



La Universidad que Siembra

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

Volumen 28 - 2010

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 28 – 2010
enero - diciembre**

Depósito legal pp 198302 BA 171

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
EZEQUIEL ZAMORA

Guanare - Venezuela

UNIVERSIDAD EZEQUIEL ZAMORA
Consejo Directivo Universitario

Prof. Ángel Emilio Deza Gavidia
Rector

Prof. Alfredo Antonio Ramos
Secretaria General

Lcdo. William Páez
Vice-Rector de Servicios

Prof. Edinson Pérez Cantor
Vice-Rector de Planificación y Desarrollo Social
Barinas, estado Barinas

Prof. Rafael Izarra
Vice-Rector de Producción Agrícola
Guanare, estado Portuguesa

Prof. José Alberto Villavicencio
Vice-Rector de Infraestructura y Procesos Industriales
San Carlos, estado Cojedes

Profa. Rita Sánchez
Vice-Rectora de Planificación y Desarrollo Regional
San Fernando de Apure, estado Apure

Prof. Raúl García Palma
Secretario Ejecutiva 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 bibliografías, pies de nota, referencias y leyendas bibliográficas.

La revista se publica además en versión electrónica en la página web de la UNELLEZ: <http://www.unellez.edu.ve>, unellez virtual, revistas electrónicas ó investigación, revistas, o <http://150.187.77.68/revistas/>.

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

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 28 – 2010

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, Luis	Cereales	UNELLEZ
Aular, Jesús	Fruticultura	UCLA
Barrera, Roberto	Estadística	IZT, UCV
Bautista, Dámaso	Fruticultura	UCLA
Bisbal, Francisco	Fauna	Profauna-MARNR
Botero B., 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 D., Eduardo	Zoología y M. Fauna	FAGRO-UCV
Lascano, Carlos	Producción Animal	CIAT, Cali, Colombia
Leal, Freddy	Fruticultura	FAGRO-UCV
Ly, Julio	Nutrición Animal	IIP-Cuba
Mancilla, Luis E.	Forrajes	UNELLEZ
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
Plasse, Dieter	Mejoramiento Animal	FCV-UCV
Ramírez, Ymmer	Ingeniería Agrícola	UNELLEZ
Rodríguez, Tomás	Reproducción Animal	UDO
San José, José	Ecología	IVIC
Schargel, Richard	Fertilidad de Suelos	UNELLEZ
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 28 - 2010

enero – diciembre

CONTENIDO

Artículo	Páginas
Caracterización preliminar de los vertidos de aguas residuales urbanas de Guanare en el Caño Iguéz, estado Portuguesa. Yadira Cordero	1-8
Composición química de <i>Amaranthus</i> ensilado Iria Acevedo, Óscar García, Jorge Contreras, Ingrid Acevedo y Rubén Morales	9-15
Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) Ibis Briceño y Luís E. Álvarez L	16-24
Análisis de una cartera de extensión agrícola para el cultivo de maíz en el estado Portuguesa, Venezuela. José Flores, Santiago Quintana y Sandra Flores	25-31
Comparación morfológica de frutos y semillas de auyama (<i>Cucurbita moschata</i> Duch.ex Lam). Eddy Cáseres, Karina Piña, Thaida Berrío y Nerio Leal	32-36
Desarrollo forrajero y productividad de sistemas doble propósito, parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare, estado Portuguesa. Marcos Camargo, Carlos Párraga, Nelson Díaz y Juan Valladares	37-42
Intercepción de radiación solar por el cultivo de cebolla (<i>Allium cepa</i>) en condiciones tropicales semiáridas. Jorge L. López M., Rigoberto Andressen y Mike Dennet	43-46
Efecto de boro sobre rendimiento, sintomatología de deficiencia y la hoja más joven manchada por sigatoka negra, en platano Hartón. Carlos Gómez-Cárdenas, Vianel Rodríguez, Hermes Rosales, Joel Vera y Norelys Pino	47-54
Parasitoides y parasitismo sobre el complejo taladrador de la caña de azúcar en los Valles Turbio y Yaracuy, Venezuela. Luís Figueredo, Paulo Beserra, José Perozo, Pedro Monasterio y Luís Piñango	55-60
Diversidad y producción de biomasa de leguminosas herbáceas en fincas del municipio Guanarito, Portuguesa. María Oropeza y Néstor Solórzano	61-68
Cambio Climático, responsabilidad medioambiental y educación. Rafael J. Rodríguez R. y Carlos E. Rangel P	69-77
Acerca de la historia, taxonomía, botánica y usos de <i>Bixa orellana</i> L. Freddy Leal y Claret Michelangeli de Clavijo	78-86

REVISTA UNELLEZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Volumen 28 - 2010
enero – diciembre

