R. and Viira, A. 2011. Efficiency and productivity change of Estonian dairy farms from 2001-2009. *Estonian University of Life Sciences*. Republic of Estonia. pp. 1-7.
- Machado, A. 2011. Importación de alimentos en Venezuela ¿Qué sería razonable? [On line]. En <http://carlosmachadoallison.blogspot.com/2011/02/importacion-de-alimentos-en-venezuela.html>. [agosto de 2012].

- Malmquist, S., 1953. Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística* 4: 209-242.
- Marín, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988 – 2001). *Agroalimentaria* 15:49-73.
- Olson, K. and Vu, L. 2009. Productivity Growth, Technical Efficiency and Technical Change on Minnesota Farms. In: the Agricultural & Applied Economics Association's 2009 AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, Milwaukee, WI, July 26-28:1-36.
- Rodríguez, J. 2011. La Ley de Tierras y los cambios estructurales en la agricultura moderna venezolana. *Revista Derecho y Reforma Agraria, Ambiente y Sociedad*, 37: 95-124.
- San Vicente, F., Marín, C. y Díaz, D. 2005. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de híbridos de maíz de alta calidad de proteína (QPM) en Venezuela. *Agronomía Trop.* 55(3):397-410.
- Tone, K. 2004. Malmquist Productivity Index: Efficiency Change Over Time. In: Cooper, W., Seiford L. and Zhu J. (eds): *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. pp. 203-227.
- Vielma, M. y Marín, C. 2008. Sistemas de producción de maíz cooperativistas en los estados Yaracuy y Portuguesa. *Revista Scientia Unellezea* 3(1): 8-29.
- Vielma, M., Cerovich, M., Miranda, F. y Marín, C. 2005. Influencia de la semilla certificada de maíz en la productividad de los sistemas de producción de maíz en grano de los estados Portuguesa y Guárico. *Agronomía Trop.* 55(3):343-361.

MODELO DE EVALUACIÓN DEL SUJETO DE CRÉDITO Y SEGURO AGRÍCOLA POR SECTORES: PÚBLICO O PRIVADO*

Model of evaluation of credit and agricultural insurance applicant by public and private sectors

Anolaima Delgado¹ y Vianel Rodríguez²

RESUMEN

Una información completa sobre el cliente es indispensable para otorgar créditos y seguro agrícola. Las instituciones financieras y las aseguradoras han evaluado tradicionalmente a sus clientes bajo algunos parámetros; sin embargo, los retos impuestos por los cambios en la política financiera y agrícola determinan un replanteamiento y actualización para facilitar los procesos de evaluación. El objetivo de este trabajo fue proponer un modelo de evaluación del sujeto de crédito y seguro agrícola que incorpore el riesgo de producción. La metodología se enmarcó dentro de un proyecto factible basado en información bibliográfica y encuestas. Para la determinación de las variables del modelo se aplicaron encuestas a técnicos agrícolas que laboran en instituciones de seguro y de financiamiento dividido en: público regional, público nacional, privado bancario y privado gremial. La encuesta fue diseñada con la escala Likert, se indagó la utilización de 5 características (personales, de la finca, economía, visita técnica y riesgo) y mediante 69 preguntas se evaluaron las distintas variables que la componen; se seleccionaron las que obtuvieron puntaje mayor a 4 y se clasificaron luego con un coeficiente proporcional en función de la escala de Likert. Los resultados permitieron obtener 4 modelos por cada sector de financiamiento y un modelo para el sector asegurador, con diferencias en las variables, pesos y coeficientes. La incorporación del riesgo fue más relevante para el sector asegurador. La validación realizada con expertos demostró la utilidad de los modelos.

Palabras clave: cliente, seguro agrícola, técnico agrícola.

ABSTRACT

Information over their clients is essential to grant credits and agricultural insurance. The financial institutions and insurance companies have traditionally evaluated their clients under certain parameters; however, the challenges imposed by the changes in the financial and agricultural policy determine a rethinking and update such parameters to facilitate the evaluation process. The objective of this work was to propose a model of evaluation of the credits and agricultural insurance applicant that includes the production risk. The methodology was framed within a feasible project, based on bibliographic information, statistical data and surveys. For the variables of the model determination, a survey was applied to agricultural experts and technicians in insurance and financing institutions divided as working into: regional public, national public, private: banks and professional associations. The survey was designed with the Likert scale, the use of 5 features (personal, of the farm, economy, technical visit and risk) were requested and through 69 questions the different variables that compose them were evaluated for selecting the most relevant ones. Then, the variables were qualified by assigning to each one a proportional coefficient according to their Likert scale contribution. The results allowed to obtain 4 models for each financing sector and one model for the insurance sector, each model with differences in the variables, in weights and in coefficients. The risk incorporation was most relevant to the insurance industry. The validation with experts showed the worth of the models.

Key words: client, agricultural insurance, agricultural technician.

(*) Recibido: 17-08-2013

Aceptado: 05-03-2014

¹ Decanato de Agronomía, Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. E-mail: anolaimadelgado@ucla.edu.ve, vianelr@ucla.edu.ve.

² Decanato de Agronomía, Departamento de Fitotecnia. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. E-mail: vianelr@ucla.edu.ve.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las instituciones de crédito y seguro agrícola al juzgar al solicitante, consideran variables de decisión de orden cuantitativo como: rendimiento de los rubros agrícolas, ganancias obtenidas, capital invertido y solvencia, entre otras, además de características gerenciales que ayuden a disminuir el riesgo de pérdida total o parcial de la producción. Pero en la agricultura, este análisis se complica por las diferencias agroecológicas, la dispersión geográfica, la variabilidad de la producción y la escasez de información. Adicionalmente en Venezuela, en la Ley de Crédito para el Sector Agrícola (2008) se establecen las condiciones del financiamiento que inciden en la forma en que se evaluaría a los productores, lo cual dificulta la forma que según las recomendaciones técnicas deberían cumplirse para la evaluación del crédito.

En Venezuela las instituciones no pueden compensar el riesgo con una mayor tasa de interés, porque la Ley de Crédito del Sector Agrícola prevé sea fijado por el gobierno nacional, por tanto deben realizar un análisis expedito del solicitante para garantizar el retorno del crédito. Es por ello que es importante disponer de herramientas de evaluación del sujeto y disponer de la máxima información posible. La propuesta de modelos servirá de referencia a las instituciones financieras y empresas de seguro para evaluar a sus clientes y mejorar la gestión del crédito.

El financiamiento en Venezuela es otorgado por instituciones y organizaciones con objetivos diferentes, por tanto la evaluación del sujeto de crédito debería ser flexible y ajustada a estos objetivos y políticas internas, y en la justa comprensión del sistema productivo agrícola y pecuario, zonas ecológicas, rubros y tecnología. Sin embargo, los parámetros o variables utilizados en la evaluación de créditos agrícolas se basan en indicadores financieros rígidos, copiados de otros tipos de crédito y no basados en la realidad actual de la producción agrícola, en consecuencia la gestión de riesgo de crédito no es equilibrada y eficiente, por tanto se exigen requisitos y condiciones difíciles de cumplir para los agricultores (Camacho 2011).

Por el lado institucional, un buen modelo de evaluación mejora el desempeño de su personal. El profesional del agro cuando inicia su trabajo en alguna institución financiera encuentra que debe analizar un gran número de fincas, de las cuales posee poca información sobre los elementos productivos y agroclimáticos, además requiere de profundización en su formación económica y financiera que le ayude a hacer una buena atención del cliente y otorgamiento oportuno.

Por otra parte, el desconocimiento por parte del agricultor de cómo será avaluado genera desconfianza e incrementa los costos de transacción, pues debe acudir a la institución financiera y ejecutar múltiples trámites, cuando podría autoanalizarse para determinar si realmente tiene posibilidad de ser aceptado antes de iniciar el trámite.

En el caso de los seguros, Wenner (2005) enumera entre los impedimentos para su consolidación en América Latina, la falta de procesamiento estadístico de datos, información asimétrica y altos costos administrativos, entre otros. Por tanto, las aseguradoras agrícolas deben recolectar cantidades considerables de datos sobre clima, condiciones de producción, distribución de la producción, precios y capacidad de pago del productor; además de desarrollar modelos para determinar pérdidas probables; diseñar contratos apropiados, establecer primas y niveles de indemnización.

Para que un riesgo pueda asegurarse, según Garrido (2004), se requiere la presencia de daños determinables y valorables, la existencia de un número de productores más o menos homogéneo expuestos a riesgos independientes, la causa del daño debe ser accidental y no intencionada, que las probabilidades de pérdidas sean calculables y las primas sean asumibles por los asegurados. La estimación de pérdidas y las primas son muy difíciles de calcular en Venezuela por falta de estadísticas públicas y de registros por parte de los agricultores.

El seguro agrícola en Venezuela ha estado vinculado al crédito. Algunas instituciones financieras obligaban a los agricultores a tomar seguro para garantizar el pago del crédito, pero

estas aseguradoras evaluaron a sus clientes de manera distinta estudiando fundamentalmente la posibilidad de un peligro o siniestro. Según Abadí (2002), seguro agrícola en nuestro país ha encontrado algunos factores limitantes, entre ellos, no ha sido un buen negocio para las empresas, en la práctica no resulta rentable crear departamentos técnicamente especializados, no sólo en cuanto a la evaluación de los créditos o siniestros, sino también para recomendar nuevas tecnologías, zonas propicias para siembra y producción y controles satelitales para pronosticar lluvias, humedad y deficiencias en los suelos.

Una forma de evaluar al sujeto de crédito pero que también es útil para el seguro, es a través del Modelo de Calificación (*credit scoring*), también llamado sistema de puntuación que consiste en una evaluación fundamentada en criterios estadísticos basados en coeficientes que, atribuidos a ciertas características le asignan calificación a cada una. Estos modelos según Santandreu (2004), son herramientas que los prestamistas pueden usar conjuntamente con su experiencia, criterios y otras informaciones acerca de las características personales, habilidades gerenciales y prospectivas financieras de los prestatarios, para decidir el otorgamiento del crédito. Los modelos de *credit scoring* generalmente se estructuran dentro de las instituciones financieras con datos históricos provenientes de bases de datos de sus clientes, toma en cuenta el fracaso en créditos otorgados anteriormente y la experiencia de recuperación, algunos incorporan variables macroeconómicas.

Según Carranza (2008), la gestión de riesgo basada en *credit scoring* presenta cuatro fortalezas: acorta el tiempo requerido para evaluar solicitudes crediticias, hace el riesgo más directamente susceptible a la política de la institución, homogeniza y concede consistencia de los criterios de evaluación de riesgo en todas las agencias u oficinas donde se evalúen solicitudes; y conduce a la efectividad de los modelos de calificación estadística que pueden ser comprobados antes de su uso. Se utilizan fórmulas estadísticas de programación, o calificaciones que sustituyen el criterio de los expertos.

Los pasos básicos para el desarrollo de este modelo, según Barry *et al.* (2000) son: (1) identificar las variables clave relacionadas con la solvencia crediticia de los prestatarios, (2) elección de medidas apropiadas para esas variables, (3) determinar el peso de las variables de acuerdo con la relativa importancia de los prestamistas, (4) calcular la puntuación de cada préstamo con base en el peso de cada variable y (5) la sumatoria de las variables multiplicadas por el peso será el valor total para cada crédito.

Se han desarrollado muchos modelos, entre algunos recientes Rayo *et al.* (2010) diseñaron un modelo de *credit scoring* para una institución especializada en microcréditos, en Perú. El resultado de la investigación presenta el modelo diseñado, su valoración y validación aplicable para establecer la política de tasas de interés. El modelo puede utilizarse en la gestión del riesgo de crédito en el marco de los Métodos Basados en Calificaciones Internas (Internal Rating Based, IRB) de Basilea II. Camacho (2011) propuso un modelo general para la evaluación del sujeto de crédito considerando variables de personalidad, visita técnica, económica y financiera.

El objetivo del presente estudio fue proponer un modelo de evaluación del sujeto para el otorgamiento de crédito y seguro agrícola que incorpore el riesgo de producción, con base a la definición del perfil del solicitante con las variables correspondientes. Además, diseñar y validar el modelo en los sectores de financiamiento y el asegurador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación está enmarcada dentro de proyecto factible apoyada en investigación monográfica y en estudio exploratorio de campo. Algunas de las instituciones de crédito y de seguro de los estados Lara y Portuguesa fueron consultadas. Las de ámbito público regional existentes estuvieron representadas por Fundación para el Desarrollo del Estado Portuguesa (FUNDESPORT) y Fondo de Desarrollo del Estado Lara (FONDAEL). Las instituciones públicas a nivel nacional consideradas fueron el Fondo de Desarrollo Socialista (FONDAS), Corporación Venezolana de Alimentos (CVA), y

dos de los cinco bancos públicos: Banco de Venezuela y el Banco Agrícola de Venezuela.

También se consultó al sector privado, conformado por los bancos que figuran entre los mayores aportantes de crédito agrícola, entre los 26 reportados para el 2009: Banco Provincial, Banco Mercantil, Banesco, Exterior y Banco Caribe. También se consultaron los gremios que otorgan crédito a productores no agremiados: Asociación Nacional de Cultivadores de Algodón (ANCA), Asociación de Productores de Portuguesa (ASOPORTUGUESA), Asociación de Productores de Semilla (APROSCELLO) y PROFINCA.

Entre los años 2010 y 2012 se aplicaron encuestas al personal técnico de las instituciones financieras que mostraron disposición a dar información. De los técnicos que laboran en bancos privados fueron encuestados aquellos que laboran en las entidades financieras siguientes: cinco de fondos de financiamiento regional y siete de bancos públicos nacionales, cinco técnicos de distintas bancos privados y cinco de organizaciones gremiales; mientras que para el sector asegurador se entrevistó el técnico de la única empresa que disponía de seguro agrícola (MAPFRE).

Este trabajo se realizó desde una visión externa a las instituciones financieras, por lo que no se usó la información histórica de datos de sus clientes, se partió de la experiencia de sus técnicos, se utilizó visión prospectiva de la evaluación para la construcción de un modelo ideal.

El cuestionario aplicado para determinar las variables usadas en la evaluación del crédito y seguro por cada encuestado, fue estructurado partiendo de la selección de 69 variables reportadas en bibliografía (De Lara 2003; Rayo *et al.* 2010) agrupadas en personales, de la finca, económicas, visita técnica y riesgo, las cuales fueron las siguientes:

Personales: Género (femenino o masculino), edad, estado civil, último grado completado en sus estudios, monto ahorrado y frecuencia, experiencia como productor agrícola, experiencia crediticia, antigüedad como cliente de la institución financiera o aseguradora, número de personas en la unidad familiar, solvencia moral, ¿cómo pagaría en caso

de que no ocurra el negocio?, tiempo que le dedica a la finca y si posee otros negocios o fuentes de ingreso.

De la finca: constitución jurídica, tenencia de la tierra, rubros que produce, rendimientos, localización de la finca, estudio topográfico y análisis de suelos, objetivos, metas y estrategias del negocio, si cuenta con riego suplementario, buenas épocas de siembra y número de siembras al año, si lleva registro y contabilidad, donde realiza la comercialización, cupo con la agroindustria, cumplimiento con el marco legal y ambiental, número de empleados o familiares empleados, a quién compra los insumos, si tiene contratos de compra y si es primera vez que siembra.

Económicas: solvencia económica del cliente, morosidad con créditos anteriores, balance general, estructura del balance general, costos fijos y variables, rentabilidad del sistema productivo a implantar, origen de los fondos que posee, flujo de caja, efectivo y cuentas bancarias, total de pasivos, inventarios, arrendamiento de tierras, presta servicio de maquinaria, deudas a largo plazo y disponibilidad de mano de obra.

Visita técnica: destino del crédito, verificación de garantías, detectar carga familiar, detectar problemas de salud, detectar problemas conyugales o de adicción y solicita recibos de luz, agua y teléfono para verificar solvencia.

Riesgo: presencia de malezas incontrolables, presencia de insectos o enfermedades incontrolables, cambios climáticos determinantes (sequía, inundaciones), problemas de disponibilidad de agua, uso de medidas para paliar el riesgo (monitoreo de plagas, pluviómetros), parámetros usados para la evaluación interna en la oficina, riesgo crediticio general, honestidad y transparencia de las respuestas, calidad de las referencias, perspectivas del negocio, variabilidad del flujo de caja, inversiones recientes en el hogar o en el negocio, comprensión de las reglas del contrato de crédito, referencias personales y ser cliente o conocido entre los productores, el monto solicitado corresponde con la producción o inversión a realizar, el tiempo del crédito se ajusta a la solicitud a realizar, asistencia técnica disponible y si tiene o ha tenido seguro agrícola.

Para la selección de variables se tomaron aquellas con valores superiores a 4 en la escala de Likert, que representaron de esa manera las utilizadas comúnmente en su trabajo, Siempre o totalmente de acuerdo, es indispensable ese parámetro, 4= Casi siempre, o parcialmente de acuerdo) y se descartaron aquellas inferiores a 4 (3= Algunas veces o ni de acuerdo ni en desacuerdo, indiferente, 2= Muy pocas veces o poco de acuerdo, 1= Nunca o nada de acuerdo). Una vez seleccionadas las variables, se elaboraron los modelos correspondientes al sector público regional y nacional, privado bancario y gremial y asegurador mediante la calificación de cada una de ellas.

Para la calificación de las variables seleccionadas se asignó un coeficiente (valor que asignará un porcentaje a la variable según la valoración dada por los técnicos encuestados tomando en cuenta el valor de 4 a 5 por la importancia dada a cada una (escala Likert), se consideró su sumatoria como un 100% al total de características evaluadas y se asignó a cada una de ellas un valor parcial equitativo como se evidencia en la Tabla 3, esto se efectuó con la finalidad de no desvirtuar el peso entre las variables por su magnitud numérica.

Para la validación se procedió a aplicar un nuevo instrumento, se encuestó a un nuevo grupo de técnicos de las instituciones conformado por una persona para el público regional, siete del público nacional, tres del privado bancario, una del privado gremial y una del seguro, para conocer sus opiniones sobre la estructura de los modelos y su aplicabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los cuestionarios aplicados a los técnicos de las instituciones que laboran en el análisis de financiamiento y seguro, se determinó que de las 69 variables consideradas en la bibliografía para la

evaluación de créditos, quedaron con un valor de importancia mayor a 4 en la escala de likert 54 en suma de todos los sectores, no obstante, cada sector eligió un número de variables diferente que definen el perfil del sujeto para cada una, tales como 41 para el sector público; 47 para el sector regional; 46 para el sector privado y 22 para el sector gremial. Para el sector asegurador se seleccionaron 47 variables.

Las variables comunes utilizadas por todas las fuentes para definir el perfil del sujeto de crédito y seguro fueron: entre las personales, experiencia como productor, experiencia crediticia, constitución jurídica de la finca, tenencia de la tierra, rubros que siembra, rendimientos y localización de la finca. Entre las variables económicas estuvieron la solvencia y la morosidad. En la visita técnica se reconocieron el destino del crédito y la verificación de las garantías. En cuanto al riesgo se consideraron el riesgo total, la honestidad y calidad de las referencias, la comprensión en las reglas del contrato y si el monto solicitado corresponde a la inversión, todas relacionadas con el riesgo moral del productor. En total 16 variables determinan el perfil del crédito, el resto de las variables se usan según las políticas internas de las instituciones.

En cuanto al peso otorgado a las variables, se evidencia en la Tabla 1, el sector público regional distribuye equitativamente el peso entre ellas, el público nacional tiene el orden siguiente: visita técnica > riesgo > personales > de la finca = económicas. El privado bancario jerarquiza visita técnica > de la finca > riesgo > económicas > personales. El gremial prioriza económicas > de la finca > de la visita técnica > riesgo > personales. El sector seguro otorga más importancia a los riesgo > personales = de la finca > económicas = visita técnica. Esto comprueba la diferencia entre los sectores en cuanto a percepción de la importancia de las variables para definir el perfil del sujeto de crédito y seguro.

Tabla 1. Peso otorgado a las características por los encuestados de los distintos sectores.

Características	Personales	De la Finca	Económicas	Visita técnica	Riesgo	Total
Público regional	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	100
Público nacional	15,00	5,00	5,00	45,00	30,00	100
Privado bancario	7,87	24,72	17,98	29,21	20,22	100
Privado gremial	8,20	23,77	32,79	18,85	16,39	100
Seguro	20,00	20,00	5,00	5,00	50,00	100

Con las variables seleccionadas por cada sector se elaboraron los modelos. Se plantearon los supuestos siguientes: las variables usadas obtuvieron más de 4 puntos en la escala de Likert y varían según el sector, además se conservaron los pesos otorgados a las características (Tabla 1), se propusieron rangos de las variables en escala de 0 cuando careció de este aspecto o la respuesta fue negativa; 0,5 cuando fue medio y 1 cuando lo poseía o fue afirmativa la respuesta.

La expresión matemática del modelo sigue la calificación otorgada por los expertos y se formula de la forma siguiente:

$$X = (PP * \text{peso PP}) + (PF * \text{peso PF}) + (PVT * \text{peso PVT}) + (PE * \text{peso PE}) + (PR * \text{peso PR})$$

X = la calificación total del sujeto; **PP** = Características personales; **PF** = Características de la finca; **PVT** = Características de la visita técnica; **PE** = Características económicas y **PR** = Características de riesgo.

Donde:

PP = Características personales

PP = (variable1.1 * coeficiente1.1) + (variable1.2 * coeficiente1.2) + ... + (variable n * coeficiente n)

PF = Características de la finca

PF = (variable2.1 * coeficiente2.1) + (variable2.2 * coeficiente2.2) + ... + (variable n * coeficiente n)

PVT = Características de la visita técnica

PVT = (variable3.1 * coeficiente3.1) + (variable3.2 * coeficiente3.2) + ... + (variable n * coeficiente n)

PE = Características económicas

PE = (variable4.1 * coeficiente4.1) + (variable4.2 * coeficiente4.2) + ... + (variable n * coeficiente n)

PR = Características de riesgo.

PR = (variable5.1 * coeficiente5.1) + (variable5.2 * coeficiente5.2) + ... + (variable n * coeficiente n)

Se propone un modelo para cada sector, de esta manera fueron generadas tablas en el formato de hojas de cálculo de computadoras personales (Excel® o Numbers®) que permitieron establecer una calificación al cliente de hasta 100 puntos, subdivididas en zonas de aceptación y rechazo que van de 0 a 33 puntos el rechazo de la solicitud, de

34 a 66 puntos los valores intermedios sin posibilidad de decidir por el modelo y en consecuencia se indica o se recomiendan nuevos estudios o reformulación del proyecto y mayor de 66 puntos es la zona de aceptación de la solicitud y otorgamiento del crédito o seguro agrícola. Los coeficientes a multiplicar por la puntuación recibida por el evaluado en cada variable se presentan en las siguientes Tablas por sectores.

En la Tabla 2 se muestra el modelo público regional. Este modelo contiene el mayor número de variables, con un total de 47 para determinar el perfil del sujeto de crédito agrícola. Se distribuyen las características con un peso proporcional entre ellas (20% cada una). En el caso de las personales el tiempo dedicado a la finca resultó más importante, aunado a la experiencia como productor y crediticia.

El modelo público regional es el único que considera en el perfil variables como la edad del productor, su estado civil y el número de personas de la familia. Las características de la finca también son relevantes pues los técnicos seleccionaron 14 variables, entre las cuales se diferencian de otros modelos el número de empleados y si es primera vez que siembran, por tanto prevalecen los aspectos personales en el modelo. En las características económicas, también usa como variable la disponibilidad de mano de obra y en la visita técnica la carga familiar.

El modelo del sector público nacional presentado en la Tabla 3 contiene 41 variables. En este modelo se privilegia por el número de variables a las características de la finca (13) pero por el peso, a la visita técnica (45%). Entre las personales otorga mayor peso al tiempo dedicado a la finca y otras fuentes de ingreso. En las características de la finca y la económica a pesar de tener 13 y 8 variables seleccionadas respectivamente, los técnicos le otorgaron un peso total de 5% a cada una, esto puede estar determinado por la política de llegar a productores excluidos del crédito tradicional. En cambio las variables relacionadas con el riesgo fueron importantes.

Tabla 2. Modelo de evaluación del sujeto de crédito para el sector público regional.

VARIABLES	Coefficiente
PERSONALES. Edad: (25-55=1;<25=0,5;>55=0)	11,7647059
Estado civil: (soltero=0,5; casado=1)	11,7647059
Experiencia como productor: (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	13,2352941
Experiencia crediticia:(0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	13,2352941
Antigüedad como cliente (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	11,7647059
Nº personas en la familia (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	11,7647059
Tiempo dedicado a la finca (0=0;1 a 3=0,5;>3=1)	14,7058824
Otras fuentes de Ingreso (si=1 y no=0)	11,7647059
TOTAL PERSONALES	100
DE LA FINCA. Constitución Jurídica (individual=0,5; colectiva=1)	7,69230769
Tenencia de la tierra: (privada=1; INTI= 0,5)	7,69230769
Rubros que produce (1=0,5; >2=1)	7,69230769
Rendimiento (<Promedio nacional=0; =P=0,5; >P=1)	6,92307692
Localización de la finca (buena=1; regular=0,5; mala=0)	6,92307692
Estudio topográfico y de suelos (si=1; no=0)	7,69230769
Posee riego suplementario (si=1; no=0)	7,69230769
Buena época de siembra y siembras al año (si= 1; no=0)	7,69230769
Lleva registro y contabilidad (si= 1; no=0)	6,15384615
Donde realiza la comercialización (cerca=1; lejos=0)	7,69230769
Cupo con agroindustria (si= 1; no=0)	6,15384615
Cumple con marco legal y ambiental (si= 1; no=0)	6,15384615
Número empleados o familias (1-3=0,5; >3=1; 0=0)	6,92307692
Primera vez que siembra (si=0; no=1)	6,92307692
TOTAL DE LA FINCAS	100
ECONÓMICAS. Solvencia Económica del Cliente(>2=1; <2=0)	16,6666667
Morosidad con Créditos anteriores (si= 0; no=1)	16,6666667
Costos fijos y variables (altos =0; bajos=1)	16,6666667
Rentabilidad (>40 =1; 20-40 =0,5 y < 20=0)	16,6666667
Deudas a largo plazo (impagables =0; pagables=1)	16,6666667
Disponibilidad de mano de obra (disponible=1; no=0)	16,6666667
TOTAL ECONÓMICAS	100
VISITA TÉCNICA. Destino del crédito (adecuado =1; no=0)	34,4827586
Verificación de garantías (válidas =1; no =0)	34,4827586
Detectar carga familiar (si son las indicadas=1; no=0)	31,0344828
TOTAL VISITA TÉCNICA	100
RIESGO. Presencia de malezas incontrolables (si=0; no=1)	6,62251656
Presencia de insectos y enfermedades incontrolables (si=0, no=1)	6,62251656
Cambios climáticos determinantes (si =0; no=1)	6,62251656
Problemas de disponibilidad de agua (si=0; no=1)	6,62251656
Uso de medidas para paliar el riesgo (si=1; no=1)	5,29801325
Riesgo crediticio general (alto =1; bajo=0)	6,62251656
Honestidad en las respuestas (si=1; no=0)	6,62251656
Calidad de las referencias (si=1; no=0)	5,96026490
Perspectivas del negocio (buenas =1; malas =0)	5,96026490
Variabilidad del flujo de caja(+=1; -=0)	5,29801325
Comprensión de las reglas del contrato de crédito(si=1; no=0)	6,62251656
Referencias personales y conocido entre los productores(si=1;no=0)	5,96026490
El monto solicitado corresponde con la inversión(si=1; no=0)	6,62251656
El tiempo del crédito se ajusta a la actividad a realizar(si=1; no=0)	6,62251656
Asistencia técnica disponible (si=1; no=0)	6,62251656
Tiene seguro(si=1; no=0)	5,29801325
TOTAL RIESGO	100

El modelo del sector privado bancario (Tabla 4) tiene un total 46 variables, es el segundo en número entre las fuentes de financiamiento, se otorga un mayor peso a la finca y la visita técnica, pero es importante el número de variables de economía que evalúa en el solicitante. En la primera se contemplan 12 variables.

El modelo privado gremial (Tabla 5) posee menor número de variables, sólo seleccionaron 22 de ellas. Otorga un mayor peso a la economía de la unidad de producción con 32,79% y poco a las características personales (8,5%), en esta última sólo considera la experiencia como productor y crediticia.

Tabla 3. Modelo de evaluación del sujeto de crédito para el sector público nacional.

VARIABLES	Coefficiente
PERSONAL. Experiencia como productor: 0=0;1 a 5=0,5;>5=1	14,5833333
Experiencia crediticia: 0=0;1a 5=0,5;>5=1	14,5833333
Solvencia moral si=1; no=0	16,6666667
Otras fuentes de pago de crédito si=1; no= 0	16,6666667
Tiempo dedicado a la finca 0=0;1ª 3=0,5;>3=1	18,7500000
Otras fuentes de ingreso si=1 y no=0	18,7500000
TOTAL PERSONAL	100
DE LA FINCA. Constitución Jurídica individual=0,5; colectiva=1	7,69230769
Tenencia de la tierra: privada=1; INTI= 0,5	7,69230769
Rubros que produce (1=0,5; >2=1)	7,69230769
Rendimiento <P=0; =P=0,5; >P=1	7,69230769
Localización de la finca buena=1; regular=0,5; mala=0	7,69230769
Estudio topográfico y de suelos si=1; no=0	7,69230769
Tiene objetivos y estrategias de negocios si=1; no=0	7,69230769
Posee riego suplementario si=1; no=0	7,69230769
Buena época de siembra y siembras al año si= 1; no=0	7,69230769
Lleva registro y contabilidad si= 1; no=0	7,69230769
Donde realiza la comercialización	7,69230769
Cupo con agroindustria si= 1; no=0	7,69230769
Cumple con marco legal y ambiental si= 1; no=0	7,69230769
TOTAL DE LA FINCA	100
ECONÓMICAS. Solvencia Económica del Cliente(1>2; 0<2)	12,50000000
Morosidad con Créditos anteriores (si=0; no=1)	12,50000000
Rentabilidad del sistema productivo (>40=1; 20-40=0,5 y < 20=0)	12,50000000
Origen de los fondos que posee (de la finca =1; no =0)	12,50000000
Flujo de Caja (+=1; -=0)	12,50000000
Efectivo y cuentas bancarias (si=1; no=0)	12,50000000
Total de pasivos (mucho=0; poco =1)	12,50000000
Inventarios (reales =1; sin inventario=0)	12,50000000
TOTAL ECONÓMICAS	100
VISITA TÉCNICA. Destino del crédito (adecuado =1; no=0)	50,00000000
Verificación de garantías (válidas =1; no =0)	50,00000000
TOTAL VISITA TÉCNICA	100
RIESGO. Cambios climáticos determinantes (si =0; no=1)	8,33333333
Problemas de disponibilidad de agua (si=0; no=1)	8,33333333
Riesgo crediticio general (alto riesgo=1; bajo=0)	8,33333333
Honestidad en las respuestas (si=1; no=0)	8,33333333
Calidad de las referencias (si=1; no=0)	8,33333333
Perspectivas del negocio (buenas =1; malas =0)	8,33333333
Variabilidad del flujo de caja(+=1;-=0)	8,33333333
Comprensión de las reglas del contrato de crédito(si=1; no=0)	8,33333333
Referencias personales y conocido entre los productores(si=1; no=0)	8,33333333
El monto solicitado corresponde con la inversión(si=1; no=0)	8,33333333
El tiempo del crédito se ajusta a la actividad a realizar(si=1; no=0)	8,33333333
Tiene seguro(si=1; no=0)	8,33333333
TOTAL RIESGO	100

En las características de la finca las variables que determinan el perfil que debe tener el productor para otorgarle crédito consideran su constitución, la tenencia de la tierra, los rubros producidos, el rendimiento, la localización y el riego. En cuanto al riesgo fueron seleccionadas 7 variables.

En la Tabla 6 se muestra el sector asegurador con 46 variables, otorga mayor peso (50%) al riesgo.

Características personales: las variables seleccionadas dentro de las características personales del solicitante de seguro y crédito fueron 10 en total. Las variables privilegiadas por un mayor número de sectores fueron experiencia como productor, experiencia crediticia y tiempo dedicado a la finca. El sector público regional selecciona mayor número de variables personales, ellas son edad del productor, estado civil, experiencia como productor, experiencia crediticia y tiempo dedicado a la finca, antigüedad como

cliente, número de personas de la familia y otras fuentes de ingreso. Esto significa que toma en cuenta el perfil del productor desde su punto de vista humano, relacionado con el objetivo de ayudar al pequeño productor. El privado gremial selecciona sólo dos variables, se entiende que si los nuevos solicitantes son socios o nuevos con referencias de socios, disminuye la presión sobre

esta característica, por tanto las minimizan.

Características de la finca: corresponde a las variables que definen la unidad de producción y actividad técnica. Se evidencia que las características de la finca son fundamentales para todos los sectores, los sectores que otorgan más importancia son el regional y el público nacional

Tabla 4. Modelo de evaluación del sujeto de crédito para el sector privado bancario.

VARIABLES	Coefficiente
PERSONAL. Experiencia como productor: (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	16,6666667
Experiencia crediticia: (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	12,8571429
Antigüedad como cliente (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	12,8571429
Solvencia moral (si=1; no=0)	14,7619048
Otras fuentes de pago de crédito (si=1; no= 0)	15,2380952
Tiempo dedicado a la finca (0=0;1 a 3=0,5;>3=1)	13,8095238
Otras fuentes de ingreso (si=1, no=0)	13,8095238
TOTAL PERSONAL	100
DE LA FINCA. Constitución Jurídica (individual=0,5; colectiva=1)	9,22619048
Tenencia de la tierra: (privada=1; INTI= 0,5)	9,82142857
Rubros que produce (1=0,5; >2=1)	8,92857143
Rendimiento (<P=0; =P=0,5; >P=1)	9,52380952
Localización de la finca (buena=1; regular=0,5; mala=0)	7,44047619
Tiene objetivos y estrategias de negocios (si=1; no=0)	7,44047619
Buena época de siembra y siembras al año (si= 1; no=0)	7,73809524
Lleva registro y contabilidad (si= 1; no=0)	5,65476190
Donde realiza la comercialización (Cerca=1, lejos=0)	9,82142857
Cupo con agroindustria (si= 1; no=0)	9,22619048
Cumple con marco legal y ambiental (si= 1; no=0)	8,03571429
Número empleados o familiar (1-3=0,5; >3=1; 0=0)	7,14285714
TOTAL DE LA FINCA	100
ECONÓMICAS. Solvencia económica del cliente (1>2; 0<2)	9,66767372
Morosidad con créditos anteriores (si= 0; no=1)	10,27190330
Estructura del balance general (A<P=0; A>P=1)	8,15709970
Costos fijos y variables (altos =0; bajos=1)	9,66767372
Rentabilidad del sistema productivo a (>40 =1; 20-40 =0,5 y < 20=0)	10,27190330
Origen de los fondos que posee es (de la finca =1; no =0)	9,06344411
Flujo de caja (+=1; -=0)	9,36555891
Efectivo y cuentas bancarias (si=1; no=0)	8,15709970
Total de pasivos (mucho=0; poco =1)	8,76132931
Inventarios (reales =1; sin inventario=0)	8,15709970
Deudas a largo plazo (impagables =0; pagables=1)	8,45921450
TOTAL ECONÓMICAS	100
VISITA TÉCNICA. Destino del crédito (adecuado =1, no=0)	50,7462687
Verificación de garantías (válidas =1, no =0)	49,2537313
TOTAL VISITA TÉCNICA	100
RIESGO. Presencia de malezas incontrolables (si=0; no=1)	7,17821782
Presencia de insectos y enfermedades incontrolables (si=0; no=1)	7,17821782
Cambios climáticos determinantes (si =0; no=1)	7,17821782
Problemas de disponibilidad de agua (si=0; no=1)	7,92079208
Uso de medidas para paliar el riesgo (si=1; no=1)	7,42574257
Riesgo crediticio general (alto riesgo=1; bajo=0)	7,67326733
Honestidad en las respuestas (si=1; no=0)	8,41584158
Calidad de las referencias (si=1; no=0)	7,67326733
Perspectivas del negocio (buenas =1; malas =0)	7,17821782
Variabilidad del flujo de caja (+=1;-=0)	7,17821782
Comprensión de las reglas del contrato de crédito (si=1; no=0)	7,67326733
Referencias personales y conocido entre los productores (si=1; no=0)	6,18811881
El monto solicitado corresponde con la inversión (si=1; no=0)	8,41584158
Posee seguro agrícola (si=1; no=0)	2,72277228
TOTAL RIESGO	100

Tabla 5. Modelo de evaluación del sujeto de crédito para el sector privado gremial.

VARIABLES	Coefficiente
PERSONAL. Experiencia como productor: (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	44,4444444
Experiencia crediticia: (0=0;1a 5=0,5;>5=1)	55,5555556
TOTAL PERSONAL	100
DE LA FINCA. Constitución Jurídica (individual=0,5; colectiva=1)	14,1176471
Tenencia de la tierra: (privada=1; INTI= 0,5)	23,5294118
Rubros que produce (1=0,5; >2=1)	15,2941176
Rendimiento (<Promedio nacional=0; =P=0,5; >P=1)	23,5294118
Localización de la finca (buena=1; regular=0,5; mala=0)	10,5882353
Posee riego suplementario (si=1; no=0)	12,9411765
TOTAL DE LA FINCA	100
ECONÓMICAS. Solvencia económica del cliente (1>2; 0<2)	21,9780220
Morosidad con créditos anteriores (si=0; no=1)	21,9780220
Estructura del balance general (A<P=0, A>P=1)	21,9780220
Efectivo y cuentas bancarias (si=1; no=0)	14,2857143
Arrendamiento de Tierras (si=0; no=1)	19,7802198
TOTAL ECONÓMICAS	100
VISITA TÉCNICA. Destino del crédito (adecuado =1; no=0)	33,3333333
Verificación de garantías (válidas =1; no =0)	66,6666667
TOTAL VISITA TÉCNICA	100
DEL RIESGO. Riesgo crediticio general (alto riesgo=1; bajo=0)	14,2857143
Honestidad en las respuestas (si=1; no=0)	14,2857143
Calidad de las referencias (si=1; no=0)	14,2857143
Comprensión de las reglas del contrato de crédito (si=1; no=0)	14,2857143
Referencias personales y conocido entre los productores (si=1; no=0)	14,2857143
El monto solicitado corresponde con la inversión (si=1; no=0)	14,2857143
El tiempo del crédito se ajusta a la actividad a realizar (si=1; no=0)	14,2857143
TOTAL RIESGO	100

con 13 variables de un total de 14. En el caso del privado bancario se consideraron importantes 12 variables y en el gremial 6. En la institución regional utilizan tenencia de la tierra, rubros que produce, localización y el número de empleados de la familia toma valores cercanos a 5. En el caso del privado las variables tenencia de la tierra y cupo en la agroindustria, se usaron porque otorgan seguridad para la recuperación del crédito.

El seguro privilegia a variables como rubros que produce, rendimiento, localización, estudio topográfico y de suelo, buena época de siembra, cupo en la agroindustria y cumplimiento del marco legal, todas relacionadas con un mejor control del riesgo en la unidad de producción y la disminución de la siniestralidad.

Características económicas: se agrupan las variables relacionadas con la economía de la unidad de producción del solicitante del crédito y los avales que establecen su desempeño dentro de la actividad. Generalmente la información procede de documentos que reflejan el cumplimiento de los requisitos exigidos. En lo relacionado a la economía del solicitante se analizaron 11 variables, de las cuales 5 fueron importantes en la evaluación

que realizan los técnicos del sector regional, 11 para el privado, 8 para el público y 4 para el gremial. Destaca que el sector privado privilegia las variables económicas en contraste con el público.

Características de la visita técnica: la visita técnica es una actividad realizada para verificar la información aportada por el solicitante, pero en especial se realiza el avalúo de los bienes que servirán de respaldo al crédito, se aprecia que sólo el regional verifica la carga familiar.

Características del riesgo: esta es la característica que, según la opinión de los expertos encuestados, posee un mayor número de variables a considerar, en tal sentido se recomienda analizar el riesgo del cultivo y la vulnerabilidad de la zona. Las variables y el número cambian según la institución.

El riesgo depende del rubro que desarrolla y la tecnología empleada para alcanzar buenos rendimientos, la zona geográfica y sus características, de la característica biológica de la actividad y su complejidad, requiere que sean profesionales del agro quienes realizan esta evaluación, otorga mucha importancia a la visita técnica y a características de las fincas.

Tabla 6. Modelo de evaluación del sujeto de crédito para el sector asegurador.

VARIABLES	Coefficiente
PERSONALES. Experiencia como productor en años (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	17,2413793
Experiencia crediticia: (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	17,2413793
Antigüedad como cliente (0=0;1 a 5=0,5;>5=1)	13,7931034
Solvencia moral (si=0; no=1)	17,2413793
Otras fuentes de Ingreso (si=1 y no=0)	17,2413793
Tiempo dedicado a la finca (0=0;1 a 3=0,5;>3=1)	17,2413793
TOTAL PERSONALES	100
DE LA FINCA. Tenencia de la tierra: (privada=1; INTI= 0,5)	7,84313725
Rubros que produce (1=0,5; >2=1)	9,80392157
Rendimiento (<Promedio nacional=0; =P=0,5; >P=1)	9,80392157
Localización de la finca (buena=1; regular=0,5; mala=0)	9,80392157
Estudio topográfico y de suelos (si=1; no=0)	9,80392157
Tiene objetivos y estrategias de negocios (si=1; no=0)	7,84313725
Posee riego suplementario (si=1; no=0)	7,84313725
Buena época de siembra y siembras al año (si= 1; no=0)	9,80392157
Lleva registro y contabilidad (si= 1; no=0)	7,84313725
Cupo con agroindustria (si= 1; no=0)	9,80392157
Cumple con marco legal y ambiental (si= 1; no=0)	9,80392157
TOTAL DE LA FINCA	100
ECONÓMICAS. Solvencia económica del cliente (1>2; 0<2)	10
Morosidad con créditos anteriores (si=0; no=1)	8
Estructura del balance general (A<P=0; A>P=1)	8
Costos fijos y variables (altos =0; bajos=1)	10
Rentabilidad del sistema productivo (>40 =1; 20-40 =0,5 y < 20=0)	10
Origen de los fondos que posee es (de la finca =1; no =0)	10
Flujo de caja (positivo=1 y negativo=0)	10
Efectivo y cuentas bancarias (si=1 y no=0)	8
Total de pasivos (mucho=0; poco =1)	8
Inventarios (reales =1; sin inventario=0)	8
Deudas a largo plazo (impagables =0; pagables=1)	10
TOTAL ECONOMICAS	100
VISITA TÉCNICA. Destino del crédito (adecuado =1, no=0)	30,7692308
Verificación de garantías (válidas =1, no =0)	38,4615385
Verifica carga familiar	30,7692308
TOTAL VISITA TÉCNICA	100
DEL RIESGO. Presencia de malezas incontrolables (si=0; no=1)	6,49350649
Presencia de insectos y enfermedades incontrolables (si=0; no=1)	6,49350649
Cambios climáticos determinantes (si =0; no=1)	6,49350649
Problemas de disponibilidad de agua (si=0; no=1)	6,49350649
Uso de medidas para paliar el riesgo (si=1; no=1)	5,19480519
Riesgo crediticio general (alto riesgo=1; bajo=0)	5,19480519
Honestidad en las respuestas (si=1; no=0)	6,49350649
Calidad de las referencias (si=1; no=0)	6,49350649
Perspectivas del negocio (buenas =1; malas =0)	6,49350649
El monto solicitado corresponde con la inversión (buenas =1; malas =0)	6,49350649
Variabilidad del flujo de caja (positivo=1; negativo=0)	6,49350649
Comprensión de las reglas del contrato de crédito (si=1; no=0)	6,49350649
Referencias personales y conocido entre los productores (si=1; no=0)	6,49350649
El tiempo del crédito se ajusta a la actividad a realizar (si=1; no=0)	6,49350649
Asistencia técnica disponible (si=1; no=0)	6,49350649
Posee seguro agrícola (si=1; no=0)	5,19480519
TOTAL RIESGO	100

El número de variables de riesgo/número total de variables*100 define el porcentaje de aceptación al riesgo, un mayor número de variables no significa que el modelo sea mejor, pero permite una mayor exploración de las cualidades del sujeto y aumenta la posibilidad de una mayor recuperación del crédito. Esta relación sería de 34,04% para el regional, 29,27% para el público,

30,43% para la banca y 31,81% para el gremial, por tanto el gremial tiene una mayor proporción de variables de riesgo en el modelo.

En el Tabla 7 se presentan los resultados de la validación por expertos como parte del diseño definitivo del modelo. En la validación se comprueba que el modelo es sencillo, útil y

Tabla 7. Validación de expertos, porcentaje de respuestas afirmativas.

Respuestas	Público Regional	Público Nacional	Privado Bancario	Privado Gremial	Seguro
Cumplimiento objetivos	100	100	66,67	100	100
Sencillo	100	85,71	100	100	100
Útil	100	100	100	100	100
Claro	100	100	66,67	100	100
Variables suficientes	100	100	66,67	100	100
Calidad de los datos	100	100	100	100	100
Ordena según riesgo de impago	0	28,57	66,67	100	100
Pesos de las características					
Personales	100	85,71	66,67	100	0
De la finca	100	71,43	100	100	0
Visita técnica	100	71,43	100	100	0
Económicas	100	42,85	66,67	100	0
Riesgo	100	100	100	100	0
Se identifica con sus políticas	100	85,71	100	0	100
Es funcional	100	85,71	100	100	100
Cumple con el perfil	100	71,43	100	100	100

también garantiza la calidad de los datos, pero no aporta mecanismos para ordenar el riesgo de impago, por lo que habría que incorporar al análisis un indicador como el propuesto en el modelo para el cálculo de probabilidades de incumplimiento (Altman 1968) para realizar este análisis. Entre las recomendaciones dadas por los validadores está incluir variables como generación de relevo y documentos al día. No está claramente definida la variable “Dónde se comercializa” que no debe ser por la localidad sino por la seguridad de recepción del producto. En la visita técnica, se recomienda incorporar capacidad de trabajo, uso de maquinarias, implementos y equipos.

CONCLUSIONES

El modelo de evaluación del sujeto de crédito mostró diferencias entre las fuentes de financiamientos estudiadas.

La incorporación del riesgo de producción contiene un número importante de variables, pero el seguro le otorga un mayor peso.

En el perfil, para todos los sectores se destaca la importancia de las características de la finca y la visita técnica que es propio de la actividad agropecuaria.

Los sectores público regional y privado bancario utilizan mayor cantidad de variables para la evaluación del sujeto de crédito, en cambio el

público nacional y privado gremial usan menos, este último es el modelo más sencillo.

El diseño de los modelos propuestos permitió la evaluación del sujeto de crédito y su validación demostró que fueron sencillos, claros y funcionales. Por tanto se ajustan a sus objetivos institucionales.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios más específicos, dentro de las instituciones de financiamiento para efectuar la evaluación ajustada a los requerimientos de la Ley de Crédito Agrícola. Probar los modelos con una serie histórica de datos del cliente y modificarlos según los objetivos específicos y las políticas internas de cada institución.

AGRADECIMIENTO

Al CDCHT por el financiamiento del proyecto.

REFERENCIAS

- Abadí, J. 2002. Financiamiento y seguro agrícola. Agronegocios en Venezuela. Ediciones IESA. pp 123-129.
- Altman, E. 1968. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance* 23(4):589-609.

- Barry, P., Ellinger, P., Hopkin, J. and Baker, C. 2000. *Financial Management in Agriculture*. Interstate Publishers. Sixth Edition. Illinois. USA. 678 p.
- Camacho, A. 2011. *Propuesta de un modelo de evaluación para el sujeto de crédito agrícola*. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. UCLA. 130 p.
- Carranza, F. 2008. *Análisis y preparación estadística de variables para el diseño de un modelo credit score de gestión de riesgo de crédito*. Universidad Andina Simón Bolívar. Sede Ecuador. Tesis para optar al grado de Magister. 109 p.
- De Lara, A. 2003. *Medición y control de riesgos financieros*. Editorial Limusa. Tercera Edición. México. 219 p.
- Garrido, A. 2004. *El seguro agrario como instrumento para la garantía de rentas*. En: Jornada Temática “La garantía de rentas: el seguro agrario”. Madrid. 41 p.
- Ley de Crédito para el Sector Agrícola. 2008. Gaceta Oficial N° 38.846. Del 9 de Enero del 2008. República Bolivariana de Venezuela.
- Rayo, S., Cantón, J., Lara, J. y Camino, D. 2010. *Un modelo de Credit Scoring para instituciones de microfinanzas en el marco de Basilea II*. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science* 15(28): 89-124.
- Santandreu, E. 2004. *Economía y finanzas al alcance de todos*. Ediciones Granica. Buenos Aires. Argentina. 176 p.
- Wenner, M. 2005. *Los seguros agrícolas: evolución y perspectivas en América Latina y el Caribe*. BID. 84 p.

SUSTANCIAS AROMÁTICAS EN EL CACAO COSECHADO EN LA ZONA DE RÍO ANUS, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA*

Aromatic substances in cocoa cropped in Rio Anus area, Sucre Municipality, Portuguesa State, Venezuela

Mary Lisbeth Alvarado¹, Elvis Portillo², Renaud Boulanger³, Philippe Bastide⁴ e Isabel Macía¹

RESUMEN

El cacao Venezolano ha sido considerado como uno de los mejores del mundo, debido a sus cualidades aromáticas es clasificado como cacao fino de aroma. Esta condición obedece a la conjunción de factores como la calidad genética de materiales, el ambiente y el buen proceder de los productores. Este trabajo tuvo como objetivo determinar los compuestos aromáticos presentes en el cacao proveniente de la zona de Río Anus, municipio Sucre del estado Portuguesa, Venezuela. La época de cosecha estuvo comprendida entre abril y junio de 2010. Las almendras fueron fermentadas en cajones de madera de 60x60x60 cm y la fermentación se realizó durante seis días, posteriormente fueron secadas al sol, tostadas y pulverizadas con un molino y nitrógeno líquido. Los compuestos volátiles se determinaron por micro extracción en fase sólida en muestras de cacao seco y tostado en el laboratorio de tecnología del CIRAD-Montpellier, Francia, mediante cromatografía de gases y espectrofotometría de masa. Los resultados obtenidos permitieron identificar 93 compuestos volátiles, distribuidos en 12 familias químicas. Las de mayor proporción en el cacao seco fueron los alcoholes como el bencenoetanol, seguidos de las cetonas, 2-heptanona, los aldehídos, benzaldehído y ésteres como el isoamilacetato. Por su parte, en el cacao tostado se observó un incremento de compuestos pertenecientes a la familia de las pirazinas, representada por el tetrametilpirazina y el 1-furfural de los furanos. La investigación permitió identificar sustancias aromáticas presentes en el cacao de Río Anus y determinar que el proceso de torrefacción de las almendras de cacao afecta el contenido de compuestos aromáticos. Con estos resultados se pueden transferir conocimientos a los productores de la región para la obtención de un producto de alta calidad chocolatera.

Palabras clave: cacao criollo, aroma del cacao, compuestos volátiles.

ABSTRACT

The Venezuelan cocoa has been considered one of the best in the world, due their aromatic qualities is classified as fine cocoa aroma. This condition is due to a combination of factors as genetic material quality, the environment and the good behavior of producers. This study aimed to determine the aromatic compounds present in cocoa from Río Anus area, Sucre Municipality, Portuguesa State, Venezuela. The harvest season was between April and June 2010. Almonds were fermented in wooden boxes of 60x60x60 cm, and the fermentation was performed for six days, then were sun dried, roasted and pulverized with a mill and liquid nitrogen. The volatiles were determined by solid phase micro extraction samples of dry cocoa and roasted in laboratory technology CIRAD-Montpellier, France, by gas chromatography and mass spectrometry. The results obtained allowed the identification of 93 volatile compounds, distributed in 12

(*) Recibido: 07-11-2013

Aceptado: 22-05-2014

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. malialpa@hotmail.com, imacia2@yahoo.es.

² Departamento de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. elvisportillo@hotmail.com.

³ Food Research Centre. Unité Mixte de Recherche (Qualisud), Francia. renaud.boulanger@cirad.fr.

⁴ Food Research Centre. Unité de Recherche Cultures durabilité des systèmes vivaces, Francia. philippe.bastide@cirad.fr.

chemical families. The higher proportion in the sun dry cocoa were alcohols like benzeneethanol, followed by ketone, 2-heptanone, aldehydes, benzaldehydes and esters such as isoamilacetato. Meanwhile, in the roasted cocoa increased compounds belonging to the family of pyrazines represented by tetramethylpyrazine and 1-furfural (furan). The research allowed to identify the aromatic substances in cocoa River Anus and determine that the roasting process affect the content of aromatic compounds cocoa beans. With these results we can transfer knowledge to farmers in the region to obtain a high-quality chocolate.

Key word: creole cocoa, cocoa aroma, volatile compounds

INTRODUCCIÓN

Venezuela dispone de una importante diversidad de cultivares de cacao fino de excelente sabor y aroma para mezclarlos con otros productos del chocolate, debido a que carecen del extremo sabor amargo del cacao corriente. Los cultivares más comunes usados en el ámbito mundial proceden de los tipos Criollo, Trinitario y Forastero. Estos difieren en condiciones agrícolas idóneas para su desarrollo, producción y susceptibilidad a enfermedades, así como en cualidades de sabor y aroma. La diferencia más fácil de evidenciar se fundamenta en su origen geográfico y en características morfológicas relacionadas con la mazorca y sus almendras (Amores 2004).

Las diferencias de composición química observadas entre variedades de cacao no pueden ser atribuidas únicamente al genotipo, también resultan de la influencia combinada entre la variedad y el tratamiento poscosecha (Pérez *et al.* 2002). En ese sentido, la aplicación del mismo protocolo de preparación permitió evidenciar diferencias aromáticas notables entre la variedad Forastero y Trinitario (Lerceteau 1996). Se han realizado diversas investigaciones sobre el conjunto de sustancias aromáticas presentes en las almendras tostadas o sometidas a torrefacción, proceso mediante el cual las almendras de cacao se colocan en estufa a una temperatura comprendida entre 130 y 140 °C por 20 minutos. En ese sentido, Jinap *et al.* (1998) colocaron almendras de cacao a diferentes temperaturas y tiempo de torrefacción y determinaron el contenido de compuestos aromáticos, informaron incremento del número de pirazinas y ésteres, y la reducción de los alcoholes.

El tostado permite la formación de compuestos en su gran mayoría del tipo de las pirazinas, lo cual se refleja en un comportamiento cualitativo y cuantitativamente importante (Pérez *et al.* 2002). De igual manera, se han realizado trabajos sobre la caracterización del impacto de los compuestos volátiles sobre el aroma del cacao, que reflejan la importancia de la fermentación y el secado en la expresión de la calidad aromática (Amores 2004).

Por su parte, Álvarez *et al.* (2012) caracterizaron una población de cacao tipo "Criollo" de la zona Occidental de Venezuela mediante la identificación de compuestos que constituyen la fracción aromática del cacao tostado. Así, las almendras de cacaos "finos" que provienen de Ecuador, Trinidad y Venezuela contienen más linalol que los cacaos corrientes (Ghana, Costa de Marfil y Brasil). El contenido de esta sustancia puede ser hasta ocho veces más elevado, y contribuye con la calidad aromática y sería responsable de sus notas florales. En ese orden de ideas, Portillo *et al.* (2006) realizaron estudios referentes a la formación del aroma del cacao criollo en función del tratamiento poscosecha en muestras provenientes de la zona sur del Lago en Venezuela, se identificaron 121 compuestos volátiles en el cacao seco y 118 en el cacao tostado, pertenecientes a 14 familias de compuestos químicos, primordialmente a los ésteres, los alcoholes y los ácidos.

No obstante, el conocimiento sobre las características químicas, bioquímicas, físicas y organolépticas del cacao de la zona de Río Anus es escasa. Durante los últimos años el desarrollo y producción de cacao, ha representado una

alternativa de diversificación en los sistemas productivos en esta región conocida como productora de café. Además, existen productores de cacao que requieren información sobre los aspectos más relevantes en el manejo agronómico del cultivo y sobre condiciones de manejo poscosecha e implicaciones sobre la calidad final del producto. En la presente investigación se planteó la determinación de compuestos aromáticos presentes en el cacao cosechado en el área de Río Anus, estado Portuguesa en función del proceso de torrefacción.

METODOLOGÍA

Se trabajó con el cacao tipo "Forastero" proveniente de una plantación de cacao situada en la Finca "El Amparo", zona (El Paramito) de Río Anus, municipio Sucre, estado Portuguesa (Venezuela). Las condiciones agro-ecológicas de la región son favorables para la producción de cacao: altitud entre 600 y 800 msnm, pH del suelo entre 4 y 5, precipitación anual entre 2000 y 2500 mm, y temperatura entre 21 y 24 °C. Se cosecharon alrededor de 1.100 mazorcas de cacao maduras en mayo de 2010, las almendras fueron fermentadas durante 6 días en cajones de madera de 60x60x60 cm. La masa de fermentación fue cubierta con hojas de plátano y sacos de yute, se condujo en una sala cerrada con paredes de bloques y techos de zinc. Se tomaron alrededor de 1000 g de almendras a los 6 días de fermentación y se secaron expuestas al sol en patio durante 6 días con dos remociones diarias. Posteriormente, las almendras fermentadas y secas se trasladaron al laboratorio y se descascarillaron manualmente. Se agregó nitrógeno líquido para su molienda, el polvo obtenido se tamizó (<0,5mm) y se conservó a -80°C en un ultra congelador. De igual manera, se seleccionaron 100 g de muestra y se sometieron a torrefacción en una estufa a 130 °C por 25 minutos para posteriormente descascarillarlas y pulverizarlas.

Los compuestos aromáticos se determinaron mediante la técnica de microextracción en fase sólida en el laboratorio de tecnología del Centro de Cooperación Internacional en investigaciones Agronómicas para el Desarrollo (CIRAD), Montpellier-Francia. Para ello se colocaron 2,5 a

3 g de cacao en polvo en un vial y se mezcló con 100 µL de solución de 1-butanol con una concentración de 250µg/L. Una vez sellados, el contenido de los viales se analizó mediante cromatografía de gas. Los espectros de masa obtenidos se compararon con la base de datos del software AMDIS y Enhanced Data Analysis. El contenido de compuestos volátiles se determinó y cuantificó por el método del estándar interno (1-butanol) estimado por la relación entre el área de pico del compuesto volátil/área de pico del estándar interno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación y cuantificación de la fracción volátil en las muestras de cacao, permitió demostrar la formación de un conjunto de compuestos aromáticos por efecto de la torrefacción o secado. En ese sentido, los compuestos aromáticos identificados en las muestras de cacao se agruparon en 12 familias químicas y se observó mayor predominio de los compuestos de la familia de los alcoholes, seguido de las cetonas y aldehídos (Tabla 1).

En la Tabla 1 se observa que hay compuestos que tienden a aparecer y a desaparecer con el proceso de torrefacción del cacao; en este sentido se observó que desaparecieron 20 compuestos aromáticos con el tostado, pertenecientes principalmente a las familias de los alcoholes, ácidos y ésteres. De igual manera, se observó la aparición de 23 compuestos en su mayoría de las familias de las pirazinas, furanos e hidrocarburos, los cuales están relacionados con las cualidades sensoriales del cacao, puesto que compuestos aromáticos como las pirazinas le brindan un sabor afrutado a los chocolates elaborados con estas almendras de cacao (Portillo *et al.* 2006).

Al comparar las sustancias aromáticas identificadas en el cacao de la zona de Río Anus seco o tostado, en el seco se observa predominio de compuestos de la familia de los alcoholes, en los que el bencenoetanol y 2-heptanol presentaron mayor concentración, seguidos por las cetonas (2-heptanona) y los aldehídos como el isovaleraldehído (Figura 1).

Tabla 1. Compuestos volátiles en cacao seco y tostado de la zona de Río Anus.

N°	COMPUESTO	Cacao seco	Cacao tostado
<i>Aldehídos</i>			
1	Etanal	•	•
2	Propionaldehído	–	•
3	Isobutanal	•	•
4	2-metil butanal	•	•
5	Isovaleraldehído	•	•
6	Butiraldehído	•	•
7	Fenil acetaldehído	•	•
8	1-nonanal	–	•
9	1- hexanal	–	•
10	2-fenil-2-butenal	•	•
11	2,5-Bis[(trimetilsilil)oxi]benzaldehído	•	•
12	Benzaldehído	•	•
<i>Furanos</i>			
63	2- etil 5-metil furano	•	•
64	2-etil metil furano	•	•
65	Alcohol furfurilico	–	•
66	5- Hidroxi -2-metil furfural	–	•
67	Trans oxido linalol furano	•	–
68	Acetil -2-furano	–	•
69	4-metil 2,3 dihidrofurano	•	–
70	1-furfural	–	•
<i>Compuestos azufrados</i>			
71	Isopropil iso tiocianato	•	•
72	Metanotiol	–	•
73	Dimetildisulfide	•	•
<i>Hidrocarburos</i>			
74	1-cloro isopentano	–	•
75	Metil-3-ciclohexeno-2	–	•
76	2,2,4- trimetilbenceno	•	•
77	Etenil benceno	•	•
78	1,1 dietoxy etano	•	–
79	β Pinene	•	–
80	Tolueno	–	•
81	Trans-1,3 pentadieno	–	•
82	Propil benceno	•	–
83	Benzonitril	•	•
<i>Pirazinas</i>			
84	Metil pIrazina	–	•
85	2,5 dimetil pirazina	–	•
86	2,3 dimetil pyrazina	–	•
87	2-et-5-Me-pirazina	–	•
88	2,6 dimetil pirazina	–	•
89	Tetrametil pirazina	•	•
<i>Pirroles</i>			
90	2-acetil pirrol	–	•
<i>Terpenos</i>			
91	Cis linalol oxido	•	•
92	Linalol	•	•
<i>Éteres</i>			
93	Eter dietil	•	–

– = ausencia; • = presencia

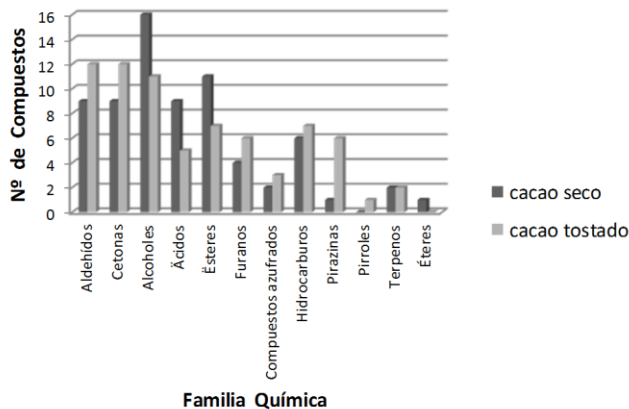


Figura 1. Distribución de los compuestos aromáticos por familias en cacao seco y tostado.

De igual manera, se observa en la Figura 1 que en el cacao tostado se encuentra mayor cantidad de compuestos volátiles de las familias de las cetonas, seguido de los aldehídos y alcoholes. Asimismo, se nota el predominio de las pirazinas, furanos e hidrocarburos, en el cacao tostado con respecto al seco. En ese sentido, Álvarez *et al.* (2012) identificaron en el cacao tipo criollo de la zona Occidental de Venezuela, mediante Cromatografía de Gases, 69 compuestos aromáticos distribuido en 12 familias químicas, los aldehídos, alcoholes, ácidos y pirazinas presentaron mayor concentración.

Al observar la evolución de los compuestos aromáticos (Figura 2), se demuestra que la mayoría tiende a aumentar su concentración con el proceso de torrefacción, esto de igual manera afecta las características sensoriales del cacao e influye positivamente en su intensidad aromática, sabor afrutado y acidez (Álvarez *et al.* 2012).

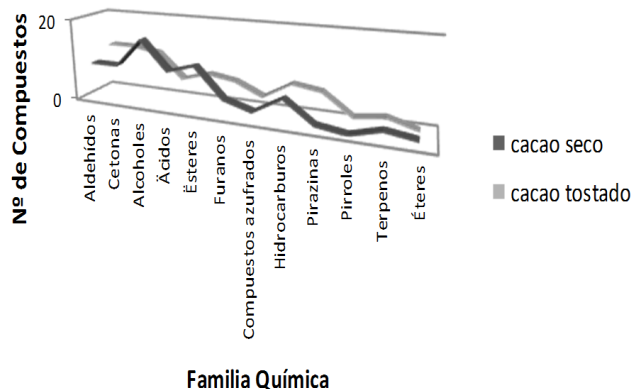


Figura 2. Comportamiento de los compuestos aromáticos en el cacao seco y tostado de la zona de Río Anus.

Se puede afirmar que mientras más importantes son las operaciones térmicas, más significativa resulta la fracción de origen térmico. Brito *et al.* (2001) mostraron que los chocolates elaborados a partir de almendras no tostadas de cacao Trinitario "fino" de Madagascar son más afrutados que los mismos chocolates elaborados a partir de almendras tostadas. Esto significa que los compuestos perdidos durante la torrefacción están implicados en las particularidades aromáticas del cacao.

CONCLUSIONES

- Los compuestos aromáticos de las familias de los alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas se encuentran en mayor proporción en el cacao seco de Río Anus.
- Las familias químicas predominantes en el cacao tostado estudiado son los aldehídos seguidos de las cetonas, alcoholes y ésteres; mientras que con el proceso de torrefacción tienden a aparecer compuestos de las familias de los furanos, hidrocarburos y pirazinas. De manera contraria, los compuestos volátiles de las familias de los alcoholes, ácidos y ésteres tienden a desaparecer con el proceso de torrefacción.
- Los compuestos aromáticos de las familias de los terpenos permanecen en el cacao seco y tostado.

REFERENCIAS

- Álvarez, C., Pérez, E., Boulanger, R., Lares, M., Assemat, S. Davreux, F. y Cros, E. 2012. Identificación de los compuestos aromáticos en el cacao criollo de Venezuela usando microextracción en fase sólida y cromatografía de gases. *Vitae* 19 (1): 370-372.
- Amores, F. 2004. Cacaos finos y ordinarios. Taller Internacional de calidad integral de cacao teoría y práctica. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ecuador. 47-54pp.

- Brito, E., Pezoa, N., Gallão, M. and Cortelazzo, A. 2001. Structural and Chemical Changes in cocoa (*Theobroma Cacao L.*) during fermentation, drying and roasting. Journal of the science of food Agriculture 81 (2): 281-286.
- Jinap, S., Rosli, W., Rurrly, A. and Nordin, L. 1998. Effect of roasting time and temperature on volatile component profiles during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*). Journal science food Agriculture 77 (1): 441-448.
- Lerceteau, E. 1996. Diversité génétique, recherche de QTL et analyse des profils protéiques de fèves de *Theobroma cacao L.* pendant la fermentation. Conséquences sur la qualité. Thèse de Docteur en sciences. Université d'Orsay (Paris XI). 235p.
- Pérez, E., Álvarez, C. y Lárez, M. 2002. Caracterización física y química de granos de cacao fermentado, seco y tostado en la región de Chuao. Agronomía Tropical 52(2): 161-172.
- Portillo, E., Graziani, L. y Cros, E. 2006. Efectos de algunos factores postcosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*). Revista digital de la Facultad de Agronomía, UCV. 23 (1): 49-57.

CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS Y EFECTO DE TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE CALIDAD DE PULPA DE COPOAZÚ*

Fruit characterization and effect of storage temperature on quality pulp copoazú

Miguel Arizaleta¹, Alberto Álvarez², María Pérez³, Jorge Parés¹ y Lizbeth Díaz⁴

RESUMEN

El copoazú es un frutal de origen amazónico con gran potencial comercial, que puede contribuir al desarrollo de la amazonia venezolana. Este trabajo tuvo como fin caracterizar los frutos y determinar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa de copoazú. El material evaluado provino del municipio Autana, estado Amazonas, Venezuela. Se colectaron frutos fisiológicamente maduros y de buena apariencia. Al momento de la recolección se determinó la biomasa fresca total del fruto, diámetro polar y ecuatorial, espesor del epicarpio, biomasa fresca del epicarpio, pulpa y semillas, número de semillas, color de la pulpa y la contribución porcentual del epicarpio, pulpa y semillas en el fruto. Se caracterizó además el contenido de sólidos solubles totales, pH, acidez total titulable y vitamina C. La pulpa fue almacenada en dos condiciones de temperatura ($4\pm 2^\circ\text{C}$ y $-24\pm 2^\circ\text{C}$) por 35 días. Se estudió la evolución del color de la pulpa y de los atributos químicos. A la recolección, los frutos presentaron una masa promedio de 939,8 g, aunque se caracterizaron por poseer una amplia variabilidad. El resto de las variables evaluadas fluctuaron en menor magnitud. La pulpa junto a las semillas permiten aprovechar 59,74% de la masa fresca total del fruto. La temperatura de almacenamiento únicamente afectó el valor del parámetro colorimétrico Hue de la pulpa al adquirir tonos amarillos más puros en la condición de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$. Con relación a los parámetros químicos, la temperatura de almacenamiento sólo influyó el contenido de vitamina C y la acidez total titulable, las bajas temperaturas retardaron notablemente la disminución del contenido de la vitamina. Por lo anteriormente expuesto, se sugiere usar temperatura de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ para almacenamiento de la pulpa de copoazú, por un período de hasta 35 días.

Palabras clave: *Theobroma grandiflorum*, calidad, postcosecha, color.