CONTENT

Article	Page
Preliminary characterization of the discharge of Guanare urban wastewater in the Iguéz river, Portuguesa State. Yadira Cordero	1-8
Chemical composition of <i>Amaranthus</i> silage. Iria Acevedo, Óscar García, Jorge Contreras, Ingrid Acevedo and Rubén Morales	9-15
Evaluation of a tillage and planting system used to cultivate rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Ibis Briceño and Luis E. Álvarez L	16-24
Analysis of an agricultural extension portfolio for corn crop in the Portuguesa State, Venezuela. José Flores, Santiago Quintana and Sandra Flores	25-31
Morphological comparison of fruits and seeds of seminole pumpkin (<i>Cucurbita moschata</i> Duch. ex Lam). Eddy Cáseres, Karina Piña, Thaida Berrío and Nerio Leal	32-36
Forage development and double purpose systems productivity, Virgen de Coromoto parish, Guanare municipality, Portuguesa State. Marcos Camargo, Carlos Párraga, Nelson Díaz and Juan Valladares	37-42
Solar radiation interception by onion crop under semiarid tropical conditions. Jorge L. López M., Rigoberto Andressen and Mike Dennet	43-46
Effect of boron on the yield, visual deficiency and youngest leaf stained by black sigatoka, in horn plantain. Carlos Gómez-Cárdenas, Vianel Rodríguez, Hermes Rosales, Joel Vera and Norelys Pino	47-54
Parasitoids and parasitism on the complex of sugar cane in the Turbio and Yaracuy Valley, Venezuela. Luis Figueredo, Paulo Beserra, José Perozo, Pedro Monasterio and Luis Piñango	55-60
Diversity and production of biomass from herbaceous legumes in farms at Guanarito municipality. María Oropeza and Néstor Solórzano	61-68
Climatic change, environmental responsibility and education. Rafael J. Rodríguez R. and Carlos E. Rangel P.	69-77
About the history, taxonomy, botany and uses of <i>Bixa orellana</i> L. Freddy Leal and Claret Michelangeli de Clavijo	78-86

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE GUANARE EN EL CAÑO IGUÉZ, ESTADO PORTUGUESA*

Preliminary characterization of the discharge of Guanare urban wastewater in the Iguéz river, Portuguesa State

Yadira Cordero¹

RESUMEN

Se caracterizaron los vertidos de aguas residuales urbanas de la ciudad de Guanare en un sector del caño Iguéz, estado Portuguesa, mediante muestreos desarrollados desde el año 2005 hasta 2008. Existe poca información con relación al tema en el área de estudio. Se examinaron características físicas, químicas y biológicas del agua. Se evaluó la posibilidad de reutilizar las aguas residuales para riego, se determinó el contenido de coliformes totales y fecales, detergentes, algunos metales, fósforo y nitrógeno, estos valores se compararon con los establecidos en el Decreto 883 (1995) sobre clasificación de cuerpos de agua y descargas a cuerpos de agua. Se analizó la capacidad de autodepuración con base en la medición de la concentración de oxígeno disuelto. Se obtuvo que la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, contenido de detergentes, oxígeno disuelto, coliformes totales y fecales sobrepasan las concentraciones establecidas en el Decreto. La alta concentración de coliformes no permite la reutilización directa debido a problemas de salud pública que puedan generarse. Los bajos niveles de oxígeno observados permiten inferir que hay alteración en la calidad del agua.

Palabras clave: muestreo, autodepuración, reutilización, calidad de agua.

ABSTRACT

Urban waste water discharges from the Guanare city were characterized in a section of Iguéz river, Portuguesa State, through sampling process from 2005 to 2008. There is little information regarding the subject in the study area. Physical, chemical and biological characteristics of water were examined. The possibility of reusing wastewater for irrigation was evaluated. Also the content of total and fecal coliforms, detergents, some metals, phosphorus and nitrogen were determined; these values were compared with those established in Decree 883 (1995) about bodies water classification and discharges to water bodies. The self-purification capacity based on the measurement of dissolved oxygen concentration was analyzed. It was found that the biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, detergents contained, dissolved oxygen, totals and fecal coliforms exceed concentrations established in the Decree. The high concentration of coliforms do not allow direct reuse due to health problems that may result. Low oxygen levels observed may infer that there is alteration in water quality.

Key words: sampling, purification, recycling, water quality.

(*) Recibido: 15-05-2009

Acceptado: 09-11-2009

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: cyadiraramona@yahoo.es.

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales urbanas constituyen un gran problema que debe enfrentar la humanidad, ya que genera una serie de alteraciones en los cursos de agua debido a los diversos productos que contienen. Estas aguas resultan de la combinación de los líquidos, desechos o efluentes procedentes de las casas de habitación, edificios comerciales e institucionales, de industria, de las aguas subterráneas y superficiales provenientes de la lluvia que puedan agregarse. Los efluentes residenciales están compuestos particularmente de desechos humanos, animales y desperdicios caseros, en consecuencia contienen una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos (Espinosa 2005).