ABSTRACT

Cupuacu is an Amazonian tropical fruit with a great economic potential that may contribute to the development of Venezuelan Amazon. The aims of this work were to characterizing the fruit and determine the effect of storage temperature on the quality pulp. The evaluated material came from Autana Municipality, Amazonas State, Venezuela. Physiologically mature and good appearance fruits were collected. The time of harvest, total biomass fresh fruit, polar and equatorial diameter, thickness of the epicarp, exocarp fresh biomass, pulp and seeds, number of seeds, flesh color and the percentage contribution of the epicarp, pulp and seeds to fruit was determined. Total soluble solids, pH, titratable acidity and vitamin C were measured. The pulp was stored under two different temperatures (4 ± 2 and $-24\pm 2^\circ\text{C}$) for 35 days.

(*) Recibido: 13-03-2014

Aceptado: 13-06-2014

¹ Departamento de Fitotecnia. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela. miguelarizaleta@ucla.edu.ve, jorgepares@ucla.edu.ve.

² Estudiante graduado. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

³ Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

⁴ Departamento de Ingeniería Agrícola. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

Color development of the pulp and chemical characteristics were studied. At harvest, the fruits showed an average mass of 939.8 g, but they were characterized by a wide variability. The rest of the variables evaluated varied to a lesser amount. The pulp with the seeds allows leverage 59.74% of the total fruit fresh weight. The storage temperature only affected the value of the colorimetric parameter Hue pulp to acquire more pure yellow tones in the condition of -24 ± 2 °C. In relation to chemical parameters, only the storage temperature influenced the vitamin C content and titratable acidity, lower temperatures markedly retarded decreased the vitamin content. According to results obtained, it is suggested to use temperatures of -24 ± 2 °C for storage of cupuaçu pulp, for a period of up to 35 days.

Key words: *Theobroma grandiflorum*, quality, postharvest, color.

INTRODUCCIÓN

El copoazú, *Theobroma grandiflorum* Schum, es un árbol típicamente amazónico que produce frutos comestibles (Venturieri y Lopes 1988). En Venezuela se cultiva ocasionalmente en el estado Amazonas, por comunidades indígenas como árbol frutal en los conucos (Cavalgante 1988). Según Clement *et al.* (2010), el copoazú es una especie en domesticación, que actualmente está recibiendo una progresiva atención por diversas instituciones de investigación, principalmente de la región amazónica.

El fruto del copoazú es de respiración climatérica (Hernández y Hernández 2012), aunque en estudios previos se ha clasificado como no climatérico (Hernández *et al.* 2006). Es una baya, elipsoide o alargada de epicarpio duro y leñoso, que se quiebra fácilmente, recubierto de vellosidad. Posee abundante pulpa y es de sabor ácido; la pulpa circunda a las semillas (Carvalho *et al.* 1999).

Algunos autores consideran al copoazú como un frutal prometedor para comercialización de sus frutos, entre muchos otros de la región amazónica (Costa *et al.* 2003; Quijano y Pino 2007). La importancia radica en que del fruto maduro se extrae la pulpa carnosa que puede ser utilizada en la preparación de refrescos, jugos, postres, dulces, helados, caramelos, jaleas, néctares, mermeladas y yogurt. Se reporta además, que posee altas cantidades de hidratos de carbono, fibra, proteína, potasio, magnesio y bajo contenido de sodio. Estas características hacen de la pasta de copoazú una atractiva matriz alimentaria. Además, la semilla, como producto secundario, se utiliza en la elaboración de chocolate en polvo, semejante al del cacao (Cardona *et al.* 2013).

El fruto es un producto perecedero y posee diversidad de usos y excelentes propiedades nutritivas, en consecuencia se deben estudiar aspectos que permitan alargar sus cualidades físico-químicas y organolépticas. En este sentido, almacenar el mesocarpio de los frutos en condiciones controladas de temperatura durante el período postcosecha puede incrementar la vida útil del producto. Con la finalidad de contribuir con el desarrollo del sector frutícola de la amazonia venezolana se planteó como objetivo caracterizar física y químicamente los frutos de copoazú de una región del municipio Autana y evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa.

METODOLOGÍA

El material vegetal se colectó en la parroquia Sipapo, municipio Autana, estado Amazonas. La precipitación promedio anual es de 2400 mm, con temperatura media de 26°C.

El ensayo fue realizado durante los meses de agosto-noviembre de 2012. Se seleccionaron frutos con consistencia firme, ausencia de daños y coloración uniforme que provinieron de plantas de 8 a 10 años de edad. Una vez colectados, se colocaron en cestas plásticas y se transportaron en cava hasta el Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Posgrado de Horticultura del Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, donde fueron almacenados, procesados y analizados.

El trabajo experimental se ejecutó en dos fases. En la primera, se realizó la caracterización físico-química de los frutos. Mientras que, en la segunda se estudió el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa.

Para la caracterización físico-química se seleccionó una muestra de 66 frutos. Con una balanza de precisión de 0,1 g (modelo Scout Pro SP2001, Ohaus Corporation USA) se midió la biomasa fresca total del fruto, y biomasa fresca del epicarpio, pulpa y semilla, se determinó la contribución porcentual de cada una en la constitución del fruto.

Adicionalmente se evaluó, en 20 frutos, el color de la pulpa a partir de una muestra de 15 g pulpa.fruto⁻¹.

Para la determinación del color se trabajó en el espacio cromático CIELAB. Por medio de un espectrofotómetro modelo Color-Flex de la HunterLab, se obtuvieron las coordenadas L*, a* y b*. Además se determinaron los parámetros coloriméticos Hue y Chroma, a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Hue} = \tan^{-1}(b/a) \quad \text{Chroma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Adicionalmente, se determinó, con un refractómetro digital marca ATAGO modelo PR-101, la evolución del contenido de sólidos solubles totales (SST) en función a la temperatura de almacenamiento, así como el pH, medido con un potenciómetro marca Orión modelo 420-A, y la acidez total titulable (ATT) de la pulpa, determinada por titulación con hidróxido de sodio 0,5 N; para ello se pesaron 10 mg de pulpa por muestra y se agregaron 50 ml de agua destilada, la solución se agitó y se tituló hasta un punto final de pH 8,1, indicado por el potenciómetro. Los resultados fueron presentados como contenido de ácido cítrico (mg), obtenido a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Acido cítrico (g/100 g pulpa)} = \frac{\text{Vol. gastado (NaOH)} * N * \text{meq del acido} * 100}{\text{Muestra (g)}}$$

Se determinó el contenido de ácido ascórbico, por medio del método del 2-6 diclorofenol-indofenol (DCPI). Se pesaron 10 g de pulpa en un vaso de precipitados, se aforó hasta 50 ml con ácido oxálico y se agitó para homogeneizar. Posteriormente se transfirió a un matraz, se filtró, de la solución se tomó una alícuota de 10 ml y se tituló con la solución de DCPI. La persistencia en la

mezcla, de la coloración rosada por un tiempo mínimo de 15 segundos se consideró como el final de la titulación. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de pulpa, obtenido a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{mg de Vit C. 100/g de masa fresca de la muestra} = A \times \text{Factor} \times \frac{50}{10} \times \frac{100}{10}$$

A= Volumen de DCPI gastado en la valoración de la muestra

Cálculo del Factor

2 mg de Ac. Ascórbico ----- C

Factor ----- 1 ml DCPI

Volumen del blanco = A

Volumen de DCPI utilizado en la valoración del ácido ascórbico = B

C= B – A

La pulpa, procedente de cada uno de los 66 frutos señalados, fue colocada en bolsas de polietileno de 500 g de capacidad y se agrupó en dos lotes, con 33 muestras cada uno, almacenados en dos condiciones de temperatura (4±2°C y -24±2°C) a una humedad relativa de 90±2%. Se realizaron evaluaciones a los 7, 14, 21, 28 y 35 días de almacenamiento.

Durante el almacenamiento se evaluó la evolución del color de la pulpa y contenido de SST, pH, ATT y contenido de vitamina C.

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos para la caracterización físico química de los frutos se realizó a través de estadística descriptiva, se determinaron valores mínimos, máximos, promedios y el error estándar de la media muestral.

Para el estudio del efecto de la temperatura de almacenamiento se realizaron pruebas de *t* para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5%. Adicionalmente se realizaron análisis de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento GLM; medidas repetidas del programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), previa validación de los supuestos de normalidad de los errores y homocedasticidad de la varianza de los errores del

modelo. Para la ejecución de este tipo de análisis es importante considerar que los datos obtenidos a través de las observaciones para cada medida repetida no son independientes de las fechas. Es decir, los valores obtenidos en una fecha estarán estrechamente relacionados con los tomados en la medida anterior.

El procedimiento de medidas repetidas genera contrastes polinómicos ortogonales, que dan información acerca de la tendencia (lineal, cuadrática o cúbica) de los datos en el tiempo. Los análisis estadísticos se han realizado con el SPSS, versión 17.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la recolección, los frutos presentaron una masa promedio de 939,80 g, aunque se caracterizaron por poseer una amplia variabilidad, tal como lo demuestra el error estándar de la media muestral (Tabla 1). Esta particularidad ha sido puesta de manifiesto por diferentes investigadores, quienes incluso han reportado frutos de masa mayor a la obtenida en este estudio (Ribeiro 2000; Moreira 2009). Quizás como consecuencia del origen franco de los árboles muestreados.

En su mayoría, los caracteres físicos evaluados tales como diámetro polar y ecuatorial, grosor del epicarpio y número de semillas por fruto (Tabla 1) son coherentes con los obtenidos en diferentes estudios (Argüello y Bolaños 1999; Vargas y Argüelles 2000; Matos et al. 2008).

La pulpa representó entre 32,79 y 55,93% de la masa fresca total del fruto, y en promedio 44,25±0,57% (Tabla 1). Este valor es similar al

reportado por Moreira (2009), aunque también se señalan valores promedio inferiores a los obtenidos en esta investigación (Ribeiro *et al.* 1992). Es importante aclarar que en este estudio no se separó la proporción correspondiente a la placenta, la cual representa alrededor del 2% de la masa del fruto (Villachica 1996). Si consideramos este antecedente, el valor obtenido en el presente estudio, 44,25±0,57%, es similar a lo reportado por investigadores.

El epicarpio contribuye con 35,82±0,71% de la masa del fruto. Valor similar al señalado por Matos *et al.* (2008) y Moreira (2009). Por su parte, las semillas constituyeron 15,49±0,41% de la masa total, resultados inferiores a los informados por Barbosa *et al.* (1978) y Villachica (1996), quienes reportaron 18 y 17%, respectivamente.

El rendimiento de las partes aprovechables del fruto (pulpa y semillas) resultó en 59,74±0,62% de la masa fresca total del fruto; levemente superior al 55,4% referido por Tratado de Cooperación Amazónica (TCA 1999).

Al estudiar el color de la pulpa de los frutos al momento de la recolección (Tabla 1) se observó que la luminosidad (L^*) arrojó valores entre 81,1 y 88,8 con una media de 84,55±0,25; el ángulo matiz (Hue) valores entre 87,74 y 94,73°, con una media de 91,24±0,21°; y el Chroma proyectó una media de 29,65±0,69°. Es importante destacar que el copoazú presenta cambios en la coloración de la pulpa según el estado de maduración del fruto, por lo que su color dependerá de los días que tenga el fruto al momento de la cosecha (Hernández y Hernández 2012).

Tabla 1. Características físicas de los frutos de copoazú a la recolección.

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	ES	
Masa del fruto (g)	66	450	1620	939,80	31,28	
Diámetro polar (cm)	66	16,60	27,50	21,70	0,29	
Diámetro ecuatorial (cm)	66	22,50	45,70	36,76	0,49	
Grosor del epicarpio (mm)	66	4,05	9,90	7,14	0,18	
Nº semillas/fruto	66	13,00	46,00	26,92	0,89	
Proporción de la pulpa (%)	66	32,79	55,93	44,25	0,57	
Proporción del epicarpio (%)	66	21,19	48,40	35,82	0,71	
Proporción de semillas (%)	66	6,11	23,81	15,49	0,41	
Color de pulpa	L^*	20	81,12	88,87	84,55	0,25
	Hue	20	87,74	94,73	91,24	0,21
	Chroma	20	18,48	37,91	29,65	0,69

N=tamaño de la muestra; ES=error estándar; L^* =luminosidad; Hue=ángulo matiz; Chroma=saturación

La temperatura de almacenamiento únicamente afectó el valor de Hue de la pulpa (Tabla 2). Sin embargo, los análisis de medidas repetidas en el tiempo indicaron que el color de la pulpa, en términos de L*, Hue y Chroma, no es el mismo en los seis momentos temporales evaluados (Tabla 2), esto significa que la variación observada con el transcurrir del almacenamiento fue similar en ambas condiciones de temperatura.

Los valores más altos de Hue de la pulpa encontrados en la condición más fría de temperatura (Tabla 2) indican que la pulpa adquirió, durante el almacenamiento, tonos amarillos más puros que en la condición de 4±2°C.

En términos de evolución, el color de la pulpa (L*, Hue y Chroma) siguió una tendencia cúbica ($P \leq 0,01$), independientemente de la condición de temperatura a la que estuvo almacenada (Tabla 2).

Al caracterizar los frutos, desde el punto de vista químico, se encontró que el valor de SST fue $12,5 \pm 0,31^\circ\text{Brix}$ (Tabla 3), similar al señalado por Costa *et al.* (2003). Por su parte, el pH de la pulpa de los frutos varió entre 2,80 y 3,58, con un valor promedio de $3,05 \pm 0,02$ (Tabla 3), semejante a la media reportada por Matos *et al.* (2008).

Los valores de ATT oscilaron entre 1,34 y 3,65%, con una media de $2,57 \pm 0,07\%$ (Tabla 3). En la literatura, si bien existen reportes de ATT similares a los obtenidos en este estudio (Costa *et al.* 2003), se encuentran trabajos discrepantes (Hernández y Galvis 1994; Hernández *et al.* 2006; Matos *et al.* 2008). Quizás, las diferencias observadas sean consecuencia del estado de maduración que poseían los frutos al momento de la recolección.

Tabla 2. Evolución del color de pulpa en función de la temperatura y tiempo de almacenamiento.

COLOR DE PULPA						
Temperatura °C	Dias de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Chroma (°)						
4±2	26,98 b	20,70 a	29,37 a	26,33 a	27,55 a	24,04 b
-24±2	32,30 a	20,18 a	28,39 a	25,08 a	27,73 a	28,82 a
	*	ns	ns	ns	ns	*
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					
Value (L)						
4±2	85,31 a	76,88 a	80,55 b	83,41 a	82,33 a	84,32 a
-24±2	83,77 a	78,45 a	82,49 a	83,05 a	82,96 a	83,11 a
	ns	ns	*	ns	ns	ns
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					
Hue (°)						
4±2	91,57 a	87,22 b	88,55 b	90,26 b	89,58 b	90,33 b
-24±2	90,92 a	89,26 a	90,97 a	92,05 a	92,40 a	92,47 a
	ns	*	*	*	*	*
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					

ns; *,**: no significativo y significativo $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente. Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes entre sí.

MR: medidas repetidas en el tiempo. Cb: cúbica.

Tabla 3. Características químicas de frutos de Copoazú al momento de la recolección.

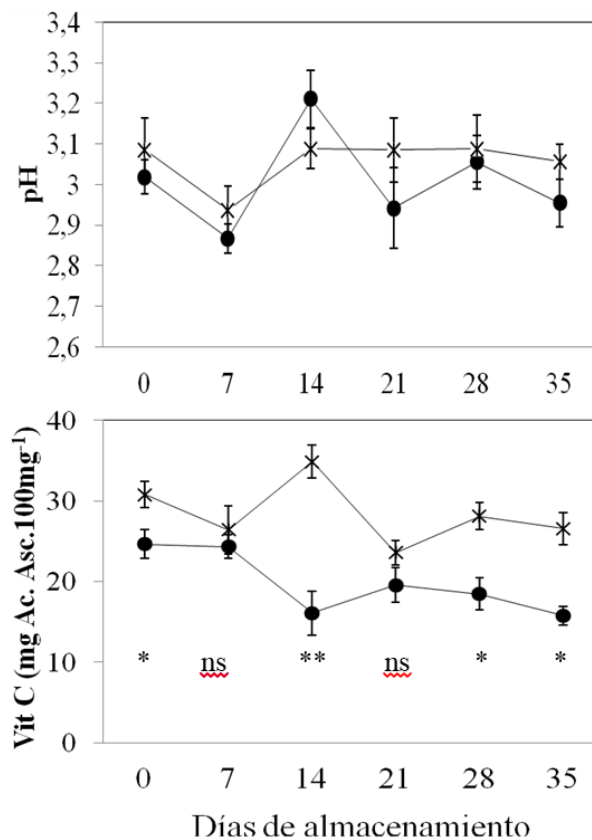
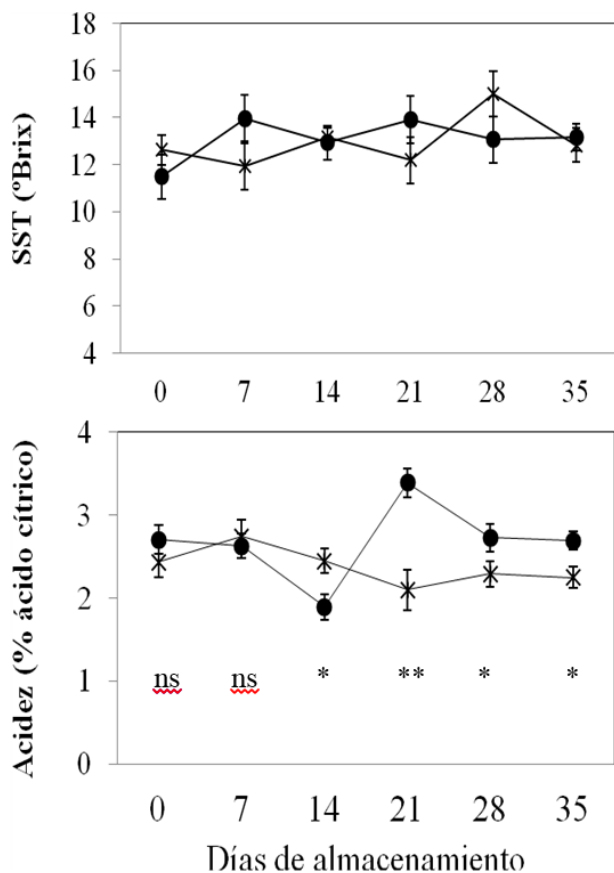
Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	ES
SST (°Brix)	20	7,90	16,50	12,05	0,31
pH	20	2,80	3,58	3,05	0,02
ATT (%ac)	20	1,34	3,65	2,57	0,07
Vitamina C (mg ac.asc.100mg ⁻¹)	20	18,67	36,75	27,71	0,76

ES=error estándar, N=número de muestras, %ac=porcentaje de ácido cítrico, ac.acs=ácido ascórbico.

Con respecto al contenido de vitamina C, la cantidad de ácido ascórbico encontrado en la pulpa varió de 18,67 y 36,75 mg.100 g pulpa⁻¹, con una media de 27,71±0,76 mg.100 g pulpa⁻¹. Valores semejantes a los señalados por la TCA (1999).

En general, nuestros resultados muestran que el copoazú de la amazonia venezolana está dentro de los estándares de identidad y calidad (PIQs) establecidos para la pulpa de copoazú, según el Ministerio de Agricultura y Abastecimiento brasileiro (2000).

Por su parte, la temperatura de almacenamiento no afectó el contenido de SST y pH de la pulpa en cada momento de evaluación; mientras que la ATT y el contenido de vitamina C fueron afectados por la temperatura (Figura 1). Así mismo, los análisis de medidas repetidas en el tiempo permitieron concluir que, el pH de la pulpa, la ATT y el contenido de vitamina C, a diferencia de los SST, variaron con el transcurrir del almacenamiento, aunque sólo el contenido de vitamina C manifestó tendencia significativa (P≤0,01), al decrecer linealmente (Tabla 4).



ns; *,**: no significativo y significativo P≤0,05 y P≤0,01, respectivamente.

Figura 1. Contenido de SST, pH, ATT y vitamina C en pulpa de copoazú almacenada en dos condiciones de temperatura (● 4±2°C; × -24±2°C).

La tendencia al incremento paulatino de los SST con el transcurrir del tiempo de almacenamiento y la disminución del contenido de vitamina C, parecen indicar que se emplean más los ácidos que azúcares para el proceso respiratorio, tal como indican Hernández y Hernández (2012). Al respecto se ha reportado que frutos como la manzana y el tomate presentan descenso en el contenido de vitamina C durante el almacenamiento (Kalt 2005; López-Valenzuela *et al.* 2011), debido al proceso respiratorio del fruto para obtener la energía requerida para sus funciones metabólicas.

Al parecer, la condición de temperatura de -24±2°C resulta en una mejor calidad nutricional de la pulpa de copoazú, ya que permite retrasar la degradación de la vitamina C y acumular mayor cantidad de ATT, esta última principalmente posterior a los 21 días después del almacenamiento.

En las dos condiciones de temperatura, el pH presentó valores más o menos estables, aunque

Tabla 4. Tendencia en valores de SST, pH, ATT y vitamina C en pulpa de copoazú en función del factor tiempo como medida repetida.

	SST	pH	ATT	Vit. C
Tendencia lineal	ns	ns	ns	**
Tendencia cuadrática	ns	ns	ns	ns
Tendencia cúbica	ns	ns	ns	ns
Tiempo (MR)	ns	*	*	*

ns; *,**: no significativo y significativo $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente.

MR: medidas repetidas en el tiempo.

bajos, valores característicos en el fruto de esta especie (Silva y Silva 1997).

CONCLUSIONES

Existió gran disparidad entre las masas frescas de los frutos. Sin embargo, el resto de las variables físico químicas fluctuaron en menor magnitud.

De las tres fracciones del fruto: pulpa, epicarpio y semillas, la pulpa fue más representativa (44,25 %) que junto a las semillas, permite aprovechar 59,74% de la masa fresca total del fruto.

La pulpa de copoazú almacenada por un período de hasta 35 días a temperatura de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ adquiere tonos amarillos más puros.

El pH de la pulpa, la acidez total titulable y el contenido de vitamina C, a diferencia de los sólidos solubles totales, variaron con el transcurrir del almacenamiento. Sin embargo, sólo el contenido de vitamina C y la acidez total titulable fueron afectados por la temperatura de almacenamiento.

El almacenamiento de pulpa de copoazú a $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ fue efectivo para retrasar la degradación del ácido ascórbico, además que afecta positivamente la síntesis de ácidos orgánicos. Este comportamiento puede ser una alternativa útil para extender la vida de anaquel y el periodo de comercialización de la pulpa, aspecto que puede beneficiar a productores, distribuidores y comerciantes.

REFERENCIAS

Argüello, H. y Bolaños, C. 1999. Obtención de frutos de buena calidad y procesamiento de

Copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Universidad Nacional de Colombia, sede Leticia. IMANI. AMUC. PRONATTA. 24 pp.

Barbosa, C., Nazaré, F. y Nagata L. 1978. Estudios físicos y químicos de los frutos: bacuri (*Platonia insignis*), cupuagu (*Theobroma grandiflorum*) y murici (*Byrsonima crassifolia*). Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5: 797-808.

Cardona, J., Díaz, R., Gutiérrez, R., Hernández, M. and Fernández-Trujillo, J. 2013. Clarification effects in a functional copoazú (*Theobroma grandiflorum*) beverage. Foods. 1:1-7.

Carvalho, J., Muller, C., Benchimol, R., Kate, A. y Alves, R. 1999. Copoasu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) Shum.]: Cultivo y utilización. Secretaría Pro-tempore del Tratado de Cooperación Amazónica. Caracas. 142 pp.

Cavalgante, P. 1988. Frutas comestíveis da Amazonica de rev. Ampl. Belem: Museu Paraense Emilio Goeldi; Companhia Souza Cruz Industria e comercio. pp. 90- 93.

Clement, C., Cristo-Araújo, M., d'Eeckenbrugge, G., Pereira, A. and Picanço-Rodrigues, D. 2010. Origin and domestication of native Amazonian crops. Diversity Brasileira. 2(1): 72-106.

Costa, M., Arraes, G., Moreira, M., Figueiredo, R., Nassu, R. e Sabino, J. 2003. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. Rev. Bras. Frutic. 25(2): 213-215.

- Hernández, L. and Hernández, G. 2012. Growth and development of the cupuaçu fruit (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex Spreng.] Schum.) in the western Colombian Amazon. *Agronomía Colombiana* 30(1): 95-102.
- Hernández, M. y Galvis, A. 1994. Análisis de crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del Copoazú. *Colombia Amazónica* 7(1-2):157-167
- Hernández, M., Barrera, J., Carrillo, M., Martínez, O., Melgarejo, L., Galvis, J., Casas, A. y Bolaños, C. 2006. Crecimiento y desarrollo de los frutos de especies promisorias del genero *Theobroma*, bajo condiciones de la Amazonia norte colombiana. In: Melgarejo, L., Hernández, M., Barrera, J. and Carrillo, M., eds. *Theobroma*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI); Universidad Nacional de Colombia; Ed. Script, Bogotá. pp. 107-136.
- Kalt, W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science* 70(1):11-19.
- López-Valenzuela, J., Valverde-Juárez, F., Mejía-Torres, S., López-Angulo, G. y Vega-García, M. 2011. Efecto del almacenamiento en atmósfera controlada sobre la calidad poscosecha y nutricional del tomate. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 17(2): 115-128.
- Matos, C., Souza, C., Faria, J., Oliveira, S., Santos, L. y Sacramento, C. 2008. Características físicas e físico-químicas de Cupuaçus de diferentes formatos. *Rev. ciênc. agrár. Belém*, 50: 35-45.
- Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2000. Instrução Normativa nº1de 07 de janeiro. Aprova o Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da União, Brasília-DF, Seção I*. 54 pp.
- Moreira, J. 2009. Desidratação de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em estufa com circulação de ar forçado. Tese MSc. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil. 84. pp.
- Quijano, C. and Pino, J. 2007. Volatile compounds of copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schumann) fruit. *Food Chemistry*. 104(3):1123-1126.
- Ribeiro, G. 2000. A cultura do cupuaçuzeiro em Rondônia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa). Segunda edição. Porto Velho. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 48. 43 pp.
- Ribeiro N., Sacramento, C., Barreto, W. e Santos Filho, L. 1992 Características físicas e químicas do frutos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do sudeste da Bahia. *Agrotrópica*. 4(2):33-37.
- Silva, F. and Silva, C. 1997. Quality optimization of hot filled pasteurised fruit purees: container characteristics and filling temperatures. *J. Food Eng.* 32:351-364.
- Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). 1999. Copoazú [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Shum.]: cultivo y utilización. Manual técnico. Caracas, Venezuela: FAO; Santiago, Chile: A & C Impresores. 142 p. [Libro en línea]. En: www.otca.org.br/publicacao/spt-tca-per-50.pdf. [enero, 2014].
- Vargas, G. y Argüelles, J. 2000. Clasificación y caracterización morfoagronómica del germoplasma de cinco especies frutales amazónicas. Instituto Amazónico de investigaciones científicas, SINCHI. San José del Guaviare, Colombia. 28 p.
- Venturieri, G. e Lopes, J. 1988. Composição do chocolate caseiro de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum). *Acta Amazônica* 18 (1-2): 3-8.
- Villachica, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorias del Amazonas. Nº 44. Lima, Perú. pp. 103-112.

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RIEGO SOBRE EL CULTIVO DE CARAOTA (*Phaseolus vulgaris* L.)*

Effect of different irrigation depths on black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop

Hugo Escobar¹, José Ortiz¹, Héctor Miranda¹ y Douglas Peroza¹

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de riego, con respecto a la evapotranspiración del cultivo (ETc), sobre el rendimiento y sus componentes, índice de cosecha y eficiencia de uso de agua en el cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). El experimento se realizó en el Campo Experimental de Riego del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, la variedad utilizada fue Tacarigua, sembrada a una densidad de 250.000 plantas ha⁻¹ en un diseño experimental de bloques al azar. Para establecer el cultivo, en los primeros 18 días después de la emergencia, se suplió la necesidad hídrica total, a partir de allí se iniciaron los tratamientos 120; 100; 80; 60 y 40% de la ETc. La aplicación más la precipitación generaron láminas de 187; 172; 160; 148 y 136 mm durante el ciclo de cultivo. Los resultados permiten concluir que hubo diferencias significativas para el número de granos por vaina (5,5; 5,6; 5,4; 4,9 y 4,8, respectivamente) y que el rendimiento respondió proporcionalmente a las láminas evaluadas, el mayor rendimiento (2.623 kg ha⁻¹) ocurrió con la mayor lámina aplicada, el cual se diferenció significativamente de los otros tratamientos; las demás láminas, en orden decreciente, produjeron 2.314; 2.152; 2.060 y 1997 kg ha⁻¹.

Palabras clave: evapotranspiración, riego por goteo, rendimiento y sus componentes, eficiencia de uso del agua.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of different irrigation doses, regarding crop evapotranspiration (ETc), about yield and its components, harvest index, and water use efficiency in the black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. The experiment was conducted in the Irrigation Experimental Land of faculty of Agriculture at the University Centroccidental Lisandro Alvarado, the variety used was Tacarigua, seeded at a density of 250,000 plants ha⁻¹ in a block designed randomly. To set the crop, in the first 18 days after emergence, was supply total water need; thereby, were applied the treatment 120; 100; 80; 60 and 40% ETc. These percentages plus precipitation resulted depths 187; 172; 160; 148 and 136 mm during growth season. The results show significant differences for the number of grains per pod (5.5; 5.6; 5.4; 4.9 y 4.8, respectively), and yield responded proportionately to the irrigation depths evaluated, resulting in the highest yield (2,623 kg ha⁻¹) applied to the largest irrigation depths that differ significantly from other treatments; the rest of depths, in decreasing order, produced 2,314; 2,152; 2,060 and 1,997 kg ha⁻¹.

Key words: Evapotranspiration, drip irrigation, yield and its components, water use efficiency.

(*) Recibido: 10-11-2013

Aceptado: 15-07-2014

¹ Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" UCLA, Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela.

E-mail: Hjaviere100@yahoo.com.mx, jortiz@ucla.edu.ve, hmiranda@ucla.edu.ve, dperoza@ucla.edu.ve

INTRODUCCIÓN

Venezuela no escapa a la inseguridad alimentaria, en consecuencia se debe generar en las próximas décadas los alimentos que requiere. Entre los aspectos técnicos que pueden tener mayor impacto en la obtención y mantenimiento de la seguridad alimentaria destaca el manejo del riego en zonas donde tiende a ser irregular la distribución de las precipitaciones, el cual se debe optimizar mediante el conocimiento preciso de las necesidades hídricas de los cultivos bajo condiciones tropicales (Oliveira *et al.* 2009). Un cultivo de alta importancia para la seguridad alimentaria es la caraota (Mora y Rojas 2008), la leguminosa más apetecida por el consumidor venezolano y una fuente de proteína vegetal de alta calidad y de bajo costo.

Debido a la necesidad de hacer uso eficiente del agua, en otras regiones del mundo se han enfocado en investigaciones con respecto al comportamiento del cultivo de caraota bajo condiciones de estrés hídrico. Calvache *et al.* (1997) reportaron que el déficit hídrico total o en alguna etapa de desarrollo produjo menor rendimiento que con riego total, concluyeron que la fase de floración es la más sensible al estrés hídrico. En la misma línea, Folegatti *et al.* (1999) indicaron que no existen diferencias significativas en el rendimiento en granos, número de vainas por planta, número de granos por vaina y materia seca de la parte aérea, cuando se aplica de 50 a 100% de la lámina útil al final del surco.

Castañeda *et al.* (2006) reportaron reducciones en el rendimiento de semilla de 10, 57 y 50% cuando el cultivo fue sometido a estrés en las fases de floración, formación de vaina y llenado de semilla, respectivamente. Ucar *et al.* (2009) encontraron que las reducciones del rendimiento, en términos generales, son más significativas cuando el estrés se presenta en las etapas de floración y llenado del grano, no existen diferencias significativas cuando se satisface entre 75 y 100% de las necesidades hídricas en las etapas de floración y llenado de grano, y entre 50 y 100% en las etapas de crecimiento vegetativo y maduración. Igualmente señalaron que la mayor eficiencia de uso del agua se obtuvo cuando la

lámina aplicada representó 75% de la evapotranspiración del cultivo.

Beserra *et al.* (2009) afirmaron que el número de vainas por planta mostró diferencias significativas cuando aplicaron 100% de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en la etapa de floración; así mismo concluyeron que la eficiencia del uso del agua aplicada es máxima cuando se repone 75% de la ET_o en esa etapa. Efetha *et al.* (2010) indicaron que los mayores rendimientos de semilla y eficiencia de uso del agua se logran cuando se mantiene el contenido de agua por encima del 60% de la capacidad de campo a una profundidad de 0,30 m durante la etapa de desarrollo vegetativo y a una profundidad de 0,60 m durante la floración, fructificación e inicio de la madurez. Bastos *et al.* (2011) informaron que la aplicación de una lámina equivalente al 100% de ET_o produjo el mayor rendimiento en grano.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de riego, con respecto a la evapotranspiración del cultivo, sobre el rendimiento y sus componentes, índice de cosecha y eficiencia de uso del agua en el cultivo de caraota.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental de Riego del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, ubicado en Tarabana, estado Lara, el cual se encuentra geográficamente a 10° 01' 07,81" de latitud norte, 69° 17' 28,74" de longitud oeste y una altitud de 510 msnm, los datos climáticos medios anuales de los últimos 30 años de la zona son: temperatura media de 25°C, precipitación media anual de 812,6 mm, humedad relativa promedio de 74,6%, radiación solar de 371 cal cm⁻² y 2084,9 mm de evaporación. El suelo es franco (46% de arena, 28% de limo y 26% de arcilla) con una densidad aparente de 1,42 g cm⁻³.

El suelo se preparó con 2 pases de big-rome y se aplicó un control de malezas en preemergencia con un herbicida de amplio espectro (Paraquat). Se sembró en la temporada

que la ejecutan los productores, al inicio del segundo pico de precipitaciones del año, en el caso de la zona de Tarabana corresponde al lapso comprendido desde la segunda semana de octubre hasta la primera semana de noviembre (Rodríguez 2003).

La densidad de siembra del cultivar utilizado (Tacarigua) fue 250.000 plantas ha⁻¹, distribuidas a una distancia de 50 cm entre hileras y 8 cm entre planta, en un diseño experimental de bloques al azar constituido por 5 bloques con 5 tratamientos cada uno. Los bloques se establecieron según la variabilidad en cuanto al color del suelo que visualmente se apreciaba y la pendiente del terreno. Cada tratamiento constaba de 4 hileras de siembra de una longitud de 15 metros cada una.

Para determinar las cantidades precisas de fertilizantes a aplicar se analizó el suelo del área de experimento a profundidades de 0- 20 y de 20 - 40 cm, los resultados se muestran en la Tabla 1. Se utilizó tal información y los requerimientos de nutrientes del cultivo por etapa para la planificación de la fertilización, la cual fue igual para todos los tratamientos.

Las cantidades aplicadas de cada uno de los macronutrientes se muestran en la Tabla 2, calculadas con el Servicio Automatizado de Manejo Adecuado de Nutrientes (SAMAN) de la industria Petroquímica nacional (Pequiven).

Cabe destacar que se realizaron las prácticas agronómicas respectivas para asegurar las condiciones adecuadas para obtener máximo rendimiento del cultivo, entre ellas el control de malezas con productos químicos, se utilizó Fosmesafen para las especies de hoja ancha y

control manual para las gramíneas hasta el momento en que se superó el periodo crítico de competencia que es de 1 a 35 días después de la siembra. Por otra parte la fertirrigación se aplicó de acuerdo con los requerimientos del cultivo en cada etapa de desarrollo.

Durante la etapa de establecimiento del cultivo la demanda hídrica fue satisfecha mediante riego por aspersión en aquellos momentos en que la precipitación no fue suficiente, se utilizaron aspersores Rain Bird 70E que emitían 1,2 Ls⁻¹, y alcanzaban un diámetro de 40 m a una presión de 45 PSI.

Posteriormente el cultivo se regó mediante un sistema de goteo, se utilizaron cintas de 16 mm de diámetro con goteros separados a 30 cm, las cuales se ubicaron entre 2 hileras de cultivo. Como fuente de agua se utilizó un tanque de 120 m³, de donde se impulsó y presurizó el sistema con una motobomba de 2 HP.

Para calcular la demanda hídrica del cultivo se usó la tina de evaporación tipo A y un pluviómetro, los cuales se instalaron en lugar cercano a la parcela experimental, con los datos recabados se realizó el balance hídrico los días 3 y 6 de la semana, se regó bajo el esquema de frecuencia fija y lámina variable. Cabe destacar que para la realización del balance hídrico es necesario la evapotranspiración del cultivo y la precipitación efectiva, como la tina de evaporación refleja la cantidad evaporada, se multiplicó por el coeficiente de tina (Kp) de la zona (0,79), determinado por Pire y Rodríguez (2007), que permitió obtener la evapotranspiración de referencia (ET_o), esta a su vez fue multiplicada por los coeficiente de cultivo (Kc) tabulados por la

Tabla 1. Análisis químico del suelo de la parcela experimental.

Prof. cm	pH	CE dSm ⁻¹	MO %	P	Ca	Mg Mg kg ⁻¹	K
0-20	8,3	0,16	3,3	5	5279 ^a	128	188
20-40	8,3	0,18	2,9	3	5721 ^a	104	99

^a Presencia de carbonatos

Tabla 2. Dosis de macronutrientes aplicados (kg ha⁻¹).

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
82	84	42	11

FAO (Allen *et al.* 1998) para cada etapa de desarrollo, para así obtener la ETc. La precipitación efectiva fue estimada por la metodología propuesta por Ogrosky y Mockus (1964).

Una vez obtenida la ETc, se multiplicó por los factores de 1,2; 1,0; 0,8; 0,6 y 0,4 para generar los tratamientos a evaluar. Para obtener precisión en la aplicación del volumen de agua se colocaron medidores volumétricos (hidrómetros) en cada unidad experimental, en los cuales se contabilizó la cantidad de agua que correspondía aplicar en cada riego, el paso de agua se cerró una vez suministrada la dosis, para obtener el volumen a aplicar se usó la Ecuación (1):

$$\text{Volumen} = \left((LE \times Kp \times Kc \times \text{Factor de tratamiento} \times KI) - PE \right) \times A \quad (1)$$

LE es la lámina evaporada en el periodo considerado, **Kp** el coeficiente de tina, **Kc** el coeficiente de cultivo, **KI** el factor de localización (relación entre el área de sombreado del cultivo y el área de suelo ocupada por las plantas), **PE** la precipitación efectiva y **A** el área que ocupa la parcela de cada tratamiento.

En los primeros 18 días después de la siembra, el cultivo recibió 56 mm como riego de asiento para asegurar la germinación, emergencia y arraigo del cultivo en todas las parcelas experimentales. A partir de esa fecha los riegos diferenciales aportaron 81; 66; 54; 42 y 30 mm, valores que representan los porcentajes preestablecidos a evaluar. El agua aplicada a través del riego más la precipitación efectiva (50 mm) resultó en láminas de 187; 172; 160; 148 y 136 mm durante el ciclo del cultivo. Estas láminas totales, al tener implícita los riegos de asiento y la precipitación, que no se puede controlar a nivel de campo, originaron porcentajes de agua recibida por el cultivo distinto a los que se pretendía

someter el cultivo inicialmente.

De las 4 hileras correspondientes a cada unidad experimental se tomaron las 2 centrales para realizar las mediciones respectivas, las otras 2 sirvieron de bordura para eliminar la interferencia entre tratamientos. Para la estimación de componentes del rendimiento se recolectaron 5 plantas al azar en estado de cosecha, se contó el número de vainas planta⁻¹, granos vainas⁻¹ y peso de 100 semillas. El índice de cosecha se calculó como la relación entre el peso de los granos y la parte vegetativa de cada planta, una vez secados en estufa a una temperatura de 60°C. La eficiencia de uso del agua se obtuvo como la relación entre el peso del grano y la cantidad de agua recibida por el cultivo para cada tratamiento. Para la determinación del rendimiento se delimitaron 10 m² de las hileras centrales de cada unidad experimental y se cosechó la totalidad de plantas.

Las variables evaluadas fueron analizadas según un diseño de bloques al azar previo a verificación del cumplimiento de los supuestos exigidos por el análisis de varianza, para la separación de medias se empleó la prueba de Tukey a 5% de probabilidad, se usó el programa Statistix 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes del rendimiento

Número de vainas por planta

En la Tabla 3 se muestran valores del número de vainas por planta (NVP). No se observó efecto significativo ($P > 0,05$) de la lámina de agua sobre el NVP, lo cual se puede deber a que en el lapso previo a la plena formación de vainas ocurrieron eventos de precipitación que suplieron la demanda hídrica en todos los tratamientos de manera uniforme, con ello se eliminó parte del efecto de la lámina de agua que recibió el cultivo.

Tabla 3. Valores de rendimiento y sus componentes en cultivo de caraota sometido a diferentes dosis de riego.

Lámina de riego (mm)	187	172	160	148	136
NVP	14,9	16,5	14,8	16,7	13,6
NGV	5,5 ^a	5,6 ^a	5,4 ^{ab}	4,9 ^b	4,8 ^b
P100S (g)	21,9	21,1	21,5	22,5	21,8
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	2.623,4 ^a	2.313,7 ^b	2.151,9 ^{bc}	2.059,7 ^c	1.996,9 ^c

NVP: número de vainas por planta; NGV: número de granos por vaina; P100S: peso de cien semillas. Medias con superíndices diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Estos resultados están en el rango encontrado por Calvache *et al.* (1997), quienes reportaron entre 12,0 y 22,1 vainas por planta; pero difieren de los reportados por Folegatti *et al.* (1999) y Castañeda *et al.* (2006) que informaron cifras de 8,5 – 12,2 y 19,3 – 24,7, respectivamente, tales desviaciones pueden estar determinadas por características propias de las variedades evaluadas (Aroana 80 y Frijol negro precoz, respectivamente), así como por el manejo agronómico al cual fue sometido el cultivo (100; 50 y 0% de agua útil al final del surco; y sin riego y estrés hídrico durante las etapas de formación de vainas y llenado de semillas, respectivamente).

Número de granos por vaina

En cuanto al número de granos por vaina (NGV), se encontró efecto significativo (Tabla 3), esto puede deberse a que durante el inicio de formación de granos no ocurrieron eventos de precipitación, lo cual causó que el cultivo dependiera en mayor cuantía de los riegos aplicados, esto estimuló a las plantas con menores láminas de riego a cuajar las semillas que habían formado y a detener la formación de nuevas semillas, lo cual implica que una vez se forman las vainas se determina el número de granos.

Estos resultados son superiores a los encontrados por Calvache *et al.* (1997), Folegatti *et al.* (1999), Castañeda *et al.* (2006) y Barrios *et al.* (2010) quienes reportaron rangos de NGV entre 3,87 – 4,5; 3,6 – 4,3; 4,0 – 4,9 y 3,3 – 3,7, respectivamente. Con base en estos resultados se puede inferir que este componente tuvo más efecto sobre el rendimiento.

Peso de 100 semillas

En el componente peso de 100 semillas (P100S), no se encontró efecto ($P > 0,05$) de los tratamientos (Tabla 3). Tal respuesta posiblemente se debe a que en el periodo de llenado de grano ocurrieron eventos de precipitación que suplieron la demanda hídrica de manera uniforme y eliminó efecto de tratamiento.

Estos resultados son similares a los reportados por Lozada (1993) para la variedad

Tacarigua durante dos épocas de siembra en la localidad de Sanare, estado Lara, quien reportó 21,8 g 100semillas⁻¹, pero a su vez difieren por exceso y por defecto de los reportados por Castañeda *et al.* (2006) y Barrios *et al.* (2010); estos autores informaron de 18,2 a 20,5 y 24,5 a 26,6 g 100semillas⁻¹, respectivamente, posiblemente esto obedece a características propias de las variedades utilizadas y a efecto de tratamientos aplicados.

Rendimiento

El efecto de tratamientos sobre el rendimiento fue significativo (Tabla 3), esto se debe en primer lugar a las diferencias en el número de granos por vaina, producto de diferencias más marcadas entre tratamientos en el inicio de la formación de granos, lo que induce a las plantas con mayor disponibilidad de agua a cuajar un mayor número de granos por vaina. Calvache *et al.* (1997) y Castañeda *et al.* (2006) evaluaron riego deficitario y sequía en distintas etapas fenológicas, encontraron que la mayor reducción del rendimiento se observó cuando el estrés hídrico se impuso al comienzo de la formación de granos. Así mismo, tal respuesta es debida a que las plantas con mayor disponibilidad hídrica tienen un mayor índice de área foliar y una mayor razón de área foliar, captan mayor energía solar y aumentan así la producción de fotosintatos que luego se almacenan en los granos (Castañeda *et al.* 2006). Igualmente, esta respuesta está influenciada por el efecto acumulado del riego sobre las plantas en las etapas fenológicas de floración y fructificación (Folegatti *et al.* 1999; Ucar *et al.* 2009).

Estos resultados son similares a los reportados por Calvache *et al.* (1997), Ucar *et al.* (2009) y Barrios *et al.* (2010), quienes encontraron rangos de rendimiento de 1.162,67 – 2.967,64; 1.940 – 2.430 kg ha⁻¹ y 1.756 – 2.440 kg ha⁻¹, respectivamente. A su vez son más elevados que los reportados por Folegatti *et al.* (1999), los cuales consiguieron rendimientos entre 858,2 y 1.459,8 kg ha⁻¹, esta diferencia en el rendimiento puede ser debida al sistema de riego utilizado, ya que en estos trabajos se regó por surco, el cual es de baja frecuencia de aplicación y el cultivo está sometido a cortos periodos de baja disponibilidad

hídrica que afecta el crecimiento y rendimiento. En los sistemas de fertiriego por goteo la frecuencia de aplicación es alta, se logra la suplencia de agua y fertilizantes en los momentos oportunos que favorecen una mayor expresión del potencial de producción de los cultivos.

Índice de cosecha

No hubo efecto ($P > 0,05$) de riego sobre el índice de cosecha (IC), por lo que la proporción de granos producida con respecto a la masa total de una planta no fue afectada por la lámina de agua que recibió el cultivo. En la Tabla 4 se muestran los valores medios del IC obtenidos en los diferentes tratamientos.

Tabla 4. Índice de cosecha promedio en cultivo de caraota sometido a diferentes dosis de riego.

Lámina de riego (mm)	187	172	160	148	136
Índice de cosecha	0,52	0,53	0,51	0,53	0,55

Calvache *et al.* (1997) reportaron valores de IC máximo de 0,71 para el cultivo que solamente fue estresado en la etapa vegetativa y de 0,37 para las plantas que no recibieron riego a lo largo del ciclo del cultivo. Muñoz *et al.* (2007) encontraron valores entre 0,31 y 0,39 para distintas variedades sometidas o no a estrés hídrico, respectivamente. Díaz *et al.* (2008) consiguieron IC entre 0,38 y 0,56 en diferentes variedades de color negro en México. Los resultados encontrados en el presente estudio están dentro de este rango. Ortiz *et al.* (2012) encontraron valores de IC de 0,64 durante dos ciclos del cultivo regado por sistemas de aspersión.

Eficiencia de uso del agua

En la Tabla 5 se muestran los valores medios de la eficiencia de uso del agua (EUA), para esta variable se encontró que el efecto del tratamientos no fue significativo; la cantidad de granos producida en una hectárea por milímetro de lámina total recibida por el cultivo no varió cuando está entre 136 y 187 mm. Con base en este resultado y considerando que el mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicaron 187 mm, se puede catalogar este tratamiento como el mejor.

Tabla 5. Valores promedio de eficiencia de uso del agua.

Lámina de riego (mm)	187	172	160	148	136
EUA ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$)	14,0	13,3	13,3	13,9	14,6

EUA = Eficiencia de uso del agua

El resultado promedio de EUA para todos los tratamientos fue $13,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$, ubicado dentro del rango reportado por Ucar *et al.* (2009), quienes informaron EUA entre 0 y $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ con riego deficitario, a su vez duplican la EUA conseguida por Calvache *et al.* (1997) y Muñoz *et al.* (2007), los cuales reportaron rangos de 5,5 – 7,4 y 6,2 – $6,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$, respectivamente, tal respuesta es debida a la eficiencia de riego que se consigue con los sistemas de riego por goteo.

CONCLUSIONES

Para los componentes del rendimiento el impacto de dosis de riego sólo tuvo efecto significativo sobre el número de granos por vaina. El rendimiento del cultivo respondió proporcionalmente a las láminas evaluadas, el mayor rendimiento (2623 kg ha^{-1}) ocurrió para la mayor lámina aplicada (187 mm).

El índice de cosecha y la eficiencia de uso del agua no mostraron diferencias significativas para los tratamientos evaluados.

REFERENCIAS

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Barrios, E., López, C., Kohashi, J., Acosta, J., Miranda, S. y Mayek, N. 2010. Rendimiento de semilla y sus componentes en frijol flor de mayo en el centro de México. Revista Agrociencia 44: 481-489.
- Bastos, L., Beserra, M., Chohaku, G. e Freire da Silva, T. 2011. Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. Revista Bragantia 70(3): 715-721.
- Beserra, M., Bastos, L., Freire da Silva, T., Oliveira, E. e Monteiro, J. 2009. Efeito da

- lâmina de irrigação na produtividade do feijão-caupi no semi-árido brasileiro. XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Juazeiro, Petrolina.
- Calvache, M., Reichard, K., Bacchi, O. and ourado, D. 1997. Deficit irrigation at different growth stages of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Imbabello). *Revista Scientia Agrícola* 54 (especial):1-16.
- Castañeda, M., Córdova, L., González, V., Delgado, A., Santacruz, A. y García, G. 2006. Respuestas fisiológicas, rendimiento y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. *Interciencia* 31(6): 461-466.
- Díaz, E., Acosta, J., Ramírez, M. y Padilla J. 2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 34(1): 13-20. [Revista en línea]. En: http://www.inifap.gob.mx/revistas/ciencia_agricola/vol34_num1.pdf. [Consulta: mayo, 2012].
- Efetha, A., Harms, T. and Bandara, M. 2010. Irrigation management practices for maximizing seed yield and water use efficiency of othello dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in southern Alberta, Canada. *Irrigation Science* 29(2): 103-113.
- Folegatti, M., da Silva, V. e Sanchez, A. 1999. Rendimiento do feijoeiro irrigado submetido a diferentes lâminas de água com irrigação por sulco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 3(3): 281-285.
- Lozada, C. 1993. Comportamiento de 10 cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) durante dos épocas de siembra en Sanare, estado Lara. *Bioagro* 5: 22-28.
- Mora, E. y Rojas, J. 2008. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). *Agroalimentaria* 25: 33-44.
- Muñoz, C., Allen, G., Westermann, D., Wright, J. and Singh, S. 2007. Water use efficiency among dry bean landraces and cultivars in drought-stressed and non-stressed environments. *Revista Euphytica* 155(3): 393-402.
- Ogrosky, H. and Mockus, V. 1964. Hidrology of Agricultural land. In: Ven Te Chow (Ed). *Handbook of applied hydrology*, McGraw-Hill. New York. 1467 p.
- Oliveira, A., Trezza, R., Holzapfel, E., Lorite, I. and Paz, V. 2009. Irrigation water management in Latin America. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69 (special): 7-16.
- Ortiz, J., Miranda, H. y Peroza, D. 2012. Distribución del agua bajo riego por aspersión y su efecto sobre el cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris*L.). *Revista UDO Agrícola* 12: 106-116.
- Pire, R. y Rodríguez, R. 2007. Evapotranspiración referencial (ET_o) medida vs. estimada en Tarabana (10°01' LN), estado Lara, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 25: 58-66.
- Rodríguez, R. 2003. Análisis de la información climatológica de la estación Miguel Luna Lugo del Decanato de Agronomía de la UCLA durante el periodo 1976-2002. Trabajo de ascenso. Decanato de Agronomía Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Cabudare, Venezuela. 108 p.
- Ucar, Y., Kadayifci, A., Yilmaz, H., Tuylu, G. and Yardimci, N. 2009. The effect of deficit irrigation on the grain yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in semiarid regions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7 (2): 474-485.

CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN OVINO CON DILUYENTES CONVENCIONAL Y AGUA DE COCO - LECHE DESCREMADA*

Sheep semen cryopreservation with conventional and coconut water - skim milk diluents

Jesús Díaz¹, Lisandro Urriola¹, César Zambrano¹, Julio Peraza¹ y Carlos Párraga¹

RESUMEN

Se evaluaron diluyentes a base de tris convencional (TC) y agua de coco (AC)-leche descremada (LD) en la criopreservación de semen ovino. El diluyente base para AC-LD fue, 10% de AC: citrato de sodio (2,9 %), con 70% LD, y para TC, 80 % tris, ambos con 15 % de yema de huevo y 5 % de glicerol. Cada diluyente y muestra de semen se dividió en dos fracciones (A y B) y alícuotas, respectivamente. A cada alícuota de semen se adicionó la fracción A (TC; AC-LD), y en la B se adicionó 10% de glicerol (baño María, 37 °C); se procedió a enfriamiento lento hasta 5 °C (2 horas). A la fracción A + semen (5 °C) se le adicionó la fracción B, en cuatro porciones (10, 20, 30 y 40 %), con 15 min entre cada adición y con tres horas de estabilización, luego se llenaron las pajillas y sellaron con alcohol polivinílico, se estabilizaron por 10 minutos en agua a 4°C, se sometieron a vapores de nitrógeno durante 20 minutos, y se sumergieron al nitrógeno líquido (-196 °C). Se evaluó motilidad individual progresiva (MIP) y porcentaje de espermatozoides vivos (PEV) al finalizar el periodo de estabilización (FPE), a los tres minutos, 48 horas y 7 días post congelación (PC) en tres pajillas por tratamiento. No hubo interacción diluyente x tiempo sobre las variables evaluadas. La MIP y PEV en TC se mantuvo por encima de AC-LD en todos los períodos considerados. PEV mostró un descenso mayor en AC-LD desde FPE a 3 min PC (55%) y de 48 h a 7 días-PC (23,7%) con respecto a TC (31,5 y 9,8 %). Esto definió un bajo PEV en AC-LD a los 7 días-PC (22,5 %), lo cual limita el uso de semen congelado con diluyente a base de AC-LD para fines de inseminación artificial.

Palabras clave: congelamiento, semen ovino, motilidad individual progresiva, porcentaje de espermatozoides vivos.

ABSTRACT

Tris extenders conventional (TC) and coconut water (AC)-skim milk (LD) in cryopreservation of ram semen were evaluated. The diluent base AC-LD was 10% AC: sodium citrate (2.9%) with 70% LD, and TC, 80% tris, both with 15% egg yolk and 5% glycerol. Diluents and each sperm sample were divided into two fractions (A and B) and aliquots respectively. Each aliquot was added semen diluent "A" (TC, AC-LD), and in the diluent B was added 10% glycerol (water bath, 37 °C); proceeded slowly cooling to 5 °C in two hours. The diluent A + semen (5 °C) was added the fraction B, in four portions (10, 20, 30 and 40%) with 15 minutes between each addition and three hours from stabilization, then filled and sealed straws polyvinyl alcohol, were stabilized for 10 minutes in water at 4 °C, subjected to nitrogen vapor for 20 minutes, and immersed in liquid nitrogen (-196 °C). Individual progressive motility (MIP) was assessed and percentage of live spermatozoa (PEV) at the end of the stabilization period (FPE), and in three minutes, 48 hours and 7 days post freezing (PC) in three straws per treatment. The variables measured were not affected by diluents x time interaction. The MIP and PEV in TC remained above AC-LD in all periods. PEV showed a greater decrease in AC-LD from FPE to 3 min PC (55%) and from 48 hours to 7 days-PC (23.7%) compared to TC (31.5 and 9.8%). This defined a low PEV in AC-LD at 7

(*) Recibido: 16-11-2013

Aceptado: 27-07-2014

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. czambrano33@hotmail.com

days-PC (22.5%), which limits the use of the frozen semen with diluent AC-LD based for purposes of artificial insemination.

Key words: freezing, ram semen, individual progressive motility, percentage of live spermatozoa.

INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de incrementar la oferta de alimentos de alto valor biológico en Venezuela para atender la demanda creciente de la población, la producción con ovinos se presenta como una excelente alternativa. Para mejorar los sistemas con ovinos en la región de los llanos es necesario incrementar la disponibilidad de material genético sobresaliente, y para tal fin la criopreservación de semen y la inseminación artificial son técnicas reproductivas disponibles para conseguir un rápido progreso genético.

Con la técnica de congelamiento del semen se incrementan las posibilidades de utilizar la inseminación artificial y se facilita el desarrollo de programas tendentes a mejorar esta especie, además la calidad genética de los ovinos aumenta y el costo de la adquisición de sementales disminuye.

El empleo de medios diluyoconservadores en el congelado del semen, permite prolongar la viabilidad de la célula espermática, rentabilizar los eyaculados obtenidos y conservar las dosis por un período amplio de tiempo. Diversas soluciones se han empleado como diluyentes para la congelación de semen de ovinos, los resultados de viabilidad han sido satisfactorios en la descongelación (Salamon y Maxwell 2000).

La leche es un líquido orgánico con propiedades biológicas para la conservación de los espermatozoides, pues posee capacidad amortiguadora, bactericida, viscosidad adecuada y abundancia de carbohidratos que son utilizados para proporcionar energía, además de lactosa que le confiere su propiedad crioprotectora (Balcázar y Porras 2009).

El plasma seminal de los pequeños rumiantes, contiene una enzima de tipo fosfolipasa "A" que actúa sobre los fosfolípidos de los diluyentes normalmente utilizados, esta reacción libera lisolecitinas y ácidos grasos que son tóxicos

para los espermatozoides (Nunes 1993).

La identificación de soluciones para conservación pobres en fosfolípidos es opción siempre y cuando generen buen desempeño tanto *in vivo* como *in vitro*, medido por la calidad del semen y tiempo de sobrevivencia. Dentro de las alternativas de diluyentes conservadores pobres en fosfolípidos se ha demostrado que el agua de coco favorece las características del semen *in vivo* e *in vitro* y de su fertilidad. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar diluyentes convencional (tris) y a base de agua de coco (*Cocos nucifera*) y leche descremada en la criopreservación de semen ovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Reproducción e Inseminación Artificial de la UNELLEZ, Mesa de Cavacas, Guanare, estado Portuguesa (9° 4' N; 69° 48' O). Las condiciones climáticas que caracterizan la zona son propias de un Bosque Seco Tropical. Se utilizó un semental ovino de la raza Santa Inés de 2 años de edad y 70 kg PV como fuente única de células espermáticas. El macho fue alojado en un corral individual y alimentado con una dieta de 500 g/día de alimento balanceado, heno de bermuda (*Cynodon dactylon*) *ad libitum*, además de agua y minerales a libre acceso.

Previo entrenamiento, acostumbramiento y adaptación del semental a la vagina artificial, se recolectó una muestra diaria de semen, con estímulo de una oveja sujeta a potro metálico y vagina artificial, hasta completar 10 eyaculados. Cada eyaculado fue dividido en dos alícuotas, una se preservó con diluyente a base de AC y LD (10:70) (Gutiérrez *et al.* 2006) y la otra en dilutor convencional Tris (Dalmazo 2008).

Una vez recolectado el semen se sometió a evaluación macroscópica, para determinar volumen, color, y consistencia; inmediatamente se

colocó en baño de María a 37 °C y se tomó una gota para evaluación microscópica. Para medir el pH se utilizó un potenciómetro portátil marca Termo Electron, modelo Orion.

Los valores mínimos requeridos para procesar la muestra fueron: 0,75 ml de volumen, 80% de motilidad individual progresiva (MIP), 85% de espermatozoides vivos (EV) y pH entre 6,5 y 7,5.

La evaluación microscópica consistió en determinar la motilidad masal (MM) e individual progresiva, de acuerdo con lo indicado por Evans y Maxwell (1990). Para determinar el porcentaje de espermatozoides vivos, se colocó en un portaobjetos, a la misma temperatura, una gota de semen y una gota de eosina-nigrosina, se homogenizó y utilizando otro portaobjeto se realizó el frotis, y de esta manera se contaron 100 células espermáticas en diversos campos de la laminilla por medio del microscopio (40 X), para precisar cuántos estaban teñidos en forma total o parcial.

Se utilizó una dilución fija de 1: 9 (semen: diluyente) para obtener una concentración aproximada de 120 millones de espermatozoides por 0,5 ml de muestra (Nunes y Fernández 2001). Cada diluyente se dividió en dos fracciones, A y B. Obtenido el semen, a cada alícuota se adicionó la fracción "A", y en la fracción "B" se adicionó 10% de glicerol, ambos en baño María, y posteriormente se procedió a enfriarlos lentamente de 37 °C a 5 °C en una cámara de refrigeración, en tiempo de 2 horas, con la finalidad de evitar un choque térmico en los espermatozoides.

A cada fracción "A" (TC; ACLD) + semen (5 °C) se le adicionó la fracción "B" que contenía el glicerol, en cuatro porciones (10, 20, 30 y 40 %),

con 15 min entre cada adición y con 3 horas de estabilización. Transcurrido este período se procedió al empajillado, se llenó cada una de las pajillas y se sellaron con alcohol polivinílico, se colocaron por 10 minutos en agua a 4°C para lograr su estabilización.

Una vez transcurrido el tiempo, se secaron las pajillas con toallas desechables a la misma temperatura de refrigeración, fueron llevadas a los vapores de nitrógeno durante 20 minutos. Luego se sumergieron en nitrógeno líquido (-196 °C).

Se evaluó motilidad individual progresiva y porcentaje de espermatozoides vivos, con microscopio de luz con aumentos de 10x y 40x (Ax *et al.* 2002), al finalizar el periodo de estabilización y a los tres minutos, 48 h y una semana después de congelación, en tres pajillas por tratamiento, las cuales se descongelaron en baño de María (37°C; 30"), se retiraron, secaron y cortaron de su extremo para colocar una gota del semen en portaobjeto temperado para evaluar su viabilidad.

La matriz de datos de MIP y PEV se analizó con el programa Statistix 8.0; aplicando análisis de varianza combinado en el tiempo para modelo completamente aleatorizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del semen ovino fresco

En la Tabla 1 se presentan las características del semen fresco de ovino utilizado para criopreservación. Con respecto a las características macroscópicas, se observó que prevaleció el color blanco en todas las muestras evaluadas; de acuerdo con Hafez (1989) y Lopes (1999), el color normal del semen ovino puede ser blanco lechoso o blanco cremoso. Con respecto al aspecto fue de

Tabla 1. Características del semen fresco de ovino, utilizado para criopreservación.

Parámetro	Promedio	SD*	CV** (%)	Mínimo	Máximo	Frecuencia %
Consistencia (0 a 5)	4,10	0,31	7,71	4,00	5,00	
MM (0 a 5)	4,90	0,31	6,45	4,00	5,00	
MIP (%)	94,5	1,58	1,67	90,00	95,00	
EV (%)	93,50	2,41	2,58	90,00	95,00	
pH	7,00	0	0	7,00	7,00	
Volumen (ml)	0,75	0,17	23,70	0,50	1,00	
Aspecto	-	-	-	-	-	100 Limpio
Color	-	-	-	-	-	100 Blanco

* Desviación estándar. ** Coeficiente de variación. MM: motilidad masal. MIP: motilidad individual progresiva. EV: espermatozoides vivos.

apreciación limpia, consistencia número 4, con una sola muestra de consistencia 5 (escala de 0 a 5; Evans y Maxwell 1990).

El volumen promedio del eyaculado del semen ovino obtenido en este ensayo (Tabla 1), fue 0,75 ml, con valores máximos y mínimos de 1,0 y 0,5 ml, respectivamente. Según Osorio y Gómez (2005), el volumen del semen ovino varía de 0,5 a 2 ml, cuando se extrae con vagina artificial el promedio de volumen es 1,0 ml, lo cual coincide con los resultados de este trabajo. Así mismo, los autores indican que el volumen del eyaculado depende de la edad, condición del animal, frecuencia de extracciones y destreza del ayudante.

La motilidad masal (escala de 0 a 5; Evans y Maxwell 1990), tuvo un promedio de 4,90, con un máximo y un mínimo de 5 y 4, respectivamente. Las muestras que presentan una clasificación de 4 o 5 pueden ser usadas para congelación e inseminación artificial (Maxwell *et al.* 1994). Igualmente, la calificación de motilidad individual progresiva y el porcentaje de espermatozoides vivos del semen fresco fue alta, de buena calidad, a los fines de criopreservación.

Características del semen ovino congelado

En la Tabla 2 y Fig. 1 se aprecian los valores de MIP del semen de ovino congelado con agua de coco - leche descremada y dilutor convencional Tris en cuatro periodos de evaluación. En la Fig. se observa un comportamiento uniforme ($P>0,05$) de las dos curvas trazadas, e indica que la MIP disminuyó en magnitud y dirección similar en los dos tratamientos conforme el proceso de congelamiento avanzaba. La curva del diluyente convencional (tris) estuvo por encima de AC-LD en todos los periodos considerados. Esta situación se explica en función de los cambios que ocurrieron en las células espermáticas por diferentes factores como la disminución o aumento

de temperatura durante el procesamiento (Salamon y Maxwell 2000). En el caso del diluyente con base en AC-LD, numéricamente se aprecia mayor disminución de MIP en el transcurso del tiempo de estabilización hasta los 3 min-PC, ya que hubo una reducción de 63,5% con respecto a 41% del diluyente convencional tris. De acuerdo con Rodríguez-Almeida *et al.* (2008), el semen congelado redujo drásticamente la MIP (53,7 %) comparado con el semen refrigerado (83,3 %). Además, al congelar el semen, sólo alrededor de 50% de los espermatozoides de carnero mantienen su viabilidad (Bailey y Buhr 1994), lo cual coincide con los valores de MIP del presente estudio.

Al considerar el porcentaje de espermatozoides vivos se aprecia tendencia similar en las dos curvas trazadas en la Fig. 2 (magnitud y dirección), indicativo de que no hubo efecto de la interacción tratamiento con período de congelamiento. Sin embargo la curva del diluyente convencional tris se mantuvo por encima del AC-LD en todos los tiempos.

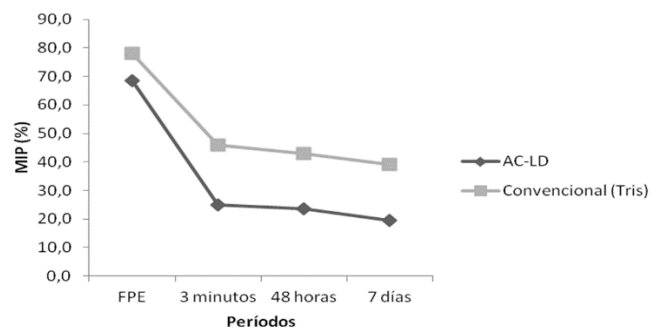


Figura 1. Motilidad individual progresiva de semen ovino congelado con agua de coco - leche descremada y dilutor convencional (Tris) en cuatro periodos de evaluación.

Vale resaltar que el PEV mostró un descenso porcentual mayor en AC-LD en los periodos de FPE hasta 3 min PC (55%) y de 48 h a 7 días-PC (23,7%) con respecto al diluyente convencional tris

Tabla 2. Porcentaje de motilidad individual progresiva de semen ovino congelado con agua de coco - leche descremada y dilutor convencional (Tris) en cuatro periodos de evaluación.

Tratamiento	Motilidad Individual Progresiva (%)			
	FPE*	3 min-PC ¹	48 h-PC	7 días-PC
AC-LD	68,5	25,0 (63,5)**	23,5 (6)	19,5 (17)
Convencional (Tris)	78,0	46,0 (41)	43,0 (6,5)	39,0 (9,3)

*FPE: Final del período de estabilización. ** (): Porcentaje de disminución con respecto a la medición anterior

¹PC: post-congelamiento. AC-LD: agua de coco-leche descremada.

Tabla 3. Porcentaje de espermatozoides vivos de semen ovino congelado con agua de coco - leche descremada y diluyente convencional (Tris) en cuatro periodos de evaluación.

Tratamiento	Espermatozoides vivos (%)			
	FPE*	3 min-PC	48 h-PC	7 d-PC
AC-LD	73,5	33,0 (55)*	29,5(10,6)	22,5(23,7)
Convencional (Tris)	82,5	56,5 (31,5)	51,0(9,7)	46,0(9,8)

(*)Valores en paréntesis: % descenso del PEV con respecto al periodo anterior.

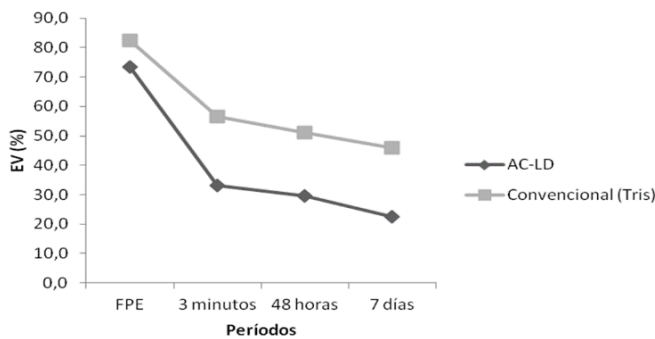


Figura 2. Porcentaje de espermatozoides vivos (EV) de semen ovino congelado con agua de coco - leche descremada y diluyente convencional (Tris) en cuatro periodos de evaluación.

(31,5 y 9,8 %) (Tabla 3). Esto definió un bajo PEV en AC-LD a los 7 d-PC (22,5 %), lo cual limita el uso de este semen a los fines de inseminación artificial (Salamon y Maxwell 2000).

CONCLUSIONES

La motilidad individual progresiva del semen congelado disminuyó en magnitud y dirección similar en los dos tratamientos conforme avanzó el tiempo en el proceso de congelamiento.