En Venezuela la contaminación de aguas residuales provenientes de los sectores urbanos generan efectos sobre los cuerpos de agua superficiales y fuentes subterráneas, es crítica en muchas regiones y tiende a agravarse como consecuencia del crecimiento poblacional y el desarrollo industrial. Las principales áreas con problemas de contaminación en Venezuela se localizan en la parte norte del territorio, sin embargo la zona occidental no escapa de esta situación, al igual que el resto del país. Los cuerpos de agua principalmente afectados son los lagos de Maracaibo y Valencia, los ríos Tocuyo, Turbio, Tuy y Yaracuy, en los últimos años se ha comprobado que la contaminación en los ríos de la región Sur Oriental se debe a las actividades mineras de explotación y procesamiento de minerales como oro, diamante, hierro y aluminio (Inciarte 2000).

La fuerte presión agrícola, industrial y urbana sobre el recurso agua ha ocasionado deterioro de los diferentes cuerpos de agua existentes. Los ríos, lagos y aguas costeras están siendo afectados por diferentes tipos de contaminación como resultado de descargas de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento insuficiente; en la mayoría de los casos provenientes de centros industriales y urbanos, así como de actividades agrícolas y pecuarias (Hilleboe 1964).

En la presente investigación se realizó una caracterización preliminar de aguas residuales urbanas de la ciudad de Guanare, las cuales son vertidas al caño Iguéz a través de dos canales, el primero denominado Revestido y el segundo de La Muerte. Además se analizó la capacidad de autodepuración de un sector del caño y se revisó la posibilidad de aportar recomendaciones para reutilización de estas aguas residuales para riego. El cuerpo de agua en estudio es de importancia en la zona porque allí son descargados todos los vertidos y porque hacia ese sector se ubica la zona de expansión urbana.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estado Portuguesa está ubicado en la zona occidental de Venezuela y la ciudad de Guanare se localiza al noroeste del estado. Geográficamente corresponde a las coordenadas 9°00'00" y 9°06'00" de latitud norte y 69°49'00" y 69°39'15" de longitud oeste. La superficie aproximada del área de estudio es de 5.900 hectáreas, comprendidas desde la zona alta de Mesa de Cavacas hasta el vertedero (sitio de disposición de desechos sólidos) de la ciudad en el norte, hasta los sectores urbanos de la planicie sur. Sus límites naturales son los ejes fluviales de los ríos Guanare y Portuguesa hacia el oeste y este respectivamente, el casco urbano de la ciudad por el sur y en su parte norte la divisoria de las quebradas Honda y Mata Verde, que drenan directamente hacia la ciudad (Zambrano 2000).

Toda la red de drenaje natural de la ciudad de Guanare está conformada por tres tipos de cuerpos de agua principales: quebradas Mederos, Las Piedras y Las Peonías, estos cursos reciben aportes de afluentes naturales de las quebradas La Chigüira, Las Flores, La Enriquera e Italven. La microcuenca del caño Iguéz está constituida por los caños Maracas y Cumarepo, los cuales tienen sus nacientes en las cercanías del río Guanare. Los cursos naturales y canales colectores construidos constituyen el drenaje de aguas pluviales, los cuales confluyen en su totalidad en el caño Iguéz (Bastidas *et al.* 1996).

Es importante indicar que existen dos puntos de descarga principales de las aguas residuales de la ciudad de Guanare, éstas se dirigen hacia el canal Revestido y el canal de La Muerte y posteriormente al caño Iguéz.

MUESTREO

Se ubicaron los puntos de muestreo en función de los vertidos de aguas residuales en el caño Iguéz. Se consideró un período de muestreo de seis horas, con una frecuencia de una hora, durante el período se captaron seis sub-muestras, para obtener una muestra compuesta o integrada. Se realizaron 3 muestreos en el sitio de descarga y tres aguas abajo del caño, aproximadamente 500 m después de la descarga, tanto en sequía como lluvia.

Las muestras se mantuvieron en una cava con hielo entre 0 y 5 °C de temperatura y se agregaron preservantes químicos como ácido sulfúrico y ácido nítrico para retardar la actividad biológica y evitar la precipitación de metales en el agua.

PARÁMETROS MEDIDOS

Los parámetros medidos fueron los siguientes: temperatura, turbiedad, conductividad, pH, color real, alcalinidad total, acidez, contenido de sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales volátiles, sólidos totales fijos, sólidos sedimentables, cloruro, hierro total, manganeso total, cobre total, zinc total, sulfato, sulfuros, detergentes, fósforo total, nitritos, nitratos, nitrógeno total, oxígeno, aceites, grasas y oxígeno disuelto. Además se determinó la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y se cuantificó el contenido de coliformes totales y fecales (número más probable /100 ml).