El porcentaje de espermatozoides vivos fue similar entre los dos diluyentes para los diferentes periodos de congelamiento evaluados.

El bajo porcentaje de espermatozoides vivos en el dilutor agua de coco – leche descremada a los 7 días post congelamiento, limita el uso de este semen a los fines de inseminación artificial.

REFERENCIAS

- Ax, R., Daily, M., Didon, B., Lenz, R., Love, C., Varner, D., Hafez, B. y Bellin, M. 2002. Evaluación del semen. En: Hafez, E. y Hafez, B. Reproducción e Inseminación artificial en animales. Séptima edición. Mc-Graw-Hill. México, DF. 519 p.
- Bailey, J. and Buhr, M. 1994. Cryopreservation alters the Ca²⁺ flux of bovine spermatozoa. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 45-51.
- Balcázar, J. y Porras, A., 2009. Manual de prácticas en manejo reproductivo de ovinos y caprinos. [On line]. En:http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/51_Reproduccion_peque_rumiantes.pdf [Consulta: noviembre, 2012].
- Dalmazo, P. 2008. Comparación de dos métodos de congelación de semen ovino. Tesis de Grado. FCV, IRA, Universidad Austral de Chile. 44 p.
- Evans, G. y Maxwell, W. 1990. Inseminación Artificial de ovejas y cabras. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 204 p.
- Gutiérrez, A., Palacios, M. Jiménez, C. y Ramírez, G. 2006. Agua de coco, *Opuntia sp*, leche y sus combinaciones para criopreservar semen ovino. *Archivos de Zootecnia* 55 (209): 97 – 100.
- Hafez, E. 1989. Reproducción e inseminación artificial en animales. Nueva editorial interamericana. México, DF. 694 p.
- Lopes, F. 1999. Semen collection and evaluation in rams. [On line]. En

<http://www.dps.ufl.edu/hansen/asg33351/semencollram1.htm> [Consulta: junio, 2012].

Maxwell, W., Landers, A. and Evans, G. 1994. Survival and fertility of ram spermatozoa frozen in pellets straws and minitubes. *Theriogenology*.43:1201-1210.

Nunes, J. 1993. EL agua de coco como dilutor del semen caprino. *Revista Científica, FCV-LUZ* Vol. III (3): 269 – 272.

Nunes, J. y Fernández, D. 2001. *Biotécnicas de la reproducción caprina y ovina*. Editorial Fortaleza. Ceará, Brasil. 105 p.

Osorio, J. y Gómez, A. 2005. Protocolo de trabajo del laboratorio de procesamiento de semen. CEMEGO, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. 12p. (mimeografiado).

Rodríguez-Almeida, F., Ávila Cota, C., Anchondo Garay, A., Sánchez-Ramírez, B. y Jiménez Castro, J. 2008. Capacitación espermática inducida por la conservación de semen de carnero diluido, refrigerado o congelado. *Agrociencia*, 42 (4): 399-406.

Salamon, S. and Maxwell, W. 2000. Storage of ram semen. *Animal Reproduction Science* 62: 77 - 111.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AGRÍCOLA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RÍO PAO, CARABOBO, VENEZUELA*

Measures agricultural adaptation to climate change in the Pao river basin, Carabobo, Venezuela.

Antonio Romero¹, Esmeya Díaz² y César Colmenares¹

RESUMEN

Uno de los desafíos para la adaptación al cambio climático, es identificar las medidas requeridas en función de las condiciones de riesgo y vulnerabilidad existente en un territorio. Las comunidades agrícolas son afectadas seriamente por las variaciones de las precipitaciones y la temperatura. Con el objetivo de establecer medidas de adaptación al cambio climático en el sector agrícola de las comunidades de Palmar de Paya, Palmarote y Pirapira, en la cuenca alta del río Pao, estado Carabobo, se aplicó una metodología descriptiva desarrollada en cuatro etapas: 1. Diagnóstico de las condiciones existentes, 2. Caracterización de la zona, 3. Estimación del riesgo y vulnerabilidad, y 4. Selección de las medidas de adaptación. La presente comunicación se centra en los resultados de la última etapa. Los criterios de elección de las medidas específicas se fundamentaron en las condiciones físicas naturales, el Plan de Ordenamiento del sector, las experiencias locales, nacionales e internacionales y la percepción de los pobladores. Se seleccionaron nueve medidas fundamentales, agrupadas en cinco aspectos: a) Gestión del agua, b) Conservación del suelo, c) Ajuste de las prácticas agrícolas, d) Aplicación de control biológico y e) Protección y uso sustentable de los ecosistemas. Se concluye que la aplicación de estas medidas incidirá en la sustentabilidad del sector y disminuirá las condiciones de riesgo y vulnerabilidad existentes. Se recomienda la evaluación del impacto de las medidas de adaptación agrícola en los componentes del sistema socioeconómico y ecológico, en especial la disponibilidad del recurso agua en las microcuencas.

Palabras clave: Riesgo, vulnerabilidad, agricultura, sustentabilidad.

ABSTRACT

One of the challenges for adaptation to climate change is to identify required measures on the basis of existing conditions of risk and vulnerability in a territory. Farming communities are seriously affected by precipitation and temperature changes. With the objective of establishing the measures of adaptation to climate change for the agricultural communities sector "Palmar de Paya", "Palmarote" and "Pirapira", located in the upper basin of the Pao River, Carabobo State, a descriptive methodology developed in four phases was applied: 1. Diagnostic of existing conditions, 2. Characterization of the area, 3. Estimation of risk and vulnerability and 4. The adaptation measures Selection. This paper focuses on the results of the last stage. Choice criteria of specific measure were based on physical natural conditions, sector management plan, national and international local experiences and habitant's perception. Nine fundamental measures grouped into five areas were selected: a) water management, b) soil conservation, c) adjustment of agricultural practices, d) biological control application and e) protection and sustainable use of ecosystems. It is concluded that the implementation of these measures will have an impact on the sustainability of the sector and will decrease the risk and vulnerability of existing conditions. Evaluation of the impact of agricultural adaptation to socio-economic and ecological system components, in particular the availability of the resource water in micro basins, it is recommended.

Key words: risk, vulnerability, agriculture, sustainability.

(*) Recibido: 02-04-2014

Aceptado: 20-08-2014

¹ Ediagro. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, San Carlos. E-mail: antonio.romero@fundacionlasalle.org.ve, ecdiaz@uc.edu.ve, ce_col@hotmail.com.

² INFACES. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se define como un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMUNCC 1992), es uno de los problemas ambientales más importantes que a nivel global impacta los sistemas naturales y económicos.

La vulnerabilidad al cambio climático se entiende como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático (PNUE/OMM/UNEP/WMO 1997). De manera más específica, la *vulnerabilidad* está en función de la *sensibilidad* de un sistema a los cambios del clima (grado de respuesta, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales), y la capacidad para *adaptar* el sistema a tales cambios (grado de ajustes en las prácticas, procesos o estructuras).

Para el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2007) la vulnerabilidad está caracterizada por *“la exposición, sensibilidad y adaptabilidad intrínseca (capacidad adaptativa) de cada sistema a la variabilidad climática, a los eventos extremos y al cambio climático”*. Si un sistema se encuentra expuesto en regiones donde los cambios climáticos por acciones humanas o por causa natural (variabilidad) son mayores, entonces potencialmente su afectación –o vulnerabilidad– será mayor.

Por otra parte, existen diferencias entre el enfoque de vulnerabilidad comúnmente empleado por la gestión de riesgo y el que emplea el IPCC. En el primer caso, el riesgo es la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad o el grado de exposición, mientras que para el IPCC el riesgo es igual a la vulnerabilidad menos la capacidad adaptativa. Este enfoque considera que los países pobres son más vulnerables por tener una muy baja capacidad adaptativa (IPCC 2001).

Según la FAO (2012), las regiones de América Latina y el Caribe son marcadamente vulnerables al cambio climático, porque afecta la seguridad alimentaria por medio de sus impactos

sobre los componentes de los sistemas alimentarios. Asimismo, se considera que estas alteraciones incidirán sobre todas las actividades agrícolas (González y Velasco 2008), desde las operaciones agroindustriales, hasta las de pequeños productores. Este último grupo puede padecer de los impactos más graves debido a que presentan mayores limitaciones de recursos para afrontarlos (Vergara et al. 2014).

En el estudio “Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela” (Martelo 2004), se indica un incremento de la superficie de riesgo de desertificación, una menor precipitación anual y un incremento de la temperatura promedio. Por su parte, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA (2005) señala, que además se produciría una disminución de la productividad agrícola, en particular los cultivos permanentes (Ovalles et al. 2008).

La investigación que se presenta proporciona continuidad al proyecto “Gestión Integral de Cuencas con un enfoque Participativo. Casos Ríos Pao y Unare” (Proyecto Cuencas), que se sustenta en la necesidad de prever medidas de adaptación al cambio climático dirigidas al sector agrícola, ya que la subsistencia de las comunidades asentadas en el área de estudio, depende de esa actividad. Sin embargo, no es fácil establecer medidas de adaptación al cambio climático en comunidades rurales, donde es prioridad cubrir las necesidades básicas. De allí, la importancia de determinar cuál es la percepción de esas comunidades sobre el tema y cómo vincularlo con sus necesidades.

El fin del proyecto en desarrollo es elaborar un Sistema de Cogestión Comunitaria de Adaptación al Cambio Climático. El sistema debe utilizar como elementos de entrada, la información disponible relacionada con las condiciones pre-existentes en los aspectos físico naturales, socioeconómicos e institucionales, entre otros. Los elementos de salida son las medidas de adaptación para cada sector: ecosistema y biodiversidad, agricultura, uso de la tierra y silvicultura, salud humana, abastecimiento de agua y saneamiento, asentamiento e infraestructura, economía y energía.

El objetivo de esta investigación fue establecer medidas de adaptación al cambio

climático en el sector agrícola, de las comunidades Palmar de Paya, Pirapira y Palmarote en la cuenca alta del río Pao, estado Carabobo, las cuales formarán parte de un Sistema de Cogestión Comunitaria de adaptación al cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Cuenca alta del río Pao, sub-cuenca Pao-Cachinche, micro cuencas Paya y Pirapira, municipio Libertador del estado Carabobo. Comprende una superficie de 8.115 ha; coordenadas geográficas (UTM): 109.3000N - 600.520E, 110.4600N - 609.900E. En esta área están situadas las poblaciones de Palmar de Paya, Pirapira y Palmarote, como se muestra en la Figura 1.

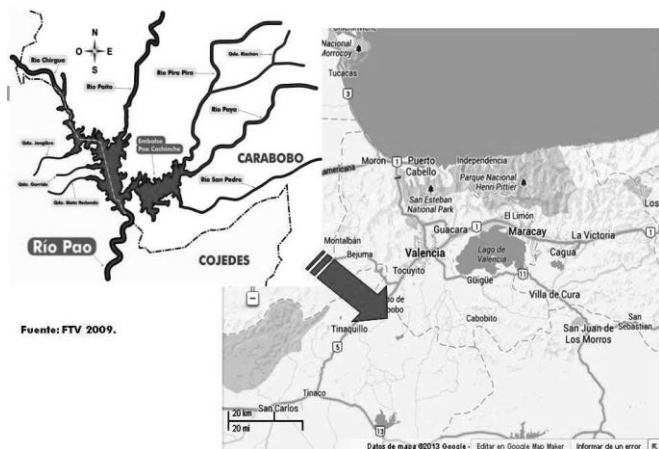


Figura 1. Localización geográfica de las microcuencas Paya y Pirapira.

Metodología

Se aplicó una metodología descriptiva desarrollada en cuatro etapas, la última etapa es sobre la cual se centra el presente estudio correspondiente a la selección de las medidas de adaptación (Figura 2).

La etapa 1 comprendió a) los recorridos de campo, b) el diagnóstico participativo en las comunidades, el cual se realizó mediante la técnica de grupo focal (García y Rodríguez, 2000), a través del contacto con los Consejos Comunales en las comunidades de Palmar de Paya, Palmarote y Pirapira, y c) la entrevista a actores clave, vinculados con la gestión ambiental y procesos educativos. A través de la triangulación de la información obtenida se realizó la caracterización de la zona (etapa 2), lo cual permitió establecer las condiciones físico naturales, la dinámica sociocultural, institucional y las prácticas agrícolas desarrolladas en el territorio, de acuerdo con los resultados precedentes obtenidos desde 2008 a través del Proyecto Cuencas (Universidad de Carabobo *et al.* 2013).

La determinación de la vulnerabilidad se estimó a partir de la caracterización físico – ambiental: geomorfología, relieve, pendientes, uso del suelo y amenazas ambientales (Romero *et al.* 2013a;b). Se consideraron los posibles cambios en la precipitación y temperatura para este territorio que se señalan en el estudio de Martelo (2004), en virtud de la ausencia de datos meteorológicos para

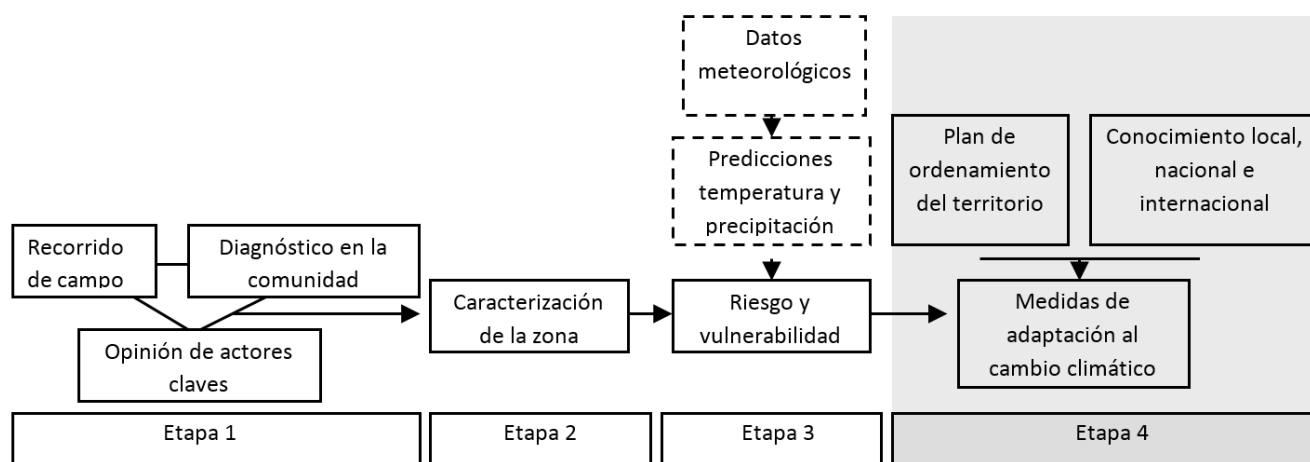


Figura 2. Método para establecer las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agrícola en las microcuencas Pirapira y Paya.

el área; sin embargo, en 2013 se instaló una estación meteorológica en el marco del Proyecto Cuencas.

Los criterios de selección de las medidas de adaptación al cambio climático se fundamentaron en la información obtenida en las etapas 1, 2, y 3, unido al análisis de a) Plan de Ordenamiento y reglamento de uso de la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, estados Carabobo y Cojedes (1996), y b) la diversidad de medidas sugeridas por organismos como el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MARN *et al.* 2005) y la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación FAO (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condicionantes para la selección de las medidas de adaptación

En el recorrido de campo se observó que en el área de estudio existen amenazas ambientales significativas, como la erosión y la intervención de las zonas boscosas, las cuales pueden agravarse por los efectos del cambio climático. Estas se originan en su mayoría por actividades antrópicas, especialmente prácticas agrícolas inadecuadas como: la tala y quema, la siembra en sentido de la pendiente y la ganadería extensiva.

Con base a los resultados de la realización de los grupos focales, los integrantes de las comunidades coinciden en afirmar que perciben un aumento de la temperatura (calor tanto de día como de noche), retraso o adelanto de la temporada de lluvias (normalmente a principios de mayo), disminución de la nubosidad y períodos prolongados de sequía o exceso de lluvias, referida por Conde *et al.* (2006) como precipitación pesada que implica un alto riesgo de lixiviación de nutrientes y erosión hídrica. En los actuales momentos no se disponen de registros meteorológicos que corroboren la información de la comunidad. En la entrevista con los tomadores de decisiones, se evidenció que no existe una estrategia regional o local para enfrentar el cambio climático, ni estudios a nivel estatal relativos al tema. Sin embargo, consideran de suma importancia las actividades de formación y concienciación sobre este tópico en las

comunidades. En este particular, el Ministerio del Poder Popular para la Educación (2014), suministró lineamientos para el desarrollo de actividades escolares en el marco de la semana de estudio del cambio climático en el nivel de educación primaria.

Caracterización del área de Estudio

En la Tabla 1 se presentan las principales características físicas ambientales de las microcuencas Paya y Pirapira; las que a su vez con base al recorrido de campo se dividió en tres sectores.

En cuanto a las posibles futuras alteraciones en precipitación y temperatura, se tomará como base el estudio de Martelo (2004). Según ese estudio, con respecto a la precipitación hay incertidumbre, sobre todo, en los meses más lluviosos, ya que se prevé mayor precipitación y que los meses diciembre-febrero serían más secos, con acentuación del fenómeno del “Niño”. En cuanto a la temperatura el incremento sería entre 1 y 2 °C; aunado a un mayor déficit hídrico entre los meses de diciembre a febrero que traería como consecuencia un mayor riesgo de incendios forestales, afectación de los procesos metabólicos de los pastos y cultivos permanentes y posible muerte de animales.

Determinación de la vulnerabilidad

Debido a que no se dispone de data meteorológica de la zona que permita emplear modelos de simulación climática, ni un historial de data socioeconómica para establecer índices de vulnerabilidad, se empleó una técnica cualitativa. Con base en lo planeado por Romero *et al.* (2013b) se estableció una escala de vulnerabilidad cualitativa mediante la asignación de un puntaje o valores (Alto=20-30, Medio=10-19 y Bajo=0-9). El sector de Cerro Gordo – Palmarote - Candelerero (III, Figura 2) se clasificó con vulnerabilidad baja (9 puntos), debido a que existen importantes áreas boscosas sin intervenir y siembras forestales, que junto con la siembra de pastos minimizan los efectos de la erosión, además predominan las explotaciones de aves y cerdos.

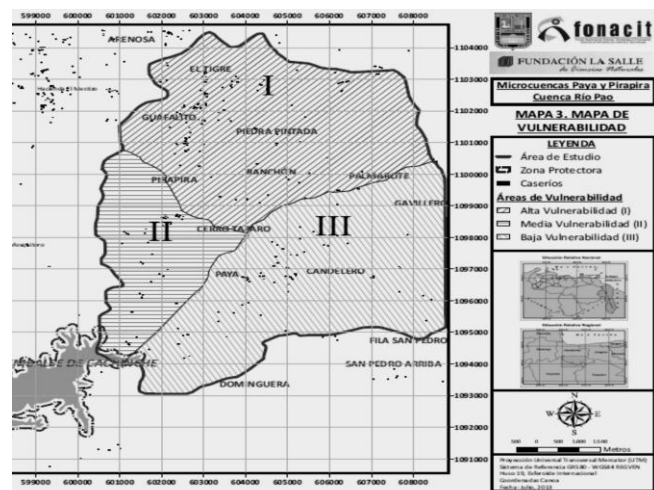
El sector de fila de Palmar de Paya - Cortadora - Araguata (II, Figura 2) se clasificó con

Tabla 1. Características físicos – ambientales de las microcuencas Paya y Pirapira.

Sectores	Características
Pirapira - Riachón - Piedra Pintada	Ondulado/Montañoso, altura entre 600 y 800 msnm. Pendientes mayores de 40%. Existencia de cerros y lomas altas. Disertadas, con presencia de areniscas y gravas. Predominan los conucos y la ganadería extensiva de subsistencia en la zona alta, combinado con plantaciones de frutales y forestales, en menor cuantía granjas avícolas y porcinas. Presenta erosión laminar por siembras en sentido de la pendiente e intervención moderada de zonas boscosas (roza y quema).
Fila Palmar de Paya - Cortadora - Araguata	Ondulado/Montañoso formado por lomas bajas y medias con depósitos de aluviones en terrazas y valles deposicionales. Altura entre 400 y 600 msnm. Pendientes entre 10 y 20 %. Con presencia de cultivos anuales y permanentes, conucos y ganadería extensiva de subsistencia. Presenta erosión laminar por siembras en sentido de la pendiente y alta intervención de zonas boscosas (roza y quema).
Cruce Cerro Gordo - Palmarote - Candelero.	Relieve Ondulado/Montañoso, altura entre 400 y 700 msnm y pendientes superiores al 20%. Con presencia de sedimentos acumulados por exceso de procesos erosivos laminares y regresivos propios de las zonas altas. Presencia de plantaciones forestales y bosque natural, ganadería semi-intensiva (ganado de leche), avicultura, porcinos.

una vulnerabilidad media (17 puntos), ya que presenta cultivos anuales de subsistencia sembrados en sentido de la pendiente que favorecen la erosión hídrica, existe una alta intervención de la vegetación por roza y quema, es también la zona más baja que se afectará en mayor grado por incrementos de la temperatura.

ganadería de subsistencia favorecen la erosión del suelo. Por otra parte, se encuentran la mayoría de los cultivos permanentes; además, según la evaluación ecológica rápida realizada durante el Proyecto Cuenca (Romero *et al.* 2010), presenta 2 áreas críticas de conservación que pudieran afectarse al aumentar la temperatura e incrementar los incendios forestales; así mismo en las granjas avícolas y de cerdos se puede presentar incremento de la muerte de animales.



Fuente: Fundación La Salle-Ediagro, San Carlos (2013) SIG. Escala 1:25000. Coordenadas geográficas (UTM): 108.9600N- 598.500E, 1104600N- 609.900E.

Figura 2. Mapa de vulnerabilidad de las microcuencas Paya y Pirapira.

El sector de Pirapira - Riachón - Piedra Pintada (I, Figura 2) se clasificó como de alta vulnerabilidad (21 puntos). Corresponde a la cuenca alta del río Pirapira, presenta mayor pendiente, que aunado a la presencia de cultivos y

Selección de las medidas de adaptación

El Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, Decreto 1.358 (1996), considera los alrededores del embalse Pao - Cachinche un Área Bajo Régimen de Administración Especial, por ello se estableció la correspondencia entre los usos permitidos y las comunidades involucradas: I. Uso agrícola recomendado: El Tigre; II. Uso pecuario permitido: Pirapira; III. Uso agrícola restringido: Paya; IV Área de protección integral: Palmarote (Figura 3).

Con base en los usos permitidos se establecieron diversas medidas de adaptación (Tabla 2).

Cabe señalar que las medidas seleccionadas están en concordancia con las acciones definidas en la Primera Comunicación sobre Cambio Climático

Tabla 2. Medidas de adaptación al cambio climático vinculadas a la práctica agrícola en las comunidades de Palmar de Paya, Pirapira y Palmarote.

Aspecto	Medidas	Comunidades
Gestión del agua	Ajuste de las fechas de siembra con base en la variación con respecto al inicio del periodo lluvioso.	Aplicable a las tres comunidades y sus adyacencias
	Incorporación de sistemas de riego eficientes en el uso del agua en los cultivos permanentes, para disminuir la competencia del agua para consumo humano.	En particular en Pirapira y Palmarote por la presencia de plantaciones frutales y forestales.
Conservación del suelo	Incremento del contenido de materia orgánica de suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes y cultivos de cobertura, para mejorar la capacidad de retención de humedad y la fertilidad.	Aplicable a las tres comunidades, en especial Palmar de Paya por la característica de los suelos pedregosos y de baja fertilidad.
	Siembra en curvas de nivel y utilización de barreras vivas (ejemplo <i>Vetiver zizanioides</i>) para prevenir la erosión hídrica, producto de un incremento de la intensidad de las precipitaciones, de esta manera se evitarían deslaves aguas abajo de la cuenca.	Aplicable a las tres comunidades, ya que todas presentan erosión laminar por siembras en sentido de la pendiente. Atención especial en Pirapira ya que tiene pendientes mayores de 40 % en cerros y lomas altas.
Prácticas agrícolas	Evaluación y selección de especies locales que respondan mejor a los efectos del cambio climático.	Aplicable a las tres comunidades.
	Promoción e incorporación de sistemas Silvopastoriles o Agroforestales que propicien un microclima favorable.	Aplicable a las tres comunidades. En Pirapira y Palmar de Paya prevalece la ganadería extensiva, en Palmarote semi intensiva.
	Siembra de policultivos o cultivos asociados para favorecer una mejora del microclima mediante diferentes “estratos vegetales”.	Aplicable a las tres comunidades. En todas se cultiva en conucos y se desarrollan parcelas con monocultivos y cultivos asociados.
Control biológico	Prevención y control de plagas, enfermedades e infestaciones de malezas mediante prácticas de control biológico, para disminuir el uso de agroquímicos que contaminen o incrementen la resistencia de plagas y enfermedades, susceptibles de aparecer como consecuencia del cambio climático.	Aplicable a las tres comunidades. En todas se utilizan agroquímicos. En Palmarote existen experiencias de productores que aplican prácticas agroecológicas por iniciativa personal.
Ecosistemas	Favorecer la resiliencia mediante la preservación de las áreas boscosas existentes (áreas de protección integral), para la captura de CO ₂ , captación de agua y la biodiversidad.	Aplicable a las tres comunidades, en especial Palmar de Paya donde hay alta intervención de las zonas boscosas.

en Venezuela (MARN *et al.* 2005), específicamente las referidas al ajuste del calendario agrícola, la economía del agua y la implementación de buenas prácticas agrícolas, las cuales aún son pertinentes. De igual manera, las medidas también se enmarcan en las acciones que se plantearon en la 32^{da} Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (FAO 2012), referidas a las acciones para apoyar a los productores y ganaderos más vulnerables a través del establecimiento de prioridades para prácticas y acciones climáticamente inteligentes.

El criterio que privó en la selección de las medidas fue la viabilidad, factibilidad de aplicación y la opinión emitida por los pobladores, de los

cuales depende en gran parte la implementación. Se asume que existen otras medidas con igual pertinencia que pudiesen emplearse como el uso de compost para el cultivo orgánico de hortalizas, la construcción de invernaderos y riego por goteo, para optimizar el uso de agua (Conde *et al.* 2006). De igual manera, es posible implementar sistema de información y soporte para la toma de decisiones; así como seguros y otros instrumentos financieros para la gestión de riesgos (Giménez y Lanfranco 2012).

En cuanto a las estrategias para lograr la aplicación de las medidas propuestas, Altieri y Nicholls (2008), proponen redes de agricultores bien organizadas. Torres *et al.* (2011) consideran

que el foco debe estar en la consolidación de la investigación local y el desarrollo de capacidades para resolver problemas. Mención especial tienen las actividades de formación e intercambio de saberes con relación al cambio climático, para validar las medidas seleccionadas con los productores y con base en sus opiniones incorporarlas al Sistema de Cogestión Comunitaria de adaptación al cambio climático.

agua, conservación del suelo, ajuste de las prácticas agrícolas, implementación del control biológico y la conservación de los ecosistemas.

La participación de las comunidades organizadas juega un papel clave en la construcción colectiva de un Sistema de Cogestión de adaptación al cambio climático y en la aplicación de las medidas de adaptación.

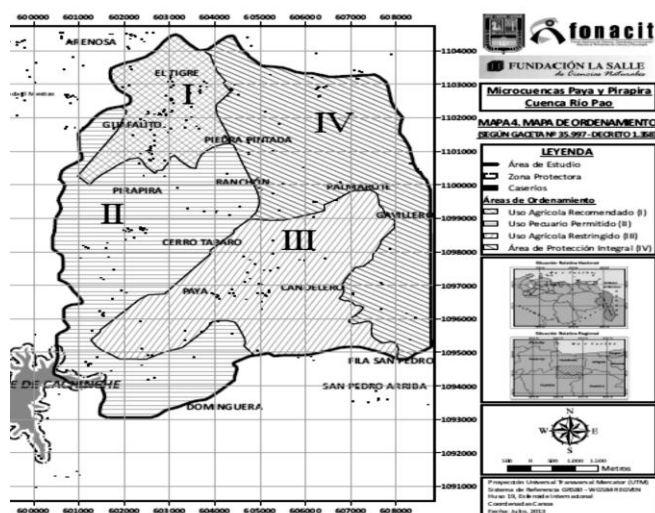
Se recomienda la evaluación del impacto de las medidas de adaptación agrícola en los componentes del sistema socioeconómico y ecológico, en especial la disponibilidad del recurso agua en las microcuencas.

AGRADECIMIENTO

Proyecto Grupal financiado por FONACIT, N° 201200249, Universidad de Carabobo, INFACES, “Sistema de Cogestión Comunitaria de Adaptación al Cambio Climático en la cuenca del Río Pao. Estado Carabobo”.

REFERENCIAS

- Altieri, M. y Nicholls, C. 2008. Cambio Climático y Agricultura Campesina: impactos y respuestas adaptativas. *Agro ecología* 3: 7-28.
- Conde, C. Ferrer, R. y Orozco, S. 2006. El cambio climático y los impactos climáticos de variabilidad en secano las actividades agrícolas y las posibles medidas de adaptación. Un estudio del caso mexicano. *Atmósfera* 19(3): 181-194.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMUNCC. 1.992. [On line] En: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>. [junio de 2014].
- FAO. 2012 Adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones y de los sectores agrícola, ganadero, pesquero y forestal. 32ª Conferencia Regional de la FAO para América y el Caribe. [On line] En: <http://www.fao.org/docrep/meeting/025/md612s.pdf>. [junio de 2014].



Fuente: Fundación La Salle-Ediagro, San Carlos (2013) SIG. Escala 1:25000.

Figura 3. Mapa de Ordenamiento de las Microcuencas Paya y Pirapira, cuenca del río Pao. Decreto 1.358, (1996).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las microcuencas Paya y Pirapira presentan vulnerabilidad al cambio climático, como consecuencia de un posible incremento de la temperatura, de un mayor déficit hídrico, de un efecto marcado del fenómeno del Niño y de los eventos extremos.

La pérdida de vegetación debido a prácticas agrícolas inadecuadas pudiera incrementarse al producirse una mayor cantidad de incendios forestales, como consecuencia de un aumento de la temperatura; mientras que la erosión hídrica pudiera incrementarse al aumentar la intensidad de las lluvias.

La aplicación de las medidas seleccionadas incidirá en la sustentabilidad del sector y disminuirá las condiciones de riesgo y vulnerabilidad existentes, ya que apuntan a promover la gestión del

- García, M. y Rodríguez, M. 2000. El grupo focal como técnica de investigación cualitativa en salud: diseño y puesta en práctica. *Atención Primaria*. 25(3). [On line] En: <http://www.unidadocentemfyclaspalmas.org.es/resources/5+Aten+Primaria+2000.+Grupo+Focal+Dise%C3%B1o+y+Practica.pdf>. [mayo de 2014].
- Giménez, A. y Lanfranco, B. 2012. Adaptación al cambio climático y la variabilidad: algunas opciones de respuesta para la producción agrícola en Uruguay. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3 (3): 611-620.
- González, J. y Velasco, R. 2008. Evaluation of the impact of climatic change on the economic value of land in agricultural systems in Chile. *Chilean J. Agric. Res.* 68(1): 56-68.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA. 2005. Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio climático. Posibles medidas de adaptación. [On line] En: http://redesastre.inia.gov.ve/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=3&Itemid=28. [mayo de 2014].
- IPCC. 2001. Cambio climático 2001: Informe de síntesis. [On line] En: www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/spanish/question-1to9.pdf. [mayo de 2014].
- IPCC. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Pachauri, R. y Reisinger, A. (Eds). [On line] En: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf. [mayo de 2014].
- Martelo, T. 2004. Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela. [On line] En: <http://www.inameh.gov.ve/documentos/consecuencias.pdf>. [mayo de 2014].
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo Mundial para el Medio Ambiente (MARN, PNUD, GEF). 2005. Primera comunicación nacional en cambio climático en Venezuela. [On line] En: www.minamb.gov.ve/files/Cambio_Climatico/Primera-comun-nacional.pdf. [abril de 2014].
- Ministerio del Poder Popular para la Educación. 2014. Lineamientos para el desarrollo de actividades escolares en el marco de la semana de estudio del cambio climático en el nivel de educación primaria del 25 de Junio al 01 de Julio de 2014. [On line] En: <http://www.me.gov.ve/>. [junio de 2014].
- Ovalles, F., Cortez, A., Rodríguez, M., Rey, J. y Cabrera-Bisbal, E. 2008. Variación geográfica en el impacto del cambio climático en el sector agrícola en Venezuela. *Agronomía Tropical* 58(1): 37-40.
- Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, estados Carabobo y Cojedes. Decreto 1.358. 1996. República de Venezuela. Gaceta Oficial N° 35.997.
- PNUE/OMM/UNEP/WMO. 1997. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Resumen para responsables de políticas informe especial del IPCC. Impactos regionales del Cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. [On line] En: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-sp.pdf>. [junio de 2014].
- Romero, A., Colmenares, C. y Bolívar, N. 2010. Anexo A del informe del año 2. Proyecto de Gestión Integral de Cuencas con enfoque participativo, casos ríos Pao y Unare. Proyecto en red Fonacit -2007001596.
- Romero, A., Colmenares, C., Goyo, M. y Díaz, E. 2013a. Condiciones de riesgo y vulnerabilidad desde la perspectiva del Cambio Climático de las micro cuencas Paya

y Pirapira, cuenca media del Río Pao. 2do Congreso Venezolano de Ciencia Tecnología e Innovación. LOCTI-PEII. Caracas. 7-10 de noviembre.

Romero, A., Colmenares, C., Goyo, M., Da Silva, D. y Díaz, E. 2013b. Técnica para determinar la vulnerabilidad en el contexto de un Sistema de Cogestión Comunitaria de Adaptación al Cambio Climático. VIII Congreso Nacional y 2do Congreso Internacional de Investigación de la Universidad de Carabobo. Valencia. 30 de Octubre al 01 de noviembre.

Torres, P., Cruz, J. y Acosta, R. 2011. Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. Agendas de adaptación y sistemas institucionales. *Política y Cultura*. 36: 205-232.

Universidad de Carabobo, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Universidad Simón Bolívar, Fundación La Salle y Fundación Tierra Viva (UC, UPEL, USB, FLASA, FTV). 2013. *Informe Final del Proyecto Gestión Integral de Cuencas con un enfoque participativo. Casos: ríos Pao y Unare. Año 3*. FONACIT. Proyecto en Red – 2007001596.

Vergara, W., Ríos, A., Trapido, P. y Malarin, H. 2014. Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas. Banco Interamericano de Desarrollo. [On line] En: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=38585011>. [marzo de 2014].

COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDOS A FERTILIZACIÓN CONTRASTANTE*

Behavior hybrids and varieties of maize (*Zea mays* L.) under fertilization contrasting environments

Pedro Salazar¹, José Moreno¹ y Germán De León¹

RESUMEN

El maíz es el principal cereal en la dieta del venezolano, actualmente la producción nacional no cubre la demanda y los productores buscan constantemente mejorar la productividad mediante nuevos cultivares y optimizando, en lo posible, el manejo agronómico. Con la finalidad de evaluar parámetros fitométricos de híbridos y variedades de maíz sometidos a dos niveles de fertilización, se realizó un ensayo en el campo Experimental de Marfilar (UNELLEZ) en el municipio Guanare Edo. Portuguesa (125 msnm y 1546 mm de precipitación). El ensayo se instaló el 16 de junio de 2011 como un diseño de bloques al azar con un arreglo en parcelas divididas, con 12 tratamientos (6 x 2) conformados por seis cultivares en dos ambientes de fertilización (con y sin fertilización) con seis repeticiones. La densidad fue 69.444 plantas/ha. Se analizaron los caracteres fitométricos: índice de prolificidad (IP), área foliar (AF) por planta (cm²) y rendimiento de grano (R) en tres híbridos y tres variedades. Se demostró que los niveles contrastantes de fertilización produjeron diferencias (P<0,01) en el AF y R. Entre los cultivares se presentaron amplias respuestas (P<0,01) en IP, R y en menor cuantía para AF (P<0,05). En la interacción fertilización x cultivar, se observó que para R, estos materiales respondieron de manera diferente (P<0,01). Mientras que para el IP y AF presentaron expresión similar (P>0,05). Los híbridos rindieron más que las variedades bajo las dos condiciones de fertilización (8.808 vs 6.948 kg/ha con fertilización y 2.789 vs 2.293 kg/ha, sin fertilización). Es preferible sembrar híbridos independientemente del plan de fertilización. Los tres cultivares más rendidores para las dos condiciones de fertilización fueron los híbridos Dow 2B710 (10.045 y 3.098) y Dekalb 2045 (8.855 y 2.660) y la variedad Turén 2000 (8.085 y 2695 kg/ha), con y sin fertilización respectivamente.

Palabras clave: cultivares, rendimiento, área foliar, base genética.

ABSTRACT

Maize is the main cereal in the Venezuelan diet, national production currently does not cover the demand, and producers are constantly looking to improve productivity through new cultivars and optimizing agronomic management. In order to evaluate fitometrics parameters of hybrid maize varieties under two fertilization levels, it was conducted a trial at Marfilar Experimental field (UNELLEZ), Guanare municipality, Portuguesa State (125 msnm and 1546 mm of precipitation). The experiment was installed on June 16, 2011 as a randomized block design with a split plot arrangement with 12 treatments (6 x 2) formed by six cultivars in two fertilization environments (with and without fertilization) and six replicates. The density was 69,444 plants/ha. Characters Fitometrics analyzed were: prolificacy index (IP), leaf area (AF) per plant (cm²) and grain yield (R) in three hybrids and three varieties. It was evidenced that contrasting levels of fertilization were significant (P<0.01) in the AF and R. There were wide variations (P<0.01) among cultivars in IP, R and lesser amount for AF (P <0.05). In fertilization x cultivar interaction was observed that these materials respond differently (P<0.01) at fertilization environments for R. While for the IP and AF showed similar expression (P>0.05). The hybrids yielded more than varieties

(*) Recibido: 08-10-2013

Aceptado: 26-08-2014

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. pesala59@gmail.com.

under both fertilization conditions (8,808 vs 6,948 kg/ha with fertilization and 2,789 vs 2,293 kg/ha, without fertilization). It is preferable to plant hybrid with any fertilization plan. The three highest-yielding cultivars for the two fertilization conditions were Dow 2B710 (10,045 and 3,098) and Dekalb 2045 (8,855 and 2,660) hybrid and Turen 2000 variety (8085 and 2695 kg/ha), with and without fertilization, respectively.

Key words: cultivars, yield, leaf area, genetic basis.

INTRODUCCIÓN

La información anual sobre rendimientos de maíz en Venezuela presentada hasta 2007 por Segovia y Alfaro (2009), hasta 2010 por Bolívar y Spósito (2012) y hasta 2012 por FEDEAGRO (2014), permite indicar que para el 2000 el rendimiento promedio nacional fue de 3.500 kg/ha y para 2012 fue de 3.557 kg/ha, en ese lapso el mayor rendimiento se obtuvo en 2008 (3.824 kg/ha) y el menor en 2009 (2.530 kg/ha). En resumen, el rendimiento promedio nacional está estancado. Según FEDEAGRO, se ha incrementado el área sembrada, la cual pasó de 482.667 ha en el 2000 a 691.498 ha en 2012. Es posible que en la incorporación de las nuevas áreas ocurrieron carencias técnicas, que no contribuyeron en la mejoría de la productividad. Según la FAO, citada por DANAC (2012) en 2010 Venezuela importó el 41,1% (1.520.436 t) del maíz consumido ese año.

Con relación al estado Portuguesa, Cabrera y Sánchez (2008) informaron que se siembran alrededor de 200.000 ha que generan con rendimientos cercanos a 4 t/ha. Recientemente, Contreras (2012) señaló que el periodo de lluvias 2012 fue el menos favorable en los últimos 14 años, ya que la superficie sembrada se redujo a 185.022 ha y los rendimientos disminuyeron por lo impredecible de las lluvias, poca disponibilidad de insumos y muchos trámites para la compra y transporte de fertilizantes.

Con las dificultades expuestas, no obstante, la productividad ha venido mejorando de manera sostenida, en predios de productores que conocen el cultivo, entre otros factores debido a:

1. Tradición de siembra, los productores seguirán sembrando maíz con prácticas agronómicas más eficientes y rentables, ya

que por ejemplo, los costos de producción del ciclo 2012 superaron los 5.000 Bs/ha.

2. Ante la variabilidad en el inicio de la estación lluviosa, la mayoría de los agricultores siembra cuando hay información oficial sobre el inicio de la temporada de lluvias.
3. Es notoria la búsqueda de cultivares de elevado rendimiento en grano, hay clara predilección por híbridos (poca por variedades). Entre los híbridos, hay preferencia por los ofrecidos por las empresas transnacionales, debido a que presentan mejores rendimientos, son uniformes, con mazorcas bien protegidas por las espigas, las plantas se caen menos y a la cosecha aún mantienen el tallo verde ("stay green"). Además, Fernández *et al.* (2008) comentaron que los híbridos "stay green" (de maíz y sorgo) presentan mayor tolerancia al déficit hídrico en post-antesis.

En Venezuela, el organismo encargado de otorgar la elegibilidad a los cultivares de maíz para la certificación de semillas, es el Servicio Nacional de Semillas (SENASA), creado en 1986 (SENASA 1987), adscrito al actual Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA); evalúa acertadamente híbridos y variedades por separado en los ensayos regionales uniformes (ERU), sin embargo, al evaluar estos cultivares (variedades e híbridos) conjuntamente se podrán cuantificar las diferencias puntuales que presentan en rendimiento y parámetros cuantitativos de interés agronómico. También permite comparar la adaptación que presentan a diferentes ambientes de explotación.

Al respecto, Segovia y Alfaro (2008) señalaron que a nivel internacional hay gran gama de cultivares que son utilizados de acuerdo con los

agroecosistemas y nivel tecnológico del productor. Según Paterniani (1978), cultivares de amplia base genética como variedades, son recomendados para pequeños productores, híbridos dobles para medianos y grandes productores y los híbridos simples y de tres líneas por ser de base genética estrecha (y de alto rendimiento) para los grandes productores. Con relación a los híbridos dobles, Córdova (1992) señaló que la estabilidad proviene de la mezcla de genotipos que los origina, y que sin embargo se han obtenido híbridos simples muy estables, por lo que hay dependencia del genotipo particular involucrado. Paliwal (2001) señaló que se han identificado muchos genes de resistencia a enfermedades y es objetivo incorporarlos en programas de selección. Esto contribuye a la confección de híbridos con mejor adaptación que variedades.

Aumentos en la productividad del maíz se logran con la combinación del uso de cultivares de alto potencial productivo en ambientes favorables y buen manejo agronómico, con énfasis en la fertilización. Al respecto, Casanova (2000) concluyó que las cantidades de fertilizantes usados en maíz en Venezuela, no se correlacionan con mejor productividad, lo que demuestra baja eficiencia en el uso de fertilizantes. Casanova (2003) añade que para aumentar la productividad, rentabilidad y proteger el ambiente, se debe aumentar la eficiencia del uso de fertilizantes, mejorar la estimación de requerimientos del cultivo y analizar el balance de nutrimentos en el suelo. Expone que aumentos de rendimiento se han logrado por híbridos de alto rendimiento y no por respuesta a la fertilización.

Con relación a la fertilización del maíz, Dunja (2000) resalta que el cultivo presenta altas demandas nutricionales. Entre los elementos del suelo que utiliza en mayores cantidades cabe mencionar el nitrógeno, seguido del potasio y el fósforo. Otros aspectos que incrementan la respuesta del cultivo a la fertilización son: uso de variedades o híbridos adaptados a la zona, preparación apropiada del terreno, densidad de siembra adecuada y control oportuno de malezas y plagas.

En cuanto a la fertilización nitrogenada en maíz, Meléndez *et al.* (2001) señalan que en los llanos occidentales de Venezuela predominan suelos pesados, y con las altas precipitaciones se afecta el desarrollo del cultivo. Una estrategia a corto plazo que favorece los rendimientos es la aplicación de nitratos. Estos autores sometieron a inundación por seis días a dos variedades de maíz en desarrollo vegetativo, la inundación redujo la biomasa y no encontraron recuperación al fertilizar debido a que el periodo de recuperación fue muy corto (13 días después de la fertilización).

Linares *et al.* (2012) señalaron que en zonas tropicales, incrementos en la fertilización nitrogenada mejoran los rendimientos del maíz porque aumenta el número y peso de granos por mazorca. Medina, citado por estos autores reportó aumento en la longitud y número de hileras/mazorca, así como mayor número y peso de granos al aumentar la dosis de N.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento (índice de prolificidad, área foliar y rendimiento de grano) de tres híbridos y tres variedades de maíz sometidos a dos condiciones de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado el 16 de junio de 2011 en el Campo Experimental Marfilar, de la UNELLEZ, ubicado en el municipio Guanare, estado Portuguesa, localizado entre las coordenadas 8° 54' y 9° 01' latitud Norte y 69° 40' y 69° 51' longitud Oeste (Veiga 2001), a 125 msnm. El área está enmarcada dentro del bosque seco tropical. La precipitación promedio anual es 1546 mm, 61% de las lluvias ocurre entre mayo y agosto. Los suelos pertenecen a la serie Guanare. El análisis de suelo (0-20cm), previo a la siembra arrojó textura franco arcillosa, pH= 5,8 con 1,3% de materia orgánica (baja), fósforo (5 ppm) y potasio (36 ppm) bajos.

El experimento se dispuso como un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, en las parcelas principales se proporcionó manejo agronómico con fertilización y sin fertilización. Las sub-parcelas la integraron tres híbridos y tres

variedades, para un total 12 tratamientos y 6 repeticiones. Cada unidad experimental constó de una hilera de 7 m separadas a 0,80 m, y entre sitios de siembra (2 plantas/sitio) 0,36 m (39 plantas/unidad experimental, equivalente a 69.444 plantas/ha). En el experimento el tamaño relativamente pequeño de la unidad experimental permitió incrementar el número de repeticiones. Se utilizaron dos hileras como borduras externas y cuatro para separar las parcelas principales.

El manejo agronómico fue similar dentro de cada parcela principal. En una se fertilizó al momento de la siembra con 50 kg/ha de N, 100 kg/ha de P₂O₅ y 100 kg/ha de K₂O, se utilizó como fuente la fórmula 10-20-20 y como reabono (a los 30 días después de la siembra) 138 kg/ha de N aplicado por surco en forma de urea y 60 kg/ha de K₂O en forma de cloruro de potasio. La otra parcela principal no se fertilizó. La fertilización se aplicó considerando el resultado del análisis de suelo referido anteriormente y la recomendación de PALMAVEN (Casanova 2000). En este caso se utilizó la opción con niveles superiores de N, P, K, considerando la capacidad productiva de los híbridos.

La siembra se realizó en un suelo con cero labranza (la maleza se cortó con una guadaña (segadora), a los 8 días se sembró y se aplicó el herbicida total Glifosato[®] (1,5 l/ha) + el insecticida Cipermetrina[®] (0,4 l/ha). Se realizó un segundo control químico de malezas y de insectos a los 20 días de edad del cultivo, con Accent[®] (40 g/ha) y Cipermetrina[®] (0,5 l/ha), respectivamente.

Los cultivares fueron los híbridos: Dorado-5, Dow 2B 710, Dekalb 2045, y las variedades: Turén 2000, Choro y Criollo (amarillo).

Parámetros evaluados

Índice de prolificidad (IP): en cada unidad experimental se dividió el número total de mazorcas entre el número total de plantas, esta relación representa el número de mazorcas/planta (CIMMYT-IBPGR 1991).

Rendimiento de grano (R): una vez cosechado y desgranado separadamente la totalidad en cada

repetición, se pesó (kg/parcela), se ajustó a 12% de humedad y se calculó el rendimiento en kg/ha.

Área foliar (AF): de las plantas que presentaban plena competencia al momento de la floración, se tomaron 5/repeticiones, a la hoja frontal e inferior a la mazorca se le midió el largo total de la lámina (desde la lígula hasta la punta de la lámina) y el ancho (se tomó en la parte central), también se contó el número de hojas/planta. Para efectos del cálculo de área foliar se utilizó la ecuación: $Y = -5880,5753 + 8,5508X_1 + 509,3558X_2$, donde: Y es el área foliar (cm²), X₁ es el promedio del área foliar de la hoja por debajo de la mazorca y X₂ el número de hojas promedio/planta al momento de la floración (Martínez 1992). Tinoco *et al.* (2008) utilizaron de 2 a 4 plantas para medir este parámetro en híbridos de maíz.

El análisis de la varianza fue para un modelo de parcelas divididas con distribución en bloques al azar. Los cálculos se realizaron mediante el programa estadístico Statistix versión 8.0. Los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey (5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La expresión del AF y R fue afectada (P<0,01) por los niveles de fertilización; mientras que el IP no fue afectado (P> 0,05) por la fertilización. Entre los cultivares se presentaron diferencias para IP, R (P<0,01) y AF (P<0,05); y en cuanto a R, los cultivares respondieron de manera diferente (P<0,01) a los ambientes de fertilización (interacción fertilización x cultivar). Los coeficientes de variación fueron 14,98; 12,03 y 19,21 % para IP, AF y R, respectivamente.

En la Tabla 1 se muestra que el IP no fue afectado por la fertilización; mientras que en el ambiente sin fertilización los parámetros AF y R disminuyeron (P<0,05) en 65% y 69% respectivamente. Sin considerar la eficiencia fotosintética de los cultivares, la disminución del AF, por carencia de nutrientes desde el inicio del cultivo, se tradujo en menor cantidad de fotosintetizados para el desarrollo radical, foliar, longitud de tallo y menor acumulación de materia

Tabla 1. Índice de prolificidad, área foliar y rendimiento de seis cultivares de maíz sometidos a fertilización contrastante.

Condición de fertilización	IP(mazorcas /planta)	AF (cm ²)	R (kg/ha)
Fertilizado	0,88 a	6.750 a	8.035 a
Sin fertilizar	0,83 a	2.355 b	2.500 b

Medias en las columnas con letras diferentes presentan diferencias significativas (P<0,05).

seca en el grano. Con la fertilización el rendimiento promedio (8.035 kg/ha) fue muy bueno a pesar de la diversidad genética de los materiales evaluados. Hernández y Soto (2013) informaron que la tasa fotosintética es un factor esencial en la producción de materia seca. Depende de las especies, e incluso de las variedades, así como del estado de desarrollo de la hoja, que es afectada por la nutrición mineral y el régimen de radiación solar durante el período de crecimiento.

En la Tabla 2 se presentan los promedios del AF y R de híbridos y variedades de acuerdo con las condiciones de fertilización. En el ambiente fertilizado el AF de híbridos (6.637 cm²) y variedades (6.794 cm²) fue similar. Esta tendencia, se mantuvo cuando no se fertilizaron los cultivares, en este caso el AF de las variedades (2.555 cm²) superó en 1,18% (399cm²) a la de los híbridos (2.156 cm²). El AF de híbridos y variedades cuando no se fertilizaron, disminuyó en 67,5% y 62,5%, respectivamente. A pesar de que hubo poca variación en el AF entre híbridos y variedades no ocurrieron rendimientos similares, los primeros rindieron 21,1% (1.860 kg/ha) más que las variedades cuando se fertilizaron y 17,8% (496 kg/ha) cuando no se aplicó esta práctica.

Cuando no se fertilizó, el rendimiento promedio disminuyó 68,4% en los híbridos y 67,0% en las variedades. La ausencia de la fertilización afectó de manera similar a híbridos y variedades; sin embargo, de manera absoluta, los híbridos superaron en rendimiento a las variedades en ambiente fertilizado y sin esta práctica. García (2004) también reportó superioridad de los híbridos blancos y amarillos con relación a las variedades en 677 y 1442 kg/ha, respectivamente, en ensayos

regionales del INIA.

Bajo las condiciones de este estudio, y sin analizar el comportamiento particular de los cultivares, de manera general, es preferible sembrar híbridos independientemente del plan de fertilización.

Vega (1972) evaluó híbridos simples y líneas de maíz con y sin fertilización, los dos niveles de fertilización causaron diferencias (P<0,01) en la altura de plantas y número de mazorcas. La disminución en altura de planta y número de mazorcas en el ambiente no fertilizado fue similar en los cultivares, concluyó que líneas e híbridos presentaron la misma capacidad "homeostática". Quiroz y Marín (2007) también evaluaron maíz en condiciones de fertilización y sin esta práctica, en monocultivo y asociado con quinchoncho, a pesar de que el suelo (Quibor-Lara) presentó materia orgánica media y contenido alto de P, Ca y K, el rendimiento de grano cuando se fertilizó, en monocultivo y asociado, superó al no fertilizado en 727 y 477 kg/ha, respectivamente.

En la Tabla 3 se presenta el rendimiento individual de los cultivares en cada ambiente de fertilización, se observa que los materiales más rendidores fertilizados presentaron también mejor rendimiento cuando no se fertilizaron. Los materiales más rendidores fueron los híbridos Dow2 B710 (10.045 kg/ha) y Dekalb 2045 (8.855 kg/ha), y la variedad Turén 2000 (8.085 kg/ha), que presentó desempeño halagador al superar al híbrido Dorado-5 y superar en 1.295 kg/ha a la variedad Choro. La variedad Turén 2000, en este mismo Campo experimental en el 2002 produjo 7.849 kg/ha (García *et al.* 2009).

Tabla 2. Área foliar y rendimiento de híbridos y variedades de maíz, fertilizados y sin esta práctica.

Condición de fertilización	AF (cm ²)		R (kg/ha)	
	híbridos	variedades	híbridos	variedades
Fertilizado	6.637	6.794	8.808	6.948
Sin fertilizar	2.156	2.555	2.789	2.293

Tabla 3. Rendimiento de grano de los cultivares como respuesta a la fertilización.

Condición	cultivares					
	H. Dorado-5	H. Dow2B710	H. Dekalb2045	V. Turén2000	V. Choro	V. Criolla
	kg/ha					
Fertilizado	7.525	10.045	8.855	8.085	6.790	5.968
Sin fertilizar	2.608	3.098	2.660	2.695	2.520	1.663
Reducción (%)	65,3	69,2	66,7	65,3	62,9	72,1

H,V = híbridos, variedades.

Tabla 4. Área foliar de los cultivares como respuesta a la fertilización.

condición	cultivares					
	H Dorado-5	H. Dow2B710	H. Dekalb2045	V. Turén	V. Choro	V. Criolla
	cm ²					
Fertilizado	6.493	6.503	6.916	6.321	6.787	7.273
Sin fertilizar	2.480	2.222	1.765	2.370	2.701	2.595
Reducción (%)	61,8	65,8	74,5	62,5	60,2	64,3

H, V = híbridos, variedades.

La variedad criolla fue menos rendidora como era de esperarse, debido a que no ha sido mejorada genéticamente; sin embargo, mostró un potencial promisorio. Se supone que este material está adaptado a la zona y a manejo agronómico deficiente. Contradictoriamente, el rendimiento disminuyó en mayor proporción (72,1%) en ausencia de fertilización. En este caso, se puede considerar que los materiales mejorados son más eficientes en el uso de los nutrientes.

El área del ensayo (suelo serie Guanare) al presentar bajos niveles de pH, materia orgánica P y K causó que los cultivares incrementaran de manera apreciable los rendimientos promedios (68,3 y 67% en híbridos y variedades, respectivamente) cuando se fertilizaron.

Cuando se fertilizó, el AF varió entre 6.321 y 7.273 cm² (Tabla 4), no hubo diferencias en AF entre variedades e híbridos, sin embargo, la variedad criolla produjo la mayor (P>0,05) AF. Acosta *et al.* (2004) también encontraron esta tendencia en AF (7.619 cm²) una variedad criolla de maíz dulce, valor superior al expresado por las variedades mejoradas de maíz dulce Riqueza y CENIAP-Dulce.

La variedad Turén 2000 presentó la menor AF y ocupó el tercer lugar en rendimiento, este comportamiento, al igual que el de los híbridos, demuestra que los materiales mejorados modernos presentan mayor eficiencia fotosintética y mejor

translocación de la materia seca de la "fuente" al "sumidero", sin que sea necesario producir mucha AF como la variedad criolla (con mayor AF y menor R). Haxhi (2008) señaló que la distribución vertical del área foliar es importante, los cultivares modernos producen menor área foliar relativa en la parte superior, que resulta en una mayor penetración de luz para la hoja de la mazorca. En los cultivares antiguos esta relación es inversa.

Cuando no se fertilizó, la reducción del AF estuvo entre 60,2% (Choro) y 74,5% (Dekalb 2045, el más afectado). Esto evidencia lo esencial de la fertilización para cultivares mejorados y prístinos.

CONCLUSIONES

Los híbridos y variedades presentaron área foliar poco variable cuando se fertilizaron y sin esta práctica, aunque esta se redujo entre 67,5% (híbridos) y 62,4% (variedades), mantuvieron la tendencia del ambiente fertilizado. Mayor área foliar no implicó mayor rendimiento de grano. El índice de prolificidad no fue afectado por fertilización.

Los híbridos rindieron más que las variedades bajo las dos condiciones de fertilización, por lo que es preferible sembrarlos independientemente del plan de fertilización. Cuando no se fertilizó, la disminución del rendimiento fue parecida en todos los cultivares, fluctuó entre 62,9% (variedad Choro) y 72,1% (variedad Criolla).

Los materiales más rendidores para las dos condiciones de fertilización fueron los híbridos Dow 2B 710 y Dekalb 2045 y la variedad Turén 2000.

REFERENCIAS

- Acosta, C., Rivas, P. y Salazar, P. 2004. Evaluación de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) de grano dulce y una de grano normal en el municipio Guanare estado Portuguesa. VI Congreso de Ciencia y Tecnología del Estado Portuguesa y V Premios bienales de Ciencia, Tecnología e innovación del estado Portuguesa. Acarigua. Pp. 51-52.
- Bolívar, H. y Spósito, E. 2012. Prioridades de investigación y ajuste de tecnologías del cultivo maíz (*Zea mays* L.) en el estado Apure. Venezuela. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Pp. 1437-1448.
- Cabrera, S. y Sánchez J. 2008. Densidades de plantas. In Cabrera S. ed. XIV Curso sobre producción de maíz. Asoportuguesa. Araure. Portuguesa. pp 60-68.
- Casanova, E. 2000. Agronomía del cultivo (La fertilización y nutrición mineral del maíz en Venezuela). In Fontana, H. y González C., eds. El maíz en Venezuela. Ex Libris. (Fundación Polar). Caracas. pp. 275- 294.
- Casanova, E. 2003. Agricultura sostenible y fertilidad de suelos. Rev. Unell. Cienc. Tec. 21: 18-35.
- CIMMYT-IBPGR. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 88p.
- Contreras, A. 2012. Bajos rendimientos en maíz anuncian caída de producción. El Universal (sección economía), Caracas. Octubre 30. pp 2-1.
- Córdova, H. 1992. Respuestas diferenciales para el rendimiento de híbridos de maíz evaluados en ambientes contrastantes de Latinoamérica PCCMCA 1990. Agronomía Mesoamericana 3: 1-8.
- DANAC. 2012. Informe Danac 2011-2012. San Javier. Yaracuy. Venezuela. 86 p.
- Dunja, B. 2000. Fertilización del cultivo maíz. Fonaiap Divulga No 65 [On line]. En: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd65/texto/maiz.htm. [julio de 2013].
- FEDEAGRO. 2014. Estadísticas Agropecuarias. Producción Agrícola. [On line]. En: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>: Cereales [junio de 2014].
- Fernández, V., Fernández, L., Antonieta, M., Tambussi, E., Acciaresi, H. y Guiamet, J. 2008. Acumulación de biomasa y dinámica del área foliar en híbridos "stay green" de maíz bajo sequía durante el período de llenado. XII Reunión Latinoamericana y XXVII Reunión Argentina de fisiología vegetal. Argentina. [On line]. En: www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keys=words=&id=32348&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=1145981 [enero de 2014].
- García, P. 2004. Caracteres agronómicos de los principales cultivares de maíz utilizado en Venezuela y efecto de algunos estreses abióticos sobre la expresión fenotípica. In Cabrera, S. Ed. XI Curso sobre producción de maíz. ASOPORTUGUESA, CIMMYT, INIA. Araure. pp 78-91.
- García, P., Cabrera, S., Pérez, A., Silva, R., Álvarez, R., Marín, C., Monasterio, P. y Santaella, M. 2009. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de cultivares de maíz de endospermo normal y QPM en zonas agroecológicas de Venezuela. Agron. Trop. 59 (4): 433-443.

- Haxhi, L. 2008. Stay Green en maíz. Aspectos a tener en cuenta para el silaje (Senescencia). [On line]. En: [www. Cuencarural.com](http://www.cuencarural.com) [noviembre de 2013].
- Hernández, N. y Soto, F. 2013. Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales (La Habana)* 34 (2). [On line]. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000200004&script=sci_arttext [julio de 2014].
- Linares, M., Barrios, M. y Solórzano, P. 2012. Efecto de la fertilización con urea tratada con inhibidor de la nitrificación sobre el rendimiento y la nutrición del maíz (*Zea mays* L.). *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 38(2): 41-48.
- Martínez, E. 1992. El área foliar de la planta de maíz. Un método rápido para estimarlo. In Mago, G. ed. I Jornada científica nacional del maíz. Guanare. pp. 48-49.
- Meléndez, L., Lisazo, J. y Ramírez, R. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) sometidas a exceso de humedad en el suelo. *Bioagro* 13 (3): 111-116.
- Paliwal, R. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. FAO-CIMMYT. [On line]. En: www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM. [diciembre de 2013].
- Paterniani, E. 1978. Melhoramiento y produção do milho no Brasil. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. Brasil. 650 p.
- Quiroz, A. y Marín, D. 2007. Eficiencia del uso de N- P- K en una asociación de maíz (*Zea mays* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) con o sin fertilización. *Bioagro* 19 (2). 61-68.
- Segovia, V. y Alfaro, Y. 2008. Características de los cultivares de maíz del sector público. In Cabrera, S. ed. XIV Curso sobre producción de maíz. ASOPORTUGUESA. Araure. pp 48-54.
- Segovia, V. y Alfaro, Y. 2009. El maíz: un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. *Agronomía Trop.*59 (3): 237-247.
- SENASEM. 1987. SENASEM, informe del año 1987 Junta Directiva. FONAIAP- Divulga N° 26. [On line]. En: http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd26/texto/senasem.htm. [mayo de 2014].
- Tinoco, C., Ramírez, A., Villarreal, A. y Ruíz, A. 2008. Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agric. Téc. Mex.* 34(3) (jul/sept). [On line]. En: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25172008000300001&script=sci_arttext. [julio de 2014].
- Vega, P. 1972. Efecto del medio-ambiente sobre la relación altura de mazorca-altura de planta en maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Trop.* 22(5): 461-474.
- Veiga, A. 2001. Evaluación de variables taxonómica y morfo-pedogenética en suelos de la estación experimental Marfilar, Guanare, Portuguesa. Tesis de maestría. 104 p.

EFFECTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES Y MICROORGANISMOS EFICIENTES SOBRE EL CRECIMIENTO IN VITRO DE *Sclerotium rolfii**

Effectiveness of plant extracts and effective microorganisms on growth in vitro of *Sclerotium rolfii*

Yadira Flores¹, Antonio Romero¹ y Yinny Mujica²

RESUMEN

Se evaluaron dieciocho extractos vegetales y microorganismos eficientes (EM) sobre el crecimiento micelial *in vitro* y formación de esclerocios de *Sclerotium rolfii*. Los extractos se prepararon con 50 g de hojas jóvenes de tuatúa (*Jatropha gossypifolia*), merey (*Anacardium occidentale*), orégano (*Origanum vulgare*), nim (*Azadirachta indica*), corocillo (*Cyperus rotundus*), cundeamor (*Memordica charantia*), lecherito (*Chamaesyce irta*), cariaquito (*Lantan camara*), mango (*Mangifera indica*), matarratón (*Gliricidia sepium*), culantro (*Coriandrum sativum*), onoto (*Bixa orellana*), yuquilla (*Digitaria sanguinalis*), sábila (*Aloe vera*), bulbos de ajo (*Allium sativum*) y cebolla (*Allium cepa*), hojas y fruto de noni (*Morinda citrifolia*), mas 180 ml de agua destilada estéril. Se tomaron 3 ml de cada uno de los extractos y se mezclaron con 15 ml de agar-malta y se dispensaron en cápsulas de Petri. Para los microorganismos eficientes se midieron 3 ml del producto comercial y se disolvieron en 15 ml de agar malta. Una vez solidificado el medio se sembró la colonia del hongo. Durante 5 días se midió el crecimiento micelial. A los 8 días se cuantificó la formación de estructuras de reproducción. Los resultados indican que los extractos de ajo, yuquilla, nim, orégano, cundeamor y matarratón inhibieron el crecimiento micelial de *S. rolfii*, durante los primeros 3 días. El testigo y el resto de los tratamientos permitieron el crecimiento del micelio del patógeno durante los 5 días de observación. Referente a la formación de estructuras de reproducción, los extractos de yuquilla y matarratón, fueron más efectivos en el control de *S. rolfii*. El efecto inhibitorio de EM sobre el crecimiento del patógeno fue constante en el tiempo ya que inhibió completamente el crecimiento micelial y la formación de estructuras de reproducción.

Palabras clave: patógeno, estructuras de reproducción, inhibición, crecimiento.

ABSTRACT

Eighteen plant extracts and effective microorganisms (EM) were evaluated on mycelial growth In Vitro and formation of sclerotia of *Sclerotium rolfii*. Extracts were prepared with 50 g of young leaves of *Jatropha gossypifolia*, *Anacardium occidentale*, *Origanum vulgare*, *Azadirachta indica*, *Cyperus rotundus*, *Memordica charantia*, *Chamaesyce irta*, *Lantan camara*, *Mangifera indica*, *Gliricidia sepium*, *Coriandrum sativum*, *Bixa orellana*, *Digitaria sanguinalis*, *Aloe vera*, *Allium sativum* bulbs, *Allium cepa* bulbs, and leaves and fruit of *Morinda citrifolia*, more 180 ml of sterile distilled water, 3 ml of each extracts and 15 ml of agar - malt mixed, dispensed in capsules Petri, equal was done for EM . Once the middle of the fungus was solidified the colony planted. Mycelia growth was measured for 5 days. At 8 days the formation of reproductive structures was determined. The results indicate that extracts of *Allium cepa*, *Digitaria sanguinalis*, *Azadirachta indica*, *Origanum vulgare*, *Memordica charantia* and *Gliricidia sepium* inhibited the mycelia growth of *S. rolfii*, during the first 3 days. The control and other treatments allowed mycelia growth of the pathogen during the 5 days. Regarding the formation of reproductive structures, *Digitaria sanguinalis*, *Gliricidia sepium* extracts allowed a minimum formation of sclerotic being the most effective in the control of *S. rolfii*. The inhibitory effect of EM on the growth of the pathogen was constant over time, and that completely inhibited the mycelia growth and the formation of reproductive structures.

Key words: pathogen, reproductive structure, inhibition, growth.

(*) Recibido: 06-04-2014

Aceptado: 08-09-2014

¹ Fundacion La Salle de Ciencias Naturales Campus Cojedes. E-mail: yaflo62@gmail.com, romerof.antonio@gmail.com.

² Instituto Nacional de Sanidad Agropecuaria Integral. E-mail: Yinny7140@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas, son causadas por hongos habitantes del suelo. Dentro de estos patógenos se encuentra *Sclerotium rolfsii*, el cual es una especie de hongo causante de más de un centenar de enfermedades en especies vegetales, coloniza los conductos xilemáticos de la planta, bloquea los vasos, lo que determina la aparición de síntomas de marchitamiento de hoja, amarilleo y eventualmente necrosis y muerte total de la planta (Smith *et al.* 1986).

S. rolfsii es un patógeno del suelo de difícil control, su diseminación en el campo se efectúa a través de material de propagación infectado, fragmentos de plantas enfermas y movimiento de suelo infestado con esclerocios, los cuales pueden sobrevivir hasta por más de 20 años (Haglund y Kraft, citados por Rodríguez *et al.* 2010). Debido a que posee estructuras de reproducción y resistencia llamadas esclerocios, este patógeno tiene la capacidad de penetrar en los haces vasculares del centro de la raíz produce oclusión y se difunde sin activar los mecanismos de detección y defensa del huésped (Agrios 2005).

La incidencia de este patógeno, trae consigo una baja densidad de población, disminución de la producción y por consiguiente pérdidas económicas en los cultivos. Por tanto se deben tomar medidas preventivas que eviten la aparición de esta enfermedad. Su control se ha basado tradicionalmente en el uso de productos químicos sintéticos, muchos de los cuales han producido, como efecto secundario, problemas de desequilibrio ambiental, de salud humana y el surgimiento de poblaciones de plagas más agresivas y resistentes a ellos (FAO 2002).

Estos problemas han llevado a la búsqueda de alternativas de control de plagas que se inserten en el desarrollo de agro sistemas sostenibles, basados en un manejo integrado de cultivos sin alterar el equilibrio del sistema (Bunch 1997). Una de estas alternativas es el uso de extractos de plantas que actúan como pesticidas o simplemente como reguladores del desarrollo de los patógenos (Cuttler y Schmutters 1999). El efecto fungistático o fungicida de extractos de plantas cultivadas o

silvestres ha quedado demostrado en diversos pato sistemas (Debey y Kishore 1987; Roa *et al.* 1992; Awuah 1994; Bianchi *et al.* 1997; Rodríguez y Montilla 2002; Zapata *et al.* 2003; De Marcano *et al.* 2005; Flores *et al.* 2011).

Actualmente se están utilizando EM, producto comercial conformando por tres tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería (Najar y Thomas 2001).

Eco tecnologías (2014) indicó que EM es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles entre sí, usado como una opción viable y sostenible para la producción agrícola y animal dentro de parámetros orgánicos y biológicos, que no afectan el medio ambiente, para lograr productos de alta calidad con bajo costo.

En este producto, según lo expuesto por Edens *et al.* (1997), un grupo de microorganismos eficientes alcanza una copropiedad por medio de la cooperación y la coexistencia en un medio líquido natural y al momento en que se introduce al ambiente, los efectos sinérgicos son beneficiosos.

Por lo antes expuesto, es necesario evaluar alternativas de control menos peligrosas y efectivas para el manejo de las plagas y enfermedades, como los extractos vegetales y microorganismos eficaces. El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de 18 extractos vegetales y microorganismos eficientes sobre el crecimiento micelial *in vitro* y formación de esclerocios de *Sclerotium rolfsii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el laboratorio de fitopatología de la Estación de Investigaciones Agropecuarias y de Extensión (EDIAGRO) de Fundación La Salle Campus Cojedes, ubicada en el municipio San Carlos del Edo. Cojedes, durante el segundo semestre del año 2013.

Para ello, se seleccionaron 18 extractos vegetales, un producto biológico llamado

comercialmente Microorganismos eficientes (EM) y un testigo (Tabla 1).

La colonia del hongo se aisló de una siembra de pimentón ubicada en terrenos de Fundación La Salle Campus Cojedes.

Elaboración de los extractos: se utilizó la metodología propuesta por Bianchi *et al.* (1997) modificada, se seleccionaron hojas terminales de plantas adultas de tuatúa, merey, orégano, nim, corocillo, cundeamor, lecherito, cariaquito, mango, matarratón, yuquilla, sábila, culantro y onoto, también se seleccionaron bulbos de ajo y cebolla y hojas y fruto de noni, se lavaron con agua corriente y una solución de hipoclorito de sodio al 2%, luego con agua destilada estéril. Se tomaron 50 g de cada una de las partes seleccionadas, más 180 ml de agua destilada estéril, se licuaron durante 5 minutos, fueron coladas y pasadas por una gasa para eliminar los restos de partes vegetales. En la cámara de flujo laminar, se colocaron 3 ml de cada uno de los extractos y 15 ml de agar malta, se agitó ligeramente hasta que se formó una mezcla homogénea y se dispensó en cápsulas de petri previamente esterilizadas. Una vez solidificado el medio se procedió a sembrar la colonia del hongo. Al testigo absoluto se le colocaron 3 ml de agua destilada estéril y luego se sembró la colonia.

Los datos se tomaron a las 72 y 120 horas midiendo el crecimiento del micelio del hongo con una regla graduada (cm). A los 8 días se cuantificó manualmente el número total de esclerocios formados.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 20 tratamientos y 5 repeticiones

por cada tratamiento. Los datos fueron analizados estadísticamente, aplicando un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Duncan. Se utilizó el paquete estadístico stadgrafic.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de extractos vegetales y EM sobre el crecimiento micelial de *S. rolfsii*

El efecto inhibitorio de los extractos vegetales y EM sobre *Sclerotium rolfsii* fue variable y se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre extractos vegetales, EM y el testigo.

La prueba de Duncan (Tabla 2) muestra 6 grupos de medias. En el grupo 1 los extractos de ajo, nim y EM inhibieron el crecimiento micelial y en menor cuantía yuquilla, matarratón, cundeamor y orégano, con valores desde 0,04 hasta 0,06 cm. El resto de los extractos, no inhibieron el desarrollo del micelio. De igual modo, el testigo no inhibió el crecimiento del patógeno. En el grupo 6 se encuentran los extractos que generaron mayor crecimiento (1,274 en extracto de sábila y 1,3080 cm en extracto de tuatúa).

El extracto de ajo ha sido utilizado en investigación sobre propiedades anti fúngicas de extractos vegetales, la mayoría de las veces ha generado resultados positivos. Chávez y Aquino (2012) demostraron que el extracto de ajo inhibió el crecimiento micelial de tres hongos; así como la esporulación de *Fusarium* sp. y la producción de esclerocios de *Sclerotium* sp. Chávez (2012) observó que el extracto de ajo presentó la menor área de crecimiento micelial ($0,34 \text{ cm}^2$) *in vitro* del hongo *Rhizoctonia* sp.

Tabla 1. Extractos vegetales empleados en el control de crecimiento de *Sclerotium rolfsii*.

Extracto	Extracto
T1. Sábila (<i>Aloe vera</i>)	T11. Fruto de Noni (<i>Morinda citrifolia</i>)
T2. Ajo (<i>Allium sativum</i>)	T12. Yuquilla (<i>Digitaria sanguinalis</i>)
T3. Corocillo (<i>Cyperus rotundus</i>)	T13. Tuatua (<i>Jatropha gossypifolia</i>)
T4. Cundeamor (<i>Momordica charantia</i>)	T14. Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)
T5. Hojas de Noni (<i>Morinda citrifolia</i>)	T15. Culantro (<i>Coriandrum sativum</i>)
T6. Nim (<i>Azadirachta indica</i>)	T16. Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)
T7. Lecherito (<i>Chamaesyce irta</i>)	T17. Merey (<i>Anacardium occidentale</i>)
T8. Onoto (<i>Bixa orellana</i>)	T18. Cebolla (<i>Allium cepa</i>)
T9. Cariaquito (<i>Lantanacamera</i>)	T19. E.M.
T10. Mango (<i>Mangifera indica</i>)	T20. Testigo

Tabla 2. Crecimiento micelial para el día 3 de *Sclerotium rolfisii* sometido 20 tratamientos.

Tratamientos	Grupos					
	1	2	3	4	5	6
Ajo	0,00			-cm-		
Nim	0,00					
EM	0,00					
Yuquilla	0,04					
Matarratòn	0,06					
Cundeamor	0,06					
Orégano	0,06					
Culantro		0,76				
Fruto Noni		0,86	0,86			
Onoto		0,92	0,92	0,92		
Cariaquito			1,05	1,05	1,05	
Hojas Noni			1,06	1,06	1,06	
Merey			1,06	1,06	1,06	
Cebolla			1,16	1,16	1,16	
Mango			1,16	1,16	1,16	
Lecherito				1,19	1,19	
Corocillo				1,20	1,20	
Sábila					1,27	1,27
Tuatúa					1,31	1,31
Testigo						1,53
Sig.	0,70	0,25	0,05	0,07	0,10	0,06

A pesar de que en el presente trabajo se utilizó una concentración de 277,00 g/L, estos resultados coinciden con los obtenidos por Barros *et al.* (1995) y Gasparin *et al.* (1998), quienes señalaron el efecto inhibitor del extracto de ajo sobre el crecimiento de diferentes hongos como: *Rhizoctonia solani*, *Alternaria spp.* y *Curvularia spp.*, cuando utilizaron concentraciones entre 8 y 50 g/L.

Así mismo, los resultados concuerdan con los obtenidos por Chávez y Aquino (2012) quienes reportan que el extracto de ajo inhibió el crecimiento micelial de los hongos *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Sclerotium sp.*; así como la esporulación de *Fusarium sp.* y la producción de esclerocios de *Sclerotium sp.*

Sarubbi (2002) observó una inhibición de 100% del crecimiento micelial *in vitro* de *Rhizoctonia solani* con extracto de ajo a 30.000 ppm. López *et al.* (2005) obtuvieron inhibición del crecimiento del hongo en 98 y 100% utilizando

extracto de ajo en concentraciones de 5 y 10%, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Niño *et al.* (2007), quienes informaron actividad inhibitoria de extractos de *Syzygium aromaticum*, *Lippia alba*, *Allium cepa*, *Commelina difusa*, *Momordica charantia*, *Pavonia sp.*, *Plenax sp* contra *Mycosphaerella fijiensis* y *Fusarium sp.* En estos estudios se ha demostrado que algunos agentes protectores o inductores de resistencia por su actividad como anti fúngicos son cumarinas, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas y quinonas.

Alvarado *et al.* (2012) evaluaron extractos etanólicos de orégano silvestre (*Lippia origanoides*) y nim en el control de *S. rolfisii* y *S. cepivorum*, este patógeno no se desarrolló cuando se combinaron ambos extractos, se obtuvo inhibición de 71,4 % con respecto al testigo. En contraste, *S. rolfisii* creció 100% en aquellos tratamientos con *A. indica*, pero

no creció en extracto de *L. organoides*. Para el quinto día del crecimiento micelial de *Sclerotium rolfsii* hubo diferencias ($P < 0,05$) entre los tratamientos.

En la Tabla 3 se aprecian 8 grupos de medias para crecimiento de micelio al quinto día. El grupo 1 formado por el tratamiento con EM inhibió el crecimiento del micelio; mientras que en el grupo 2 los extractos de yuquilla y ajo permitieron un ligero crecimiento del patógeno. Los extractos de cundeamor y orégano pertenecientes también a este grupo, igualmente causaron un efecto inhibitorio; pero menor que el extracto de ajo (0,7120 cm) y yuquilla (0,9 cm). El resto de los extractos no produjo efecto inhibitorio sobre el crecimiento del micelio, permitieron desarrollo desde 0,96 hasta 1,56 cm, este último mayor que el testigo (1,02 cm).

Al comparar el crecimiento micelial de *S. rolfsii* sometido a 18 extractos vegetales y EM, se evidencia que para el día 5 EM continúa con su

acción inhibitoria sobre el patógeno, seguida por los extractos de ajo y yuquilla.

Con respecto al modo de acción de EM, Higa y Parr (1994) aseguran que es una solución que contiene varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, los cuales ejercen acción antagonista contra patógenos.

La acción anti fúngica del EM se debe según FUNDASES (2005), a los microorganismos que lo constituyen (bacterias fotosintéticas *Rhodospseudomonas* spp, ácido lácticas *Lactobacillus* spp. y levaduras *Sacharomyces* spp), que toman sustancias generadas por otros organismos y basan en ello su funcionamiento y desarrollo. Cuando los microorganismos eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, lo cual suprime microorganismos patógenos. APNAN (1995) afirmó que las bacterias ácido lácticas

Tabla 3. Crecimiento micelial para el día 5 de *Sclerotium rolfsii* sometido a 20 tratamientos.

Tratamientos	Grupos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
EM	0,00							
Yuquilla		0,58						
Ajo		0,60						
Cundeamor		0,71	0,71					
Orégano		0,90	0,90	0,90				
Matarratòn			0,96	0,96	0,96			
Testigo			1,02	1,02	1,02			
Mango				1,10	1,10	1,10		
Nim				1,12	1,12	1,12		
Onoto				1,16	1,16	1,16	1,16	
Culantro				1,20	1,20	1,20	1,20	
Cebolla				1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Hojas noni				1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Fruto noni					1,26	1,26	1,26	1,26
Merey					1,26	1,26	1,26	1,26
Cariaquito					1,30	1,30	1,30	1,30
Tuatúa					1,30	1,30	1,30	1,30
Corocillo						1,38	1,38	1,38
Lecherito							1,48	1,48
Sábila								1,56
Sig.	1,00	0,05	0,06	0,06	0,064	0,13	0,08	0,06

producen ácido láctico a partir de azúcares y carbohidratos elaborados por bacterias fotosintéticas y levaduras, se cree que la presencia de ácido láctico, origina sustancias antibacteriales (antibióticas) inhibitoras de patógenos.

Efecto de extractos vegetales y EM sobre la formación de esclerocios de *S. rolfsii*

Referente a la formación de esclerocios hubo diferencias ($P < 0,05$) entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla 4) muestra 6 grupos, el grupo 1 conformado por los extractos de ajo, orégano, cundeamor y EM inhibieron totalmente la formación de esclerocios. En este grupo los extractos de nim, yuquilla y matarratón permitieron que se formaran menos de 50 esclerocios. En el resto de los extractos el patógeno produjo más de 90 esclerocios, estas estructuras de reproducción y diseminación son indispensables para que el hongo pueda causar la enfermedad. Una reducción de su crecimiento vegetativo, por efecto de los extractos, ocasionaría una disminución del número de esclerocios

producidos y en consecuencia de la diseminación de la enfermedad.

Resultados similares fueron encontrados por De Marcano *et al.* (2005) quienes evaluaron el efecto antifúngico de extractos de tártago (*Ricinus communis*), albahaca (*Ocimum basilicum*), mastuerzo (*Lepidium virginicum*), ajo y nim sobre el crecimiento micelial *in vitro* de *Sclerotium rolfsii* y *Thielaviopsis basicola*. El número de esclerocios fue menor en los extractos de ajo y nim.

Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Chirinos y Rodríguez (2005), quienes evaluaron los extractos de nim, ajo y cebolla en el control de *Fusarium sp.* y otros patógenos, los cuales resultaron promisorios en la inhibición del crecimiento y formación de estructuras de reproducción.

Referente a EM, se mantuvo la acción anti fuñica durante los 5 días de evaluación del crecimiento micelial y la formación de esclerocios, estos resultados coinciden con los obtenidos por Moya (2001) y Flores *et al.* (2013), quienes

Tabla 4. Número de esclerocios para el día 8 de *Sclerotium rolfsii* sometido a 20 tratamientos.

Tratamiento	Grupos					
	1	2	3	4	5	6
Ajo	0,00					
Cundeamor	0,00					
Orégano	0,00					
EM	0,00					
Nim	3,80					
Matarratón	4,00					
Yuquilla	5,40					
Hojas Noni		92,20				
Frutos noni		99,20				
Merey		104,20				
Corocillo		107,60	107,60			
Lecherito		110,00	110,00			
Tuatúa		114,00	114,00			
Culantro		119,60	119,60			
Cebolla		128,40	128,40	128,40		
Mango		129,60	129,60	129,60		
Sábila			152,40	152,40	152,40	
Testigo				171,40	171,40	
Onoto					179,00	
Cariaquito						243,20
Sig.	0,83	0,13	0,06	0,06	0,23	1,00

realizaron trabajos sobre aplicación de EM en el manejo de *Mycosphaerella fijiensis*, *Fusarium* y *Sclerotium*, los resultados indicaron que EM ejerció control absoluto sobre el crecimiento e incidencia de los patógenos en los cultivos de pimentón y musáceas estudiados.

CONCLUSIONES

Los extractos de ajo, yuquilla, nim, orégano, cundeamor y matarratón inhibieron el crecimiento micelial de *S. rolfsii* durante los primeros 3 días ($P < 0,05$). Por tanto, se podrían aprovechar en mezclas, para aumentar su efecto inhibitorio sobre el hongo.

El resto de los extractos no causaron efecto en el crecimiento del patógeno durante 5 días de observación.

El efecto inhibitorio de EM sobre el crecimiento del patógeno fue constante en el tiempo, inhibió completamente el crecimiento micelial y formación de estructuras de reproducción.

Los extractos ajo, yuquilla, nim, orégano, cundeamor, matarratón y microorganismos eficientes pueden constituir alternativas dentro del manejo integrado de plagas de *Sclerotium rolfsii*.

REFERENCIAS

Agrios, G. 2005. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa. México DF. 838p.

Alvarado, S., Ulacio, D., Sanabria, C. y Jiménez, T. 2012. Compatibilidad in vitro de extractos vegetales y *Trichoderma harzianum* y su efecto en el crecimiento de *Sclerotium rolfsii* sacc. y *Sclerotium cepivorum* Berk. [On línea]: En: http://www.lareferencia.info/vufind/Record/VE_c127c530806fd99603915a09900b6aea/Details. [julio 2014].

APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network). 1995. EM Application Manual for APNAN countries. [On línea]: En: <http://www.agriton.nl/apnanman.html>. [enero 2014].

Awuah, R. 1994. In vivo use of extracts from *Occinum gratissimum* and *Cymbopogon citrates* against *Phytophthora palmivora* causing blackpod disease of cocoa. Ann. Appl. Biol. 124: 173-178.

Barros, S., De Oliveira, N. e Maia, L. 1995. Efeito do extrato de alho (*Allium sativum*) sobre o crescimento micelial e germinacao de conidios de *Curvularia* spp e *Alternaria* spp. Summa Phytopathologica 21: 168-170.

Bianchi, A., Zanbonelli, A. Zenechi, A. and Bellesia, A. 1997. Ultrastructural studies of the effect of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. Plan Dis. 81:1241-1246.

Bunch, R. 1997. Principios de la Agricultura Orgánica. Hoja a Hoja (Costa Rica) 20, 2-6.

Chávez, A. 2012. Control alternativo con extractos vegetales de los hongos del suelo *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Sclerotium* sp. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Departamento de Protección Vegetal. Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA, UNA. Paraguay, 51 p.

Chávez, A., y Aquino, S. 2012. Control de los hongos del suelo *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Sclerotium* sp. con extractos vegetales. Investig. Agrar. 14(1):17-23.

Chirinos, J. y Rodríguez, I. 2005. Control in vitro de *Fusarium* sp. mediante el uso de extractos vegetales. Resúmenes. XIX Congreso Venezolano de fitopatología. Fitopatología Venezolana 18 (2): 50.

Cuttler, P. and Schmitterer, H. 1999. Natural pesticides from the Neem seed and other plants. J. Ethnopharmacology 333, 11-19.

Debey, N. and Kishore, N. 1987. Fungitoxicity of some higher plants and synergistic activity of their essential oils. Tropic Sci. 27: 23-27.

- De Marcano, D., Vargas, N. y Pire, A. 2005. Efecto de extractos vegetales y fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial in vitro de *Sclerotium rolfsii* y *Thielaviopsis basicola*. *Rev. Fac. Agron.* 22 (4): 315-324. [On line]: En: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400001&lng=es&nrm=iso. [enero 2014].
- Edens, F., Parkhuist, C., Casas, I. and Dobrogosz, W. 1997. Principles of ex ovo competitive exclusion and in ovo administration of *Lactobacillus reuteri*. Poultry Science Association: 179-196. [On line]: En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9037704>. [julio 2014].
- FAO. 2002. Hacia la Agricultura Sostenible. Foro de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [On line]: En: <http://www.fao.org/inicio.htm>. [Enero 2014].
- Flores, Y., Pacheco, M. y Cáceres, L. 2011. Efecto in vitro de 5 extractos acuosos vegetales y EM (Microorganismos Eficaces) sobre el crecimiento micelial y formación de esclerocios de *Rhizoctonia solani* aislado de maíz. Memorias de las XIX Jornadas Técnicas de investigación y II de posgrado. UNELLEZ. Pp.285-291.
- Flores, Y., López, F. y Villanueva, J. 2013. Efecto del EM y *Trichoderma* sp. sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii* en una siembra experimental de pimentón. *Agrollanía* 10:38-43.
- FUNDASES (Fundación de Asesorías para el Sector Rural, Co) 2005. EM. Microorganismos eficaces. Bogotá, Co. [On line]: En: <http://www.fundases.com/userfiles/file/Cartilla%20EM%20Manejo%20Residuos%20Solidos.pdf>. [Febrero 2014].
- Gasparin, M., Morales, L., Schwan, G., Estrada, N. e Stangarlin, J. 1998. Efeito do oleo essencial e do extrato bruto de alho (*Allium sativum*) no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* e *Alternaria stenii*. *Summa Phytopathologica* 24(1): 74.
- Higa, T. and Parr, J. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center Atami, Japan. [On line]: En: <http://emproducts.co.uk/downloads/EM.pdf>. [abril 2014].
- López, A., López, S., Vásquez, M., Rodríguez, S., Mendoza, M., y Padrón, E. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp lycopersici (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Verticillium dahliae* Kleb. mediante extractos vegetales acuosos. *Revista Mexicana de Fitopatología* [On line]: En: <http://www.redalyc.org/pdf/612/61223212.pdf>. [febrero 2014].
- Moya, F. 2001. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficaces (EM) y derivados de este, en el manejo del hongo Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano bajo un sistema agroforestal. [On line]. En: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/sigatoka_negra_en_sistema_agroforestal.pdf. [enero 2014].
- Najar, T. y Thomas, S. 2001. El efecto de los microorganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniliophthora roreri* bajo condición de laboratorio y campo con inoculación artificial. Trabajo de Graduación. Mercedes de Guácimo, Universidad EARTH. Costa Rica [On line]. En: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/pdf/98095.pdf>. [julio 2014].
- Niño, J., Ospina, J., Mosquera, O. y Correa, Y. 2007. Determinación de la actividad anti fúngica de extractos vegetales sobre los hongos *Fusarium* sp y *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Scientia Et Technica* XIII. (33): 425. [On line]. En: http://www.researchgate.net/publication/26544132_Determinacin_de_la_actividad_antifngica_de_extractos_vegetales_sobre_el_hong

o_Mycosphaerella_fijiensis_Morelet [enero 2014].

Roa, G., Singh, M. and Singh, H. 1992. Fungitoxi evaluation of essential oils extracted from higher plants against some sugarcane pathogens in vitro. *Tropic Sci.* 32: 377-382.

Rodríguez, D. y Montilla, J. 2002. Disminución de la marchitez causada por fusarium en tomate con extracto de *Citris paradisi*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 63: 46-50.

Rodríguez, J., Velandia, J. y Viteri, S. 2010. Evaluación de Microorganismos aislados de gallinaza por su potencial para el biocontrol de *Fusarium (F. oxysporum)* en plántulas de Uchuva (*Physalis peruviana*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín.* 63(2): 5499-5509 [On line]. En: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602004>. [diciembre 2013]

Sarubbi, H. 2002. Control alternativo de *Rhizoctonia solani* Kuhn en petunia (*Petunia x hybrida*). Tesis Maestría. San Lorenzo, FCA. UNA. Paraguay, 37 p.

Smith, V., Punja Z. and Jenkins, S. 1986. A histological study of infection of host tissue by *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 76: 755-759.

Zapata, R., Sanabria, M. y Rodríguez, D. 2003. Reducción del desarrollo de hongos fitopatógenos con extracto de cardón lefaría (*Cereusdeficiens* Otto &Diert.) *Interciencia* 28: 302 – 306.

SENSIBILIDAD A AGENTES ANTIMICROBIANOS DE PATÓGENOS MASTITOGÉNICOS AISLADOS EN LECHE DE VACAS DOBLE PROPÓSITO*

Antimicrobial sensitivity of mastitogenic pathogens isolated from milk of dual purpose cows

Freddy Gutiérrez¹, Milagros Díaz¹, Yumaris Arias¹ y Eligio Rodríguez¹

RESUMEN

La investigación se realizó en diferentes unidades de producción del municipio Guanare del estado Portuguesa, durante febrero y marzo de 2013. El objetivo fue clasificar los patógenos mastitogénicos aislados en leche de vacas doble propósito y determinar la sensibilidad frente a agentes antimicrobianos. Se recolectaron por muestreo intencional y asepticamente 45 muestras de leche cruda directamente del pezón, con resultados de california mastitis test (CMT) desde trazas hasta 3 cruces. Los aislamientos se realizaron con las instrucciones recomendadas por el National Mastitis Council. La sensibilidad y la resistencia se determinaron por el método de difusión del disco en agar nutritivo siguiendo los lineamientos del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio. Se utilizaron 13 sensibilizadores antimicrobianos: cefalotina 30ug, cloramfenicol 30ug, clindamicina 2ug, eritromicina 15ug, kanamicina 30ug, lincomicina 2ug, penicilina 10ug, tetraciclina 30ug, vancomicina 30ug, sulfamethoxazole-trimethoprin SXT, rifampin 5ug, tobramicina 10 ug y neomicina 5mcg. Un total de 45 cepas de patógenos fueron aisladas, 29 *Staphylococcus aureus*, 11 *Staphylococcus epidermidis*, 3 *Bacillus sp.*, 1 *Acinetobacter sp.* y 1 *Arcanobacterium pyogenes*. La cepa más resistente fue *Arcanobacterium pyogenes* seguida de *Acinetobacter* y *Bacillus sp.*; mientras que las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* mostraron sensibilidad a la mayoría de los antimicrobianos probados.

Palabras clave: mastitis bovina, antibiograma, resistencia, *Staphylococcus sp.*

ABSTRACT

The investigation was carried out in different units of production of the Guanare Municipality, Portuguesa State, during February and March 2013. The objective was to classify mastitogenic pathogens isolated in milk dual purpose cows and to determine the antimicrobial sensibility. 45 samples were collected directly of the stem by purposive sampling and aseptically, with results of California mastitis test from traces to 3 crosses. The isolations were carried out according with the instructions recommended for the National Mastitis Council. The sensibility and the resistance were decided for the diffusion method the disk in nutritious agar following the lineaments of the Institute of Clinical Standards and Laboratory. Antimicrobial sensidiscs: cephalothin 30ug, chloramphenicol 30ug, clindamycin 2ug, erythromycin 15ug, kanamycin 30ug, lincomycin 2ug, penicillin 10ug, tetracycline 30ug, vancomycin 30ug, sulfamethoxazole-trimethoprin SXT, rifampin 5ug, tobramycin 10 ug and neomycin 5mcg were used. A total of 45 strain of pathogens were isolated, 29 *Staphylococcus aureus*, 11 *Staphylococcus epidermides*, 3 *Bacillus sp.*, 1 *Acinetobacter sp.* and 1 *Arcanobacterium pyogenes*. The more resistant strain was *Arcanobacterium pyogeneses* followed by the *Acinetobacter sp* and *Bacillus sp.*, while that the strains of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermides* showed sensibilities to most tested antimicrobials.

Key words: bovine mastitis, antibiogram, resistance, *Staphylococcus sp.*

(*) Recibido: 07-10-2013

Aceptado: 29-09-2014

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. y_u_maris@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La inflamación de la glándula mamaria comúnmente conocida como mastitis es una enfermedad compleja por su etiología, patogenicidad, intensidad, duración y secuelas. La mastitis clínica se caracteriza por inflamación, rubor, calor, dolor y pérdida parcial de la función de los cuartos o la glándula mamaria y en la leche se observa la presencia de coágulos o grumos y su color se torna amarillo o rojizo por la presencia de pus o de sangre; en casos severos hay aumento de la temperatura corporal y del pulso, decaimiento, pérdida del apetito y baja de la producción. La forma subclínica se caracteriza por la ausencia de signos clínicos en la ubre y la apariencia normal de la leche; sin embargo, el recuento de las células somáticas se encuentra aumentado (Radostits *et al.* 2002).

Los patógenos causantes de mastitis pueden ser clasificados, desde el punto de vista epidemiológico, en tres grandes grupos, de acuerdo a su origen y forma de difundir en el rebaño lechero (Scaramelli 1999; Chávez *et al.* 2000; Gentilini *et al.* 2002)

1.-Patógenos contagiosos: La fuente de infección son los cuartos de ubre infectados; su transmisión ocurre durante el ordeño a través de las manos del ordeñador, paños de secado o pezoneras. En este grupo se ubican: *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium bovis*, *Mycoplasma spp.* y en ocasiones, *Streptococcus dysgalactiae*, aunque este último puede tener origen ambiental.

2.-Patógenos ambientales: La fuente de infección es el ambiente como la cama de paja o aserrín, agua estancada, tierra, también pueden encontrarse en la piel (pezón y abdomen) y en los órganos reproductores del animal. La infección ocurre en cualquier momento, pero es frecuente en el período que sigue al ordeño, durante el periodo seco o descanso y durante los días posteriores al parto. En este grupo se incluyen: *Streptococcus uberis* y otros estreptococos (a excepción de *Streptococcus agalactiae*), *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Nocardia asteroides*, levaduras, *Prototheca zooffi*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Bacillus spp.*, y otros microorganismos que viven en el ambiente de la vaca. El grado de infección de estas bacterias tiende a incrementarse cuando las

condiciones favorecen su crecimiento especialmente en época de lluvia.

3.-Patógenos oportunistas: La fuente más importante de estos microorganismos es la piel sana de la ubre y los pezones y manos del ordeñador. La frecuencia de infección por estos agentes es mayor durante el periodo de reposo o seco, durante el cual la piel del pezón no está expuesta a los germicidas usados en la desinfección de pezones post-ordeño. La frecuencia de infecciones causadas por estos microorganismos es elevada para el momento del parto, pero disminuye drásticamente durante la lactación. Raramente generan casos clínicos, y si surgen suelen ser moderados. Pueden infectar a novillas en su primer parto. La mayoría de las infecciones se curan espontáneamente. En este grupo se incluyen: *Staphylococcus hycus*, *S. epidermidis*, *S. hominis*, *S. intermedius*, *S. xilosus*, *S. simulans* y otras especies de *Staphylococcus* distintas a *Staphylococcus aureus*; probablemente, algunos estreptococos, podrían ubicarse en esta categoría.

La mastitis bovina es una de las enfermedades que ocasiona más gastos a la ganadería venezolana y del mundo, causa grandes pérdidas que limitan la productividad de los rebaños lecheros, determinadas por subproductividad de los cuartos infectados, reducción de la producción de leche, leche mastítica que debe descartarse, gastos por concepto de medicina y aumento de los costos por utilización de mano de obra especializada en el tratamiento de la infección. En EUA se estima que el costo por año causado por la enfermedad es de 1,2 a 1,7 billones de dólares, con pérdida anual por vaca de 184 dólares. En Colombia se calculan 41.580 pesos diarios, por la presencia de mastitis subclínica (Restrepo *et al.* 2012).

El uso indiscriminado de antibióticos en algunos países ha conllevado a un aumento en el porcentaje de especies bacterianas resistentes a diversos agentes antimicrobianos, las cuales han sido aisladas de leche procedente de glándulas mamarias con mastitis (Gentilini *et al.* 2000; Kaszanyitzk *et al.* 2003). Esta resistencia trae como consecuencia dos aspectos importantes, el primero, una disminución en la respuesta al tratamiento en caso de mastitis clínica y el segundo, la transmisión de bacterias resistentes a los consumidores a través

de la cadena alimentaria, más aún cuando se consumen productos elaborados a partir de leche cruda (Tikofsky *et al.* 2006).

La identificación de los agentes causales es importante, por cuanto son indicadores de los factores predisponentes existentes en las explotaciones lecheras, permite la toma de decisiones en el diseño de programas de control, es una herramienta útil para evaluar la efectividad de las medidas tomadas y permite seleccionar la terapéutica sobre bases más firmes (Scaramelli 1999). El objetivo del trabajo fue clasificar patógenos mastitogénicos aislados en leche de vacas doble propósito, en el municipio Guanare, estado Portuguesa y determinar la sensibilidad frente a agentes antimicrobianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diagnóstico de mastitis

Se utilizó la prueba CMT para el diagnóstico, esta prueba permite estimar la existencia de la enfermedad en forma subclínica y conocer aproximadamente su nivel de gravedad (Bedolla y Castañeda 2007). Para aislar el tipo de microorganismo se asumió como mastitis subclínica los niveles de CMT desde una cruz (+), hasta tres cruces (+++).

Obtención de la muestra

Las cepas de bacterias mastitogénicas estudiadas fueron aisladas a partir de muestras de leche de vacas doble propósito con mastitis, ubicadas en cuatro unidades de producción del municipio Guanare estado Portuguesa, durante el período no lluvioso de 2013 (febrero y marzo). Se recolectaron 45 muestras con grado de mastitis desde trazas hasta tres cruces y con signos y síntomas clínicos de mastitis clínica y crónica. Cada unidad de producción fue visitada una vez, durante el ordeño vespertino y luego de aplicada la prueba de CMT fueron muestreados 10 ml de leche por cuarto. Antes de la toma de muestras, los pezones fueron desinfectados con alcohol 100%, secados con papel absorbente y el primer chorro de leche fue descartado en recipientes adecuados (National Mastitis Council, NMC 1999).

Traslado de las muestras, aislamiento e identificación de cepas bacterianas

Las muestras de leche fueron trasladadas en una cava con hielo, hasta al laboratorio de microbiología de la UNELLEZ-Guanare. La siembra, aislamiento e identificación de patógenos se realizó según MacFaddin (2003). Se sembró por agotamiento en medios de agar sangre, agar nutritivo, agar KF y agar Macconkey. Se incubó en jarras GaspaK por 48 horas a una temperatura de 37° C. Después de este periodo se observó cada medio para determinar la presencia o ausencia de colonia de microorganismos, en las placas con crecimiento se realizó la coloración Gram para una primera clasificación y luego se realizaron las pruebas según esquemas de identificación bioquímica.

Sensibilidad y resistencia de patógenos

La sensibilidad y la resistencia de patógenos se determinaron por el método de difusión del disco en agar nutritivo para cada una de las bacterias aisladas, de acuerdo con los lineamientos del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI 2009), se utilizaron 13 agentes antimicrobianos de los más usados en el control y prevención de mastitis. Se escogieron los siguientes sensidiscos: cefalotina 30ug, cloramfenicol 30ug, clindamicina 2ug, eritromicina 15ug, kanamicina 30, lincomicina 2 ug, penicilina10, tetraciclina 30 ug, vancomicina 30ug, sulfamethoxazole-trimethoprin SXT, rifampin 5 ug, tobramicina 10 ug y neomicina 5 mcg.

Cada bacteria se sembró en 5 ml de caldo o infusión cerebro corazón, se incubó por 24 horas a 37°C. Luego la suspensión se sembró con aplicadores estériles en toda la superficie de las placas de petri con 20 ml de agar nutritivo de un grosor de 5 mm, se dejó en reposo por un periodo de 3 minutos antes de colocar los sensidiscos, los cuales estuvieron espaciados de manera que la distancia a la pared de la placa fuese de 15 mm y la distancia entre ellos de 30 mm. Las muestras fueron incubadas a 37° C por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo se procedió a medir con una regla milimetrada la zona de inhibición de los halos alrededor de los discos. Los resultados fueron analizados según el tamaño del halo que presentó

cada uno de los discos utilizados, clasificados como sensibles, intermedios o resistentes, según escalas estandarizadas por CLSI (2009), mostrados en la Tabla 1.

Análisis estadístico

Los resultados para las variables patógeno aislado y sensibilidad se analizaron mediante la prueba de X^2 de independencia; mientras que para las variables tipo de agente bacteriano aislado y tipo de mastitis se aplicó la prueba de hipótesis para estimación de proporcionalidad, con un nivel de confianza de 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación de los agentes bacterianos aislados

1. En el grupo de patógenos contagiosos aislados, en mayor proporción se encontró el *Staphylococcus aureus*, estuvo presente en 41% de los casos de mastitis subclínica, 45% en clínica 14% en crónica ($P < 0,05$) (Fig. 1). Resultados similares fueron obtenidos por Pellegrino *et al.* (2010) quienes informaron que 66,66% de los casos de mastitis subclínica fueron causados por *Staphylococcus aureus* y 33,33% fue causado por otras especies de bacterias.
2. En el grupo de ambientales, se aislaron *Bacillus sp*, *Acinetobacter sp.* y *Arcanobacterium pyogenes*. Las cepas de *Bacillus sp.* aisladas se encontraron ($P < 0,05$)

en 33,3 % de todos los tipos mastitis (Fig. 1). Las cepas de *Acinetobacter sp.* y *Arcanobacterium pyogenes*, se aislaron en todos los cuartos con mastitis crónica ($P < 0,05$), debido a la posibilidad de mastitis causadas por procesos traumáticos que facilitan la penetración de microorganismos ambientales al interior de los pezones, debido a que conforman parte de la microflora normal del medio ambiente.