Las determinaciones analíticas se efectuaron en el laboratorio de calidad de agua de la UNELLEZ, siguiendo la metodología establecida por American Public Health Association (APHA 2005) y para la determinación de coliformes totales y fecales se siguió la metodología del número más probable (NMP).

Se determinó la variabilidad de los datos mediante el coeficiente de variación de acuerdo a muestreos según época.

REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para analizar la reutilización se emplearon mapas o planos del sitio de estudio, se recopilaron antecedentes bibliográficos, además se efectuó inspección de campo para revisar presencia de asentamientos humanos y se verificó existencia de cultivos en el área.

Se examinaron los resultados en los parámetros contenido de coliformes totales y fecales, metales, detergentes y nutrientes como fósforo y nitrógeno para decidir sobre la reutilización del agua en el área estudiada.

Para estudiar alternativas de reutilización se elaboró una matriz de valoración, la cual permitió, al compararlo con el Decreto 883 (1995) en el capítulo II de la clasificación de las aguas y capítulo III, sección III de las descargas a cuerpos de agua, establecer si cumplían con la condición de reutilización. Los valores obtenidos se compararon con los máximos permisibles establecidos en el Decreto, para el caso contenido de coliformes totales y fecales, de metales como Fe, Mn, Cu y Zn, detergentes y nutrientes se consideraron como referencia valores obtenidos en los sitios de vertidos en el caño, canal revestido y canal de la muerte. A partir del valor máximo permisible, se generó la calificación muy alto, alto, regular o moderado y bajo, mediante asignación de valores descendentes a partir del valor indicado. También se adjudicaron calificaciones y valoraciones en los parámetros considerados, de acuerdo con información mostrada en las Tablas 1, 2 y 3.

Para analizar la capacidad de autodepuración se realizó visita de campo, se revisó pendiente, afluentes y bifurcación de cauces. Además se consideró la concentración de oxígeno disuelto como indicador de la salud de la corriente de acuerdo con lo informado por Winkler (1986), según se muestra en la Tabla 4. La longitud del tramo estudiado fue 1,5 km.

Tabla 1. Matriz de calificación y valoración de coliformes totales y fecales y de algunos metales, basada en concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).

Calificación	Coliformes Totales NMP/100ml	Coliformes Fecales NMP/100ml	Fe mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l
Muy Alto	>5000	>1000	> 2,0	> 0,5	> 0,20	> 5,0
Alto	4000-4900	700-999	1,5- 2,0	= 0,5	= 0,2	= 5,0
Regular	1000-3999	500-699	1,0- 1,4	0,4-0,499	0,1-0,199	4-4,99
Bajo	100-999	100-499	0,5-0,9	0,2-0,399	0,05-0,09	2- 3,99
Muy bajo	< 100	< 100	< 0,5	< 0,2	< 0,05	< 2,0

Tabla 2. Matriz de calificación y valoración de nutrientes, basada en las concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).

Calificación	Nitrógeno (mg/l)	Fósforo(mg/l)
Alto	> 20,0	>10
Moderado	10-20	5-10
Bajo	< 10,0	< 5

Tabla 3. Matriz de calificación y valoración del contenido de detergentes, basada en las concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).

Calificación	Valoración
Muy alto	> 2,0 mg/l
Alto	= 2,0 mg/l
Moderado	1-1,99 mg/l
Bajo	0,5-1,0 mg/l
Muy bajo	< 0,5 mg/l

Tabla 4. Clasificación de la corriente de agua mediante la velocidad.

Factor de autodepuración	Condición de la corriente	Tasa de oxigenación
1	Corriente lenta	Baja
3-5	Corriente rápida	Alta

Adaptado de Winkler (1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 5 se observa que el contenido de coliformes totales y fecales en época de lluvia aumentó considerablemente aguas abajo en el caño Iguéz. Sin embargo, tanto en el sitio de vertido como aguas abajo en sequía y lluvia las concentraciones de coliformes sobrepasaron los valores máximos permisibles establecidos en el Decreto 883, lo que indica que pueden existir condiciones favorables para multiplicarse, entre ellas, temperatura (26,3 °C - 30, 8 °C) y pH (6,88 hasta 7,70).

El contenido de detergentes y coliformes totales y fecales sobrepasaron los valores límites establecidos en el Decreto 883 (Tabla 5), esto demuestra que la naturaleza de los vertidos son básicamente domésticos e indica la presencia de altas concentraciones de materiales poco biodegradables.

La relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno en el canal Revestido osciló entre 0,34 y 0,4 mg/l. Según Crites y Tchbanoglous (2000), esta relación en las aguas residuales municipales no tratadas se encuentra entre 0,3 y 0,8, lo que indica que las aguas de este sector entran en esta clasificación. También se observaron en algunos puntos (aguas abajo) valores cercanos a 0,5, lo que permite sugerir que existe equilibrada proporción entre materia orgánica biodegradable y no biodegradable.

Hubo mayor proporción de sólidos disueltos en la muestra (Tabla 5), que indica la necesidad de incorporar sistemas de tratamiento más avanzados como osmosis inversa o electrodiálisis entre otros, aunque éstos pueden resultar muy costosos.

En la Tabla 6 se muestran parámetros de calidad de agua en el canal de La Muerte y aguas abajo en ambas épocas, se obtuvo que el contenido de detergentes, la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y fecales sobrepasaron los límites establecidos en el Decreto 883, lo que indica la elevada cantidad de materia orgánica proveniente de vertidos de origen doméstico que este sector del caño recibe.

La relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno, se

Tabla 5. Parámetros de calidad de agua en el canal Revestido y aguas abajo en el caño Iguéz en época de sequía y lluvia.

Parámetro	Canal Revestido		Aguas abajo		Decreto 883
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	
Sólidos Totales mg/l	257	269	226	208	**
Sólidos disueltos mg/l	241	222	208	187,3	**
Sólidos Suspendidos mg/l	15	46,3	18	20,6	**
Detergentes mg/l	5,3	5,9	3,26	5,4	2
Fósforo mg/l	2,5	1,0	1,86	1,03	10
Nitrógeno mg/l	18	11,2	17,6	0,4	40
Oxígeno disuelto mg/l	0	0,7	-	-	< 3 (Cubillos 1998)
Demanda Bioquímica mg/l	56 (0,4) *	32 (0,34)	53 * (0,5)	29 (0,48)	60
Demanda Química de Oxígeno mg/l	141	95	107	60	350
Coliformes Totales NMP/100ml	735.333,3	373.333,3	506.000	2.343.333,3	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml
Coliformes Fecales NMP/100ml	735.333,3	373.333,5	340.000	2.343.333,3	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml

* Relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/ Demanda Química de Oxígeno (DBO/DQO). ** No establecido.

Tabla 6. Parámetros de calidad de agua en el canal de La Muerte en el punto de descarga y aguas abajo, en época de lluvia y sequía.

Parámetros	Canal de la muerte		Aguas abajo		Decreto 883/ Otros autores
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	
Sólidos Totales mg/l	351	202	314	189	**
Sólidos disueltos mg/l	301	151	260	146	**
Sólidos Suspendidos mg/l	50	51	54	43	**
Detergentes mg/l	6,7	5,4	6,1	4,7	2,0 mg/l
Fósforo mg/l	3,1	1,4	2,83	1,2	10 mg/l
Nitrógeno mg/l	20,4	11,8	18,26	12,7	40 mg/l
Oxígeno disuelto mg/l	0	0,16	0,023	1,0	> 3 mg/l (Cubillos 1998)
Demanda Bioquímica mg/l	82 (0,4) *	40 (0,3)	65 (0,2)	29 (0,2)	60 mg/l
Demanda Química de Oxígeno mg/l	197	112	226	102	350 mg/l
Coliformes Totales NMP/100 ml	113,3 x 10 ³	1,73 x 10 ³	26,740 x 10 ³	793 x 10 ³	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml
Coliformes Fecales NMP/100 ml	113,3 x 10 ³	1,73 x 10 ³	7,6 x 10 ³	793 x 10 ³	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml

* Cálculo de la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/ Demanda Química de Oxígeno (DBO/DQO). ** No establecido.

encuentra entre 0,28 y 0,42, esto permite clasificarlas como aguas residuales municipales no tratadas, de acuerdo con lo informado por Crites y Tchbanoglous (2000). Sin embargo, se observa que los valores obtenidos se encuentran por debajo de 0,5; lo que puede significar que existen materiales orgánicos poco biodegradables en este sector y esto puede ser generado por la mezcla de diversos componentes, como el arrastre de elementos químicos por escorrentía provenientes de actividades agrícolas que existen en la ciudad de Guanare.

Las concentraciones de coliformes totales y fecales sobrepasaron los valores límites establecidos en el Decreto 883, esto puede ser favorecido por la temperatura obtenida en el sector, la cual se encuentra entre 28 °C y 30 °C.

La concentración de detergentes fue elevada en todos los puntos, lo que indica presencia de

aguas residuales domésticas en el punto muestreado. Sin embargo, debido a que las concentraciones de detergentes, la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno, entre otros parámetros son relativamente bajos, al compararlas con valores de otros países y particularmente de Estados Unidos, se puede ubicar a estas aguas residuales en la categoría de débil, según Meltcalf y Eddy (1996). Estas concentraciones débiles pueden ser debidas a que los drenajes de aguas de lluvia están conectados a los sistemas de cloacas municipales, lo cual aumenta el volumen y se produce una dilución en el agua residual. Por otra parte, la alta pérdida de agua de suministro se mezcla y va hacia el sistema de cloacas y diluye los residuales.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno a nivel de la descarga en el canal Revestido y aguas abajo de los vertidos en el caño Iguéz, en sequía sobrepasó los valores límites establecidos en el

Decreto 883, en este caso se evidenció el alto volumen vertido de aguas residuales provenientes de diversos sitios de la ciudad de Guanare.

El contenido de coliformes totales y fecales en el canal Revestido y en el canal de La Muerte (735.333,33 y $113,3 \times 10^3$ NMP/100, respectivamente) fue superior a lo indicado en la matriz de evaluación (Tabla 1). Esto indica que para reutilizar estas aguas es necesario aplicar tratamiento previo con el fin de eliminar patógenos que causan enfermedades endémicas y problemas de salud pública (León 1995). Esto concuerda con lo encontrado por Gásperi (2008), quien afirma que el estado de contaminación influye sobre la salud de la población cercana, la cual está sujeta a riesgo en la medida que utilice este cuerpo de agua.

Es importante considerar que además de patógenos, existen otros componentes como detergentes o materiales pocos biodegradables, evidenciado a través de la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno, eso muestra la necesidad de incorporar otros tipos de tratamientos químicos.

La concentración de algunos metales fue muy baja en los puntos de descarga, de acuerdo con la matriz de evaluación (Tabla 1); sin embargo es importante su evaluación porque en altas concentraciones son tóxicos. Es importante incorporar el análisis de otros metales puesto que estos pueden sedimentar o adherirse a las partículas detríticas y pasar a la cadena trófica.

El fósforo se encuentra, de acuerdo con la calificación y valoración especificada en la matriz (Tabla 2), en bajas concentraciones (los valores obtenidos oscilaron entre 2,5 y 3,16 mg/l); mientras que el nitrógeno se encuentra en concentraciones de moderadas a altas (los valores obtenidos oscilaron entre 18 y 20,4 mg/l), lo que no representa un aspecto negativo para reutilización del agua residual.

Las concentraciones de detergentes fueron elevadas de acuerdo con la matriz de calificación y valoración indicada en la Tabla 3, los valores obtenidos se encontraron entre 5,3 y 6,73 mg/l, y

pueden ser relevantes en la reutilización. Aunque este parámetro no se considera en el tema de la reutilización, es importante debido a su difícil degradación.

Capacidad de autodepuración del tramo evaluado del caño Iguéz

Se observó que el flujo de la corriente del sector estudiado fue bajo, generado por las bajas pendientes y evidenciado por la acumulación de sedimentos. De acuerdo con lo informado por Winkler (1986), este sector del caño se clasifica dentro del factor de autodepuración 1, con una corriente lenta y baja tasa de oxigenación, lo cual es concordante con las concentraciones de oxígeno encontradas y con las condiciones del cuerpo de agua. Esto demuestra que el caño Iguéz está sometido a graves problemas de afectación generados por las continuas descargas de aguas residuales de la ciudad de Guanare e indica el grado de contaminación que sufre.

Winkler (1986) estableció que un curso de agua rápido con alta velocidad tendría mayor disponibilidad de oxígeno. En la visita de campo efectuada se determinó gran acumulación de sedimentos producto de las bajas pendientes del terreno y de baja velocidad de la corriente en el tramo del caño Iguéz. Es posible que la topografía disminuya la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua y que la sedimentación influya en la biodiversidad. Según Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995), la presencia de especies con tolerancia a la sedimentación es una característica importante en la degradación de los ríos en el piedemonte, debido a que determina las especies de peces que pueden ocupar tal hábitat.

La concentración de oxígeno en los puntos muestreados se presenta en la Tabla 7; según Cubillos (1998), los valores de oxígeno no deben ser menores de 5 mg/l durante más de 8 horas en un período de 24 horas y en ningún momento menor de 3 mg/l, pues esto ocasiona la muerte de peces y la proliferación de insectos. De acuerdo con esta afirmación, se evidencian problemas de afectación y contaminación en el sector revisado, además se constató la emanación de olores fétidos.

Tabla 7. Concentración de oxígeno (mg/l) obtenida en todos los puntos muestreados, en ambas épocas.

Puntos de muestreos	Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo		Promedio	
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia
Descarga Canal Revestido	0	0,1	0	0,5	0	1,5	0	0,7
Descarga Canal de la Muerte.	0	0,3	0	0,2	0	0,8	0	0,43
Aguas Abajo Canal de la Muerte	0,07	0,5	0	0,4	0	2,2	0,023	1,033

Se observaron concentraciones de oxígeno más altas en el canal de la Muerte, que pueden ser debidas a que existe un mayor volumen de agua de entrada, lo cual genera más oxigenación por movimiento. Aguas abajo de la descarga del canal revestido no se detectó oxígeno en ninguno de los muestreos y las épocas estudiadas.

Es posible que esta situación se presente aguas abajo después de las descargas, esto concuerda con lo encontrado por Gásperi (2008), quien afirmó que existe una disminución de oxígeno debido a los altos contenidos de materia orgánica, además hay una destrucción total o parcial de macro invertebrados que no sobreviven en las condiciones presentadas por el cuerpo de agua.

CONCLUSIONES

Los efluentes líquidos generados de la ciudad de Guanare son básicamente domésticos, evidenciado por la alta concentración de detergentes y coliformes totales y fecales, la cual sobrepasó los límites establecidos en el Decreto 883 (1995).

La alta Demanda Bioquímica de Oxígeno, tanto en la descarga como aguas abajo en el canal de la Muerte, indica elevada cantidad de vertidos residuales; aunque la concentración de algunos metales fue baja. La concentración de oxígeno disuelto encontrada fue baja e indica deterioro en la calidad del agua.

En los vertidos de aguas residuales existe una posible mezcla con agroquímicos producto de las actividades agrícolas de la ciudad de Guanare, evidenciado en la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno.

El caño Iguéz está sometido a un fuerte grado de contaminación por los vertidos de aguas

residuales domésticas provenientes de la ciudad de Guanare. Esto no permite sugerir la reutilización directa de las aguas residuales para riego.

AGRADECIMIENTO

A la coordinación de investigación del Vicerrectorado de Producción Agrícola, Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, por el financiamiento otorgado para la ejecución del proyecto titulado “Lineamientos para el Manejo de efluentes líquidos de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Guanare”, código 23105101.

REFERENCIAS

- American Public Health Association (APHA). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edición 21. Joent Editorial Board. Washintogton, DC.
- Bastidas, R., Orellana, R., Solórzano, P., Jiménez L. Gásperi, T., Escobar, N y Veiga A. 1996. Efecto de las actividades humanas de los municipios Guanare, Papelón en la calidad del agua micro cuenca caño Iguéz caño Maraca. Mimeografía. UNELLEZ, Guanare. 15 p.
- Crites, R. y Tchbanoglous, G. 2000. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Editorial McGraw Hill, Interamericana S.A. Bogotá, Colombia. 776 p.
- Cubillos, A. 1998. Calidad de Agua y Control de Polución. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 146 p.
- Decreto 883. 1995. Gaceta Oficial N° 5021. Extraordinario. Clasificación de cuerpos de

agua y descargas a cuerpos de agua.

ordenación del territorio de la zona alta de la ciudad de Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 118 p.

Espinosa, C. 2005. Humedales Construidos para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 85 p.

Gásperi, R. 2008. Estudio sobre la capacidad de autodepuración del caño Iguéz en el sector de descargas domésticas servidas en el municipio Guanare. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 48 p.

Hilleboe, H. 1964. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Departamento de sanidad del estado de New York. Primera edición. Editorial Limusa. 303 p.

Inciarte, F. 2000. Efecto de la descarga de agua residual doméstica sobre la calidad del agua del Caño Iguéz. Guanare. Tesis de Grado Ing. en Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 36 p.

León, S. 1995. Procesos de tratamiento de aguas residuales, objetivos y selección de tecnologías en función al tipo de reutilización. OPS/CEPIS. Curso regional. programa de tratamiento de aguas residuales. Mérida. pp 2-15.

Metcalf y Edy. 1996. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización. Primera edición. Editorial, Mc Graw Hill, Interamericana, S.A. México. 1485 p.

Rodríguez-Olarte, D. y Taphorn, D. 1995. Peces como indicadores biológicos en la aplicación del índice de integridad biótica en ambientes acuáticos de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania* 11: 27-41.

Winkler, M. 1986. Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Survey. Editorial Limusa. México. 337 p.

Zambrano, M. 2000. Lineamientos para la

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Amaranthus* ENSILADO*

Chemical composition of *Amaranthus* silage

Iria Acevedo¹, Oscar García¹, Jorge Contreras¹, Ingrid Acevedo² y Rubén Morales¹

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar la composición química de hojas, tallos e inflorescencias de tres especies de *Amaranthus* (*A. spinosus*, *A. dubius* y *A. gracilis*) ensilado y no ensilado. Las muestras se obtuvieron en el municipio Morán, estado Lara. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo de tratamiento factorial 3x3x2 (especies x estructura anatómica x tipo de material estipulado como ensilado y no ensilado). Se determinó el contenido de proteína cruda, materia seca, fibra cruda y extracto etéreo antes y después del ensilaje. En el material ensilado disminuyó el contenido de materia seca, proteína cruda y fibra cruda, en las tres especies y en las diferentes estructuras; sin embargo el contenido de proteína cruda estuvo entre 13,59 y 18,33 %, los valores de extracto etéreo fueron menores a 5 %. El contenido de extracto etéreo fue mayor en las hojas e inflorescencias, antes y después del ensilaje en las tres especies evaluadas. El ensilaje de *Amaranthus* contiene altos valores de proteína cruda y bajos de extracto etéreo que pueden contribuir a satisfacer necesidades para alimentación animal.

Palabras clave: bleado, ensilado, proteína cruda, extracto etéreo.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the chemical composition of *Amaranthus* processed by the technique of silage. Three species were sampled (*A. spinosus*, *A. dubius* and *A. gracilis*), in the Morán Municipality, Lara State, to produce silage of leaves, stems and inflorescences. A randomized experimental design with a 3x3x2 factorial treatment arrangement was used (species x anatomical structure x type of provided material as preserved or not preserved). The crude protein, dry matter, crude fiber and ether extract before and after silage were determined. In the silage material dry matter content, crude protein and crude fiber decreased, in the three species and in different structures, but the crude protein content ranged between 13.59 and 18.33%, and ether extract values were below 5%. The ether extract content was higher in the leaves and inflorescences, before and after silage in the three species. Amaranth silage contains high values of crude protein and low values of ether extract that can help meet needs for animal feed.

Key words: amaranth, silage, crude protein, ether extract.

(*) Recibido: 29-09-2008

Aceptado: 11-11-2009

¹ UCLA. Decanato de Agronomía. Barquisimeto, Venezuela. e-mail: aceviria@yahoo.com; oscargarcia@ucla.edu.ve; jorgecontreras@ucla.edu.ve

² UCLA. Decanato de Ciencias Veterinarias. Barquisimeto, Venezuela. e-mail: ingridacevedo@ucla.edu.ve

INTRODUCCIÓN

El *Amaranthus*, también conocido como pira, bleo y menos frecuente con el nombre vulgar de caracas (INN 1999), es un pseudocereal, pertenece a la clase *Dicotyledoneae*, familia *Amaranthaceae*, presenta un gran potencial como suplemento en la alimentación de humanos y animales (Ferreira 1999).

Es una planta nativa de América, de amplia distribución en las regiones tropicales y templadas del mundo, que está siendo empleada por su valor alimenticio. Crece vigorosamente en ambientes muy diversos, prospera en distintos tipos de suelos, tolera altas y bajas temperaturas, es resistente a la sequía (Liu y Stutzel 2004) y requiere menos agua que el maíz y el ajonjolí (Matteucci 1998), por ser una planta eficiente en la utilización del agua (Martínez y Alfonso 2003).

Según lo planteado por Church *et al.* (2004), el bleo es considerado como alimento en algunas partes del mundo y ha recibido atención por su uso potencial en la suplementación de cerdos. Esta planta se siembra en Estados Unidos, Perú, México (Tejeda *et al.* 2004) Centro América, Europa, Medio Oriente, África (Cruz 2004) y China (Cai *et al.* 2006). En muchos países se llevan a cabo proyectos para lograr productos industriales a partir del grano, hojas y tallos, para masificar el consumo y ayudar nutricionalmente a la población humana a un bajo costo. El bleo es muy conocido en Puerto Rico, donde se suministra a cerdos, aves de corral y ganado, contiene 16-17% de proteína cruda (Jacobsen *et al.* 2002) y alto contenido en aminoácidos esenciales como lisina y metionina (Calixto y Arnao 2004). Igualmente contiene minerales como magnesio, potasio, calcio, hierro y fósforo (Blanco y Ascencio 2001), además de amilopectina (Pacheco 1991).

El bleo se considera una alternativa para la alimentación humana y animal, ofrece la posibilidad de mejorar la dieta, bien sea para el consumo del humano o indirectamente, por medio de la alimentación animal, ya sea fresco o procesado mediante su conservación a través de ensilaje.

Por lo antes expuesto, el objetivo de este ensayo fue evaluar la composición química de tres especies de *Amaranthus* procesadas por la técnica del ensilaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron tres especies de bleo (*A. spinosus*, *A. dubius* y *A. gracilis*) en las parroquias Humocaro Alto, Humocaro Bajo y Anzoátegui, del municipio Moran, estado Lara, cuando se encontraban en floración, según lo expresado por Ferrarotto (2000).

El método para seleccionar los puntos de muestreo fue por caminaje en diagonal (Rodríguez *et al.* 2004). Una vez ubicado el punto se demarcó 1 m² con estacas, se limpió alrededor y se cortaron las plantas