3. En el grupo de oportunistas fue aislado *Staphylococcus epidermidis* en mastitis clínica y crónica con incidencia 61 y 39% ($P < 0,05$), respectivamente (Fig. 1). Calderón. (2007), en sistemas especializados reportó que 11,3% de los aislamientos correspondieron a microorganismos oportunistas como *Staphylococcus*.

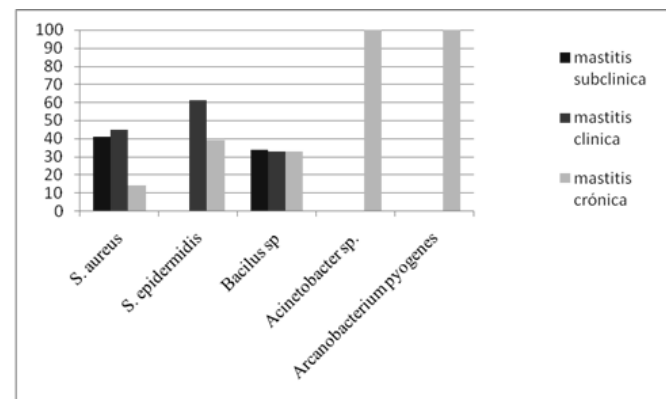


Figura 1. Proporción de microorganismos aislados según tipo de mastitis.

Tabla 1. Interpretación del diámetro de las zonas de inhibición para patógenos bacterianos mastitogénicos.

Antibiótico	Concentración	Zona de inhibición (mm)		
		Sensible (S)	Intermedio (I)	Resistente (R)
Cefalotina	30ug	≥ 18	15-17	≤14
Cloramfenicol	30ug	≥ 18	13-17	≤12
Clindamicina	2ug	≥ 21	15-20	≤14
Eritromicina	15 ug	≥ 23	14-22	≤13
Kanamicina	30ug	≥ 18	14-17	≤13
Lincomicina	2 ug	≥22	16-21	≤15
Penicilina	10 ug	≥29		≤28
Tetraciclina	30 ug	≥ 19	15-18	≤14
Vancomicina	30ug	≥ 17	15-16	≤14
Sulfamethoxazole trimethoprin SXT		≥ 16	11-15	≤10
Rifampin	5 ug	≥ 20	17-19	≤16
Tobramicina	10 ug	≥ 15	13-14	≤12
Neomicina	5 μg	≥ 17	13-16	≤16

Fuente: CLSI (2009).

Patrón de sensibilidad de agentes mastitogénicos aislados

En la Tabla 2 se presentan las características de sensibilidad. El *S. aureus* fue sensible a cefalotina, tetraciclina, rifampin, cloramfenicol, tobramicina, penicilina, sulfamethoxazol-trimethoprin, kanamicina, clindamicina y vancomicina; mientras que para la eritromicina, lincomicina la sensibilidad fue intermedia y resultó resistente a la neomicina. Estos resultados fueron similares a los informados por Farías *et al.* (2005) y Valero *et al.* (2010), en el estado Zulia, y diferentes a los encontrados por Acuña *et al.* (2008) en Quito, Ecuador, quienes indicaron que la mayoría de patógenos fueron resistentes a la penicilina.

Las cepas de *S. epidermidis* fueron sensibles a cefalotina, tetraciclina, rifampicina, kanamicina, penicilina, cloramfenicol y tobramicina; presentó sensibilidad intermedia a lincomicina y fue resistente a neomicina. Farías *et al.* (2005) reportaron resultados similares en la región del Zulia, informaron que 54,90% de los aislamientos fueron susceptibles a 12 antimicrobianos probados. De manera contraria, Medina (2000), en Guanare Portuguesa, informó que *S. epidermidis* y *S. aureus* fueron resistentes a todos los antibióticos usados en el control y tratamiento de la mastitis.

La cepa de *Bacillus sp.* aislada en el presente ensayo resultó sensible a cloramfenicol, kanamicina, eritromicina y tetraciclina; de sensibilidad intermedia a clindamicina, y resistente a lincomicina, neomicina, cefalotina, penicilina, sulfamethoxazol-trimethoprin y rifampin. Farías *et al.* (2001) citó que *Bacillus sp.* aislado de leche cruda con antimicrobianos fue multiresistente.

Las cepas de *Acinetobacter sp.* mostraron comportamiento diferente, porque solo resultaron sensibles a cloramfenicol, kanamicina, tetraciclina, tobramicina y neomicina, y resistentes a los demás antimicrobianos. El *Arcanobacterium pyogenes* fue sensible a cefalotina, cloramfenicol, tetraciclina y sulfamethoxazol-trimethoprin y resistente al resto de los antibióticos probados, esta especie genera un problema de multiresistencia marcado.

Hubo dependencia entre el tipo de patógeno aislado y la sensibilidad (Tabla 3) de cada uno de ellos frente a los antibióticos probados (P<0,01), lo que indica que cada microorganismo presentó un patrón de sensibilidad diferente.

Tabla 3. Relación entre patógenos mastitogénicos aislados y sensibilidad antibiótica.

	Tipo de patógeno	Sensibilidad
x ²	280,4	67,56
Significancia	** (P<0,01)	** (P<0,01)

Tabla 2. Sensibilidad de las cepas patógenas aisladas en leche mastítica de vacas doble propósito.

Antibiótico	Sensibilidad					Intermedio					Resistencia				
	Patógenos														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	%														
Cefalotina 30ug	100	100	33	0	100	0	0	0	0	0	1	0	67	100	0
Cloramfenicol 30ug	90	80	100	100	100	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamicina 2ug	72	70	0	0	0	28	30	100	0	0	0	0	0	100	100
Eritromicina 15 ug	45	50	67	0	0	55	40	33	0	0	0	10	0	100	100
Kanamicina - 30 ug	79	90	100	100	0	21	10	0	0	0	0	0	0	0	100
Lincomicina 2 ug	10	10	0	0	0	59	50	0	0	0	0	40	100	100	100
Penicilina 10 ug	83	90	33	0	0	0	0	0	0	0	31	10	67	100	100
Tetraciclina 30 ug	97	100	67	100	100	0	0	0	0	0	17	0	33	0	0
Vancomicina 30ug	45	50	34	0	0	31	30	33	0	0	3	20	33	100	100
Sulfamethoxazole trimethoprin	83	50	33	0	100	14	20	0	0	0	24	30	67	100	0
Rifampin 5 ug	94	100	0	0	0	3	0	33	0	0	3	0	67	100	100
Tobramicina 10 ug	86	80	34	100	0	14	10	33	0	0	3	10	33	0	100
Neomicina 5 mcg	4	20	0	100	0	11	40	0	0	0	0	40	100	0	100

1= *S. aureus*. 2= *S. epidermidis*. 3= *Bacillus sp.*. 4= *Acinetobacter sp.*. 5= *Arcanobacterium pyogenes*

CONCLUSIONES

El patógeno contagioso aislado en mayor proporción fue *Staphylococcus aureus*, causante de mastitis subclínica, clínica y crónica. En el grupo de patógenos ambientales se aislaron *Bacillus sp.*, *Acinetobacter sp.* y *Arcanobacterium pyogenes*, causantes de mastitis crónica. En el grupo de oportunistas se identificó *Staphylococcus epidermidis* y se relacionó con los caso de mastitis clínica y crónica.

Cada bacteria presentó dependencia con el tipo de mastitis y el patrón de sensibilidad antibiótica. El *S. aureus*, y *S. epidermidis* presentaron sensibilidad a la mayoría de los antibióticos, a diferencia de *Bacillus sp.*, que presentó una menor sensibilidad a la cantidad de antibióticos probados. *Acinetobacter sp.* y *Arcanobacterium pyogenes* fueron los microorganismos menos sensibles.

REFERENCIAS

- Acuña, M., Rivadeneira, E y Alexandra, P. 2008. Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha: Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ciencias Agropecuarias. Trabajo de tesis. 177 p.
- Bedolla, C. y Castañeda, V. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. REDVET. VIII (9): 3-17.
- Calderón, V. 2007. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el Altiplano Cundiboyacense. Rev. Colom. Cienc. Pecuaria. 24(1):19-28.
- Chávez, E., Rojas, J., Rivera, P. y Hernández, F. 2000. Prevalencia de cepas de *Staphylococcus* productoras de biopelículas y con receptores FC aislados de muestras clínicas y de individuos sanos. Rev. Costarric. Cienc. Med. 21:51-56.
- Farías, J., Valero-Leal, K., D'pool, G., García, A. y Allara, M. 2005. Sensibilidad a los agentes antimicrobianos de algunos patógenos mastitogénicos aislados de leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito. Rev. Cientif. FCV-LUZ. XV (3): 227-234.
- Farías, J., Valero-Leal, K., D'pool, G., García, A., Allara, M. e Izquierdo, P. 2001. Resistencia a los antimicrobianos de especies de *Bacillus* aislados de leche cruda. Rev. Cientif. FCV-LUZ. XI (6): 479-484.
- Gentilini, E., Denamiel, G., Llorente, P., Godaly, S., Rebuelto, M. and De Gregório, O. 2000. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis in Argentina. J. Dairy Sci. 83: 1224-1227.
- Gentilini, E., Denamiel, G., Betancor, A., Rebuelto, M., Rodriguez, F. y Torres, R. 2002. Antimicrobial susceptibility of coagulase-negative staphylococci isolated from bovine mastitis in Argentina. J. Dairy Sci. 85:1913-1917.
- Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI). 2009. Normas para realizar las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos con discos. Norma aprobada, décima edición Volumen 2 (1). [On line]. http://www.redbioquimicasf.com.ar/redes/whonet/m02_a10_new.pdf. [junio de 2013].
- Kaszanyitzk, Y., Jánosi, S., Egyed, Z., Ágost, G. and Semjén, G. 2003. Antibiotic resistance of staphylococci from humans, food and from different animal species according to data of the Hungarian resistance monitoring system. Acta Vet. Hung. 51: 451-4654.
- MacFaddin. 2003. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Editorial panamericana. Buenos Aires., 3ra Edición. pp. 850.
- Medina, Y. 2000. Prevención y control de mastitis en la unidad de producción bovina

UNELLEZ, Guanare. Aplicación de Conocimientos. Ingeniería en Producción Agrícola Animal – UNELLEZ Guanare. 25p.

National Mastitis Council (NMC). 1999. Laboratory handbook on bovine mastitis. Madison, WI. National Mastitis Council. 222 p.

Pellegrino, M., Frola, I. Odierno, L y Bogni, C. 2010. Mastitis Bovina: Resistencia a antibióticos de cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de leche. Rev. Electrón. vet. 12 (7). [On line]. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070711.html>. [marzo de 2014].

Radostits, O., Gay, C., Blood, C. y Hincencliff, K. 2002. Medicina Veterinaria. 9ª Edición. Ed. McGraw-Hill-Interamericana S.A. Madrid, España. pp. 711-79.

Restrepo, J., Ortiz, L., Cardona, X. y Olivera, M. 2012. Evaluación de la sensibilidad y especificidad del diagnóstico molecular del *Staphylococcus aureus* en leche de vacas afectadas por mastitis. Biosalud 11(2): 40 – 51.

Scaramelli, A. 1999. Diagnóstico microbiológico de la mastitis bovina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Pública, Cátedra de Microbiología e Inmunidad. Maracay Venezuela. 213 p.

Tikofsky, L. Barlow, J. Santisteban, C. and Schuck-Ken, Y. 2006. Comparison of antimicrobial susceptibility patterns for *Staphylococcus aureus* in organic y conservational dairy herds. Microb. Drug. Resist. 9:S39-S45.

Valero, K., Olivares, Y., Perozo, A., Valbuena, E., Boscán, L, Colina, G. y Bríñez, W. 2010. Susceptibilidad a los agentes antimicrobianos en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas en leche de bovinos con mastitis subclínica y leche de tanque. Revista Científica, FCV-LUZ / XX (4): 367 – 376.

INSTRUCCIONES PARA LOS CONTRIBUYENTES

ALCANCE Y TEMÁTICA

La revista Unellez de Ciencia y Tecnología publica trabajos de investigación originales, comunicaciones técnicas, revisiones de literatura y reseñas científicas en los campos de las ciencias agrícolas y de la vida silvestre. Cada trabajo es revisado por el comité de editores y enviado a dos árbitros especialistas del tema, de filiación institucional diferente a la Universidad Ezequiel Zamora. La opinión de esos revisores externos determina la aceptación del trabajo.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS

Manuscritos

Los manuscritos deberán enviarse en formato word. Los cuadros y figuras deben insertarse en el texto en el lugar correspondiente. Para lograr mayor celeridad en el proceso de evaluación y publicación, envíelo a la dirección electrónica de la revista ó a través de <http://www.unellez.edu.ve>, unellez virtual, publicaciones electrónicas, revista unellez de ciencia y tecnología.

Filiación

En la primera página, debajo del título, debe escribirse el nombre del autor (es), seguido de un superíndice numérico. En el borde inferior izquierdo e indicado con una llamada (1), se señala la dirección institucional y electrónica del autor(es).

Título

Este deberá ser claro y preciso para que denote con exactitud el contenido del trabajo. No utilice más de 20 palabras para describirlo. Evite el uso de frases como: *Un estudio...*, *Una investigación sobre...* El título debe ser escrito en dos idiomas, uno de ellos será el español.

Texto

Los artículos deberán ser escritos siguiendo

el esquema: Resumen, Abstract, Introducción, Revisión Bibliográfica, Área de Estudio, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias. No obstante, la separación total o combinación de estas secciones queda a juicio del autor. Por ejemplo: Introducción puede combinarse con Revisión Bibliográfica. Área de Estudio podría incluirse en Materiales y Métodos. Resultados y Discusión pueden redactarse separadamente. El artículo podría excluir conclusiones. Y en el caso de trabajos sobre la vida silvestre puede añadirse una sección adicional: Recomendaciones para el Manejo, Implicaciones para el Manejo o Sugerencias para el Manejo.

Resumen y Abstract

La redacción y estilo de estas secciones deberá garantizar que sea entendida por muchas personas. En sólo un párrafo y no más de 250 palabras, presente: el problema estudiado, lugar y fecha de la investigación, metodología utilizada (muy brevemente), resultados apreciables a través de valores y una sucinta discusión (optativa) de los hallazgos. Incorpore el nombre científico de la(s) especie(s). Debajo del Resumen y Abstract indique no menos de tres ni más de seis palabras clave (Key words). Para ello use como referencia: nombres comunes y científicos, área geográfica, problema estudiado, metodología empleada y fenómenos. **Es conveniente no incluir palabras contenidas en el Título.**

Introducción

Escriba de lo general a lo particular. Como guía tenga presente destacar: antecedentes, información conocida, información desconocida, justificación, valor práctico del estudio y objetivo(s). Sí las características propias del problema estudiado lo justifican, pueden formularse hipótesis en esta sección. Las ideas, comentarios y hallazgos de otros autores deben sustentarse con citas. En la parte final de esta sección señale claramente el o los objetivos de la investigación.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Esta sección, si lo desea, puede combinarse con Materiales y Métodos. En general destaque: localización geográfica, superficie, características físico-naturales, clima y cualquier otro aspecto que resulte importante, de acuerdo con la naturaleza del problema estudiado.

De la manera más clara, precisa y descriptiva señale los métodos utilizados. Como norma autoevaluativa, considere que el lector pueda ser capaz de duplicar la metodología empleada. Si ésta es nueva y/o original debe describirse en detalle. Por el contrario, si es conocida y ha sido publicada puede citarla. Pero si la metodología descrita incluye modificaciones de una ya conocida, entonces el énfasis descriptivo debe centrarse en el cambio realizado.

La investigación debe ubicarla en el tiempo. No olvide el uso correcto de los tiempos verbales. Las especificaciones técnicas, cualidades y origen de los materiales y equipos utilizados deben señalarse. Si algún producto comercial fue utilizado en la fase metodológica debe indicarse el nombre y dirección del fabricante entre paréntesis, inmediatamente después de la primera cita.

Resultados y Discusión

Los resultados se expresan en tiempo pasado, la discusión combina diferentes tiempos verbales, y representa una de las secciones más importantes del artículo. En ella el autor no sólo contrasta resultados, sino que expresa ideas, comentarios, infiere y analiza en relación con el tema o problema estudiado.

Si escribe separadamente estas secciones, no discuta extensamente los resultados presentados (Tablas, Figuras), sólo incorpore pequeños comentarios, y utilice la sección de discusión para un análisis profundo y detallado. Sin embargo, cualquier hallazgo importante o novedoso puede ser resaltado como parte de los resultados.

No duplique la información contenida en los

cuadros con la discutida en el texto. Evite la elaboración de cuadros para conjuntos de datos muy pequeños, o de aquellos que contengan muchos espacios vacíos o valores cero. Pero igualmente, evite cuadros recargados de datos.

Las Tablas y las Figuras deben enumerarse e identificarse con un título claro y directo, en lo posible corto. Este, se escribe en la parte superior cuando se trata de las Tablas y en la inferior, en el caso de Figuras.

Conclusiones

Puede incorporarse en la discusión o escribirse como una sección independiente, preferentemente. Si este es el caso, el enunciado debe ser breve y preciso. Recomendable será que para cada objetivo se señale, al menos, una conclusión.

Agradecimientos

Esta sección es una prerrogativa del autor. Puede o no incorporarse en la preparación del artículo. Sin embargo, es usual otorgarle crédito a quienes apoyaron o colaboraron para lograr la culminación de la investigación.

Referencias

En esta sección se debe presentar el listado de autores citados en el texto. A título de ejemplo se presentan algunas citas, las más comunes, y que esperamos sirvan de guía para los autores.

Anotación

Rev. Unell. Cien. Tec., es la abreviatura para el nombre de: Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. El autor, no obstante, puede citarla de esta forma o utilizando el nombre completo.

Artículos

Publicación que indica volumen y número

Tejos, R., Rodríguez, C., Pérez, N. y Rivero, L. 1997. Rendimiento y composición química de nuevas leguminosas en el llano bajo venezolano. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 15 (1): 87-107.

Publicación que indica volumen, pero no número

Bakker, J., Olf, H., Willems, J. and Zobel, M. 1996. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics?. *Journal of Vegetation Science* 7: 147-156.

Publicación que indica número pero no volumen

Berry, P. and Aymard, G. 1997. A historic portage revisited. *Biollania* (Edición Especial) N° 6: 263-274.

Publicaciones con idéntico nombre

Si dos o más revistas circulan con el mismo nombre, debe señalarse entre paréntesis el país donde se publica. Ejemplo: *Agriculture* (Canadá), *Agriculture* (Inglaterra).

Abstracts

Tejos, R., Rodríguez, C., Pérez, N. and Rivero, L. 1998. Yield and chemical composition of new grass species for the lowland of Venezuela (Summary). *Grassland and Forage Abstracts* 68 (12): 3691.

Referencia Electrónica

Guzmán, A. 2000. Conservación de bosques tropicales [libro en línea]. En <http://www.lib.umn.edu/for/bib/traps.html>. [noviembre de 2002].

Libros

Uno o varios autores son responsables intelectuales

Jongman, R., Ter Braak, C. and Van Tongeren, O. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. 2nd edition, Cambridge University Press, New York. 299 p.

Autores Intelectuales por Capítulo

Mancilla, L. 1999. Suplementación estratégica de bovinos a pastoreo con bloques multinutricionales artesanales. *In* Tejos, R., Zambrano, C., Mancilla, L. y García, W.,

eds. V Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistema de producción animal. UNELLEZ, Barinas. pp. 61-82.

Lancia, R., Nichols, J. y Pallok, K. 1994. Estimación del número de animales en poblaciones animales silvestres. *In* Bookhout, M., ed. Técnicas para la investigación y manejo de hábitats para la fauna silvestre. The wildl. Soc., Bethesda. pp. 215-253.

* Munn, R., ed. 1979. Evaluación de impactos ambientales: principios y procedimientos. 2da. ed. John Wiley and Sons, New York. 190 p.

* Cita en la cual no se destaca el autor intelectual del capítulo, sino el editor. Común en muchas publicaciones a partir del año 1994.

Libros Traducidos

Holdridge, L. 1979. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. de 1ª. ed. rev. Inglesa por Humberto Jiménez. IICA, San José. 216 p.

Publicaciones de Universidades

Caycedo, A. 1993. Líneas de investigación en cuyes y sus alcances en la tecnificación de la explotación. Universidad de Nariño, Nariño. 24 p.

Barreto, L. y Marvez, P. 1987. La demanda de agua en Guanare, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Programa de RNR, Guanare. *Boletín Técnico* N° 13. pp. 12-38.

Publicaciones de Estaciones Experimentales

Zérega, L. 1996. Características de algunos fertilizantes no tradicionales en Venezuela. FONAI, Estación Experimental Trujillo, Venezuela, N° 53. pp. 42-44.

Trabajos de Ascenso, de Grado y Tesis de Postgrado

Álvarez, L. 1995. Producción de arroz en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Trab. Ascenso Prof. Titular*. Universidad Ezequiel

Zamora, Guanare. 184 p.

Suárez, J. 1998. Aplicación de la legislación para la supervisión de la gestión ambiental. Trab. Esp. Grado. Ing. en Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 108 p.

Morante, L. 1998. Pautas para el manejo de la fauna silvestre de bosques ribereños asociados a plantaciones forestales, estado Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 137 p.

Autores Corporativos

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 1996. Anuario Estadístico. MARNR, Guanare. pp. 27-39.

MARNR – ORSTOM. 1998. Atlas del inventario nacional de tierras del territorio federal Amazonas. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas. 207 p.

Reuniones, Jornadas y Congresos

Sólo resúmenes

Nieves, D., Alvarado, M. y Morales, F. 1998. Uso de *Trichanthera gigantea* y mezclas dietéticas en forma de harina en la alimentación de conejos de engorde (Resumen). In III Congreso de Ciencia y Tecnología del estado Portuguesa. CONICIT-UNELLEZ, Guanare. p. 83.

Publicación Completa

Correa-Viana, M. 1991. Abundancia y manejo del venado caramerudo en Venezuela: Evaluación inicial. In Memoria Simposio El venado en Venezuela: conservación, manejo y aspectos biológicos y legales. FUDECI, Caracas. pp. 29-39.

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CONTENIDO ACUMULADO 2011-2013

29 - 2011

Artículo	Páginas
Fuentes de riesgo para el cultivo del arroz en el estado Portuguesa, Venezuela. Anolaima Delgado y Ricardo Castillo.....	1-11
Estructura, composición florística y diversidad en bosques secos, situados al sur-este del estado Barinas, Venezuela. José A. Farreras y Gerardo Aymard.....	12-22
Eficiencia técnica de explotaciones agrarias mixtas con producción ovina en el municipio Guanarito, estado Portuguesa, Venezuela. José Flores y César Zambrano.....	23-33
Contenido de aceite en girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) en dos localidades del estado Portuguesa, Venezuela. Jesús Ávila Meleán, Arianna Miliani, Carlos Coronel, Rafael González, Régulo Flores y Yunio Linares	34-38
Subsistemas de crianza de becerros y su relación con el desarrollo de fincas doble propósito en el estado Portuguesa. Marcos Camargo, Carlos Párraga, Ernesto Mejía, A. Escobar y Omar Colmenárez.....	39-46
Manejo del recurso forrajero en el sector Ojo de Agua, Papelón - estado Portuguesa. Félix Salamanca y Omar Colmenares.....	47-53
Efecto de prohexadiona de calcio y boro sobre variables vegetativas y reproductivas en parchita (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i> Degener). Miguel Añez y Rafael España.....	54-58
Distribución espacial de huevos de <i>Aeneolamia varia</i> (Fabricius) (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar a través de un Sistema de Información Geográfica. Luís Figueredo, Onelia Andrade, Miguel Niño, José Quintero y Gregory Azad.....	59-66
Competitividad de la cadena arrocera del estado Portuguesa, Venezuela, en procesos de integración sudamericanos. Víctor Vicente Vivas Sánchez y Luís Miguel Albisu Aguado.....	67-79
Estabilidad de las propiedades físicas de sustratos hortícolas de uso común en el estado Lara, Venezuela. Reinaldo Pire y Aracelys Pereira.....	80-88
Notas Técnicas	
Calibración de la sonda TDR-300 para mediciones de humedad del suelo en San Rafael de Onoto, estado Portuguesa. José Gabriel Vargas, España Rafael y Guerrero José.....	89-93
El polvillo de cemento como corrector de suelos degradados. Ricardo rellana.....	94-98

Artículo	Páginas
Absorción del fósforo contenido en la urea fosfato suministrada en alimento y agua de bebida en cerdos. Adelis Arias, Susmira Godoy, Pablo Pizzani y Claudio Chicco.....	1-5
Estimación de las reservas de aguas subterráneas en el centro de recría del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes. Franklin Paredes y Robert Martínez.....	6-10
Efecto de láminas de riego sobre el cultivo de la soya (<i>Glycine max</i> L.). Ángel Maduro, José Ortiz, Héctor Miranda, Carlos Tobía y Douglas Peroza.....	11-18
Variabilidad en las dimensiones de frutos y semillas de <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) del estado Trujillo, Venezuela. Thaida Berrío.....	19-23
Tendencia trófica de la nutria (<i>Lontra longicaudis</i>) en el río Ospino, Portuguesa, Venezuela. Ildemaro González y Otto Castillo.....	24-28
Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluían harina integral de dólido y mucuna. Yasmani Caro y Luís Dihigo	29-35
Caracterización del manejo agronómico del cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) en Humocaro Bajo, estado Lara, Venezuela. Acevedo Ingrid, Carmen Marcano, Jorge Contreras, Odáliz Jiménez, Argelia Escalona y Pablo Pérez.....	36-42
Influencia del riego complementario en el rendimiento, calidad de frutos y producción de hijos del cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>). Héctor Miranda, José Ortiz, Douglas Peroza y Vianel Rodríguez.....	43-50
Efecto de extractos etanólicos de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) sobre <i>Macrophomina phaseolina</i> . Yuraima Mendoza y Hernán Laurentin.....	51-60
<i>Salvia</i> spp. como aditivo promotor de crecimiento en dietas de conejos destetados. Lázara Ayala, Silvana Nicola, Ivo Zocarrato, Yasmany Caro y Saraí Gómez.....	61-64
Inventario de vertidos de aguas residuales en el sector “El Matadero” Río Guanare, municipio Guanarito, estado Portuguesa. Carolina Quevedo y Yadira Cordero.....	65-70
Desarrollo reproductivo de cultivares de uva para mesa bajo condiciones de trópico semiárido de Venezuela. Sonia Piña, Dámaso Bautista y Reinaldo Pire.....	71-80
Flora apícola de los sectores Monte Claro y Palo Alzado, municipio Sucre, estado Portuguesa. Néstor Solórzano y Angelina Licata.....	81-90
Redacción científica: fundamentos y estructura. Martín Correa-Viana.....	91-101

31 - 2013

Artículo	Páginas
Eficiencia técnica de explotaciones de maíz ubicadas en el municipio San Genaro, Portuguesa, Venezuela. Trifina Márquez, Adelis Velásquez, José Flores, Sandra Flores y Hernando Garzón.....	1-10
Densidad poblacional y usos del paují copete de piedra (<i>Pauxi pauxi</i>) en el Parque Nacional Yacambú, estado Lara. Jessica Ortega-Argüelles y Antonio González-Fernández.....	11-18
Compostaje de residuos agroindustriales de uva (<i>Vitis vinifera</i> L.) en condiciones tropicales. Oswaldo Valor y José Sánchez.....	19-25
Evaluación de lodos de vinaza como biofertilizante en dos tipos de suelo. José Farreras y Carlos Párraga	26-32
Evapotranspiración del cultivo cebolla en Quíbor, Venezuela. Medición con lisímetro y estimación con metodología de dos pasos FAO. Yelitza Garcia, Juan José Brito y Jorge López.....	33-41
Inventario de árboles en plazas de Guanare, Venezuela. Carmen Giménez y Thaida Berrío.....	42-47
Tipos de información y mecanismos de difusión en organizaciones agrícolas. Sistema de riego Las Majaguas, estado Portuguesa. Reimilys Ríos y Anolaima Delgado.....	48-56
Bloques de resistencia eléctrica de diferentes materiales para determinar la humedad del suelo. Dayana Peña, José Ortiz, Héctor Miranda y Douglas Peroza.....	57-64
Evaluación de tres metodologías de inoculación de <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid. En germoplasma de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.). Dasybel Peraza y Hernán Laurentin.....	65-72
Procesos digestivos en ciego y colon de cerdos en crecimiento. 1. Tránsito de digesta y digestión. Julio Ly y Pedro Lezcano.....	73-80
Desarrollo sostenible y procesos de intensificación agrícola: ¿Una Contradicción?. Adrián González, Astrid Márquez, Carlos Domínguez, Noemí Cañizales y Constanza Rojas	81-90

ACUMULATED INDEX 2011 – 2013

29 - 2011

Article	Pages
Sources of risk for the culture of rice in Portuguesa State, Venezuela. Anolaima Delgado and Ricardo Castillo.....	1-11
Structure, floristic composition and biodiversity in dry forests in the south-east of Barinas state, Venezuela. José A. Farreras and Gerardo Aymard.....	12-22
Technical efficiency of farms mixed with sheep production in Guanarito Municipality, Portuguesa, Venezuela. José Flores and César Zambrano.....	23-33
Sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) oil content in two localities of Portuguesa State, Venezuela. Jesús Ávila Meleán, Arianna Miliani, Carlos Coronel, Rafael González, Régulo Flores and Yunio Linares.....	34-38
Subsystems of raising calves and its relationship with dual purpose farm development in the Portuguesa State. Marcos Camargo, Carlos Párraga, Ernesto Mejía, A. Escobar and Omar Colmenárez.....	39-46
Resource management of forage in the sector Ojo de Agua, Papelón - Portuguesa state. Félix Salamanca and Omar Colmenares.....	47-53
Effect of calcium prohexadione and boron over vegetative and reproductive variables in passionfruit (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i> Degener). Miguel Añez and Rafael España.....	54-58
Egg spatial distribution of <i>Aeneolamia varia</i> (Fabricius); (Hemiptera: Cercopidae) in sugar cane through a Geographic Information System. Luís Figueredo, Onelia Andrade, Miguel Niño, José Quintero and Gregory Azad.....	59-66
Competitiveness of rice chain in Portuguesa State, Venezuela, in South American integration processes. Víctor Vicente Vivas Sánchez and Luís Miguel Albisu Aguado.....	67-79
Stability of physical properties of horticultural substrates commonly used in Lara State, Venezuela. Reinaldo Pire and Aracelys Pereira.....	80-88
Technical Notes	
Probe calibration for TDR-300 for measurements moisture soil in San Rafael de Onoto, Portuguesa State. José Gabriel Vargas, Rafael España and José Guerrero.....	89-93
The cement dust as a corrector of degraded soils. Ricardo Orellana.....	94-98

30 - 2012

Article	Pages
Phosphorous absorption of urea phosphate provided to pigs on food and drinking water. Adelis Arias, Susmira Godoy, Pablo Pizzani and Claudio Chicco	1-5
Estimation of groundwater reserves in Cattle Breeding Center, Ezequiel Zamora Municipality, Cojedes State. Franklin Paredes and Robert Martínez	6-10
Effect of irrigation depths on soybean crop (<i>Glycine max</i> L.) Ángel Maduro, José Ortiz, Héctor Miranda, Carlos Tobía and Douglas Peroza	11-18
Variability in the size of fruits and seeds of <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) Trujillo State, Venezuela. Thaida Berrío	19-23
Otter (<i>Lontra longicaudis</i>) trophic tendency in the River Ospino, Portuguesa, Venezuela. Ildemaro González and Otto Castillo	24-28
Performance traits of rabbits fed diets with dolicho and mucuna integral meal. Yasmani Caro and Luís Dihigo	29-35
Characterization of agronomic crop management of cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.) in the Humocaro Bajo, Lara State, Venezuela. Acevedo Ingrid, Carmen Marcano, Jorge Contreras, Odáliz Jiménez, Argelia Escalona and Pablo Pérez.....	36-42
Influence of the complementary irrigation on yield, fruits quality and production of slips of the pineapple crop (<i>Ananas comosus</i>). Héctor Miranda, José Ortiz, Douglas Peroza and Vianel Rodríguez	43-50
Sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) ethanolic extracts effect on <i>Macrophomina phaseolina</i> . Yuraima Mendoza and Hernán Laurentin	51-60
<i>Salvia</i> spp. additive growth promoter in fattening rabbits diets. Lázara Ayala, Silvana Nicola, Ivo Zocarrato, Yasmany Caro and Saraí Gómez	61-64
Inventory of wastewater discharges in “El Matadero” sector Guanare river, Guanarito Municipality, Portuguesa. Carolina Quevedo and Yadira Cordero	65-70
Reproductive development of table grape cultivars under semid arid tropic conditions in Venezuela. Sonia Piña, Dámaso Bautista and Reinaldo Pire	71-80
Bee flora in Monte Claro and Palo Alzado Sectors, Sucre Municipality, Portuguesa State. Néstor Solórzano and Angelina Licata	81-90
Scientific writing: basics and structure. Martín Correa-Viana.....	91-101

31 - 2013

Article	Pages
Technical efficiency of corn farms located in San Genaro Municipality, Portuguesa, Venezuela. Trifina Márquez, Adelis Velásquez, José Flores, Sandra Flores and Hernando Garzón.....	1-10
Population density and uses of the helmeted curassow (<i>Pauxi pauxi</i>) in Yacambú National Park, Lara State, Venezuela. Jessica Ortega-Argüelles and Antonio González-Fernández.....	11-18
Agro-industrial waste composting of grape (<i>Vitis vinifera</i> L.) in tropical conditions Oswaldo Valor and José Sánchez.....	19-25
Evaluation of stillage-sludges as bio-fertilizers in two soil types. José Farreras and Carlos Párraga.....	26-32
Evapotranspiration of onion crop in Quibor, Venezuela. Lysimeter measures and estimation with the two step methodology FAO Yelitza García, Juan José Brito and Jorge López.....	33-41
Inventory of trees in Guanare's squares, Venezuela. Carmen Giménez and Thaida Berrío.....	42-47
Types of information and their mechanisms of dissemination in agricultural organizations. Irrigation system Las Majaguas, Portuguesa State. Reimilys Ríos and Anolaima Delgado.....	48-56
Electrical resistance's blocks of different materials to detect soil moisture. Dayana Peña, José Ortiz, Héctor Miranda and Douglas Peroza.....	57-64
Evaluation of three inoculation methods of <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid. to sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) germplasm. Dasybel Peraza and Hernán Laurentin.....	65-72
Digestive processes in caecum and colon of growing pigs. 1. Transit of digesta and digestion. Julio Ly and Pedro Lezcano.....	73-80
Sustainable Development and Agricultural Intensification Processes: A Contradiction?. Adrián González, Astrid Márquez, Carlos Domínguez, Noemí Cañizales and Constanza Rojas...	81-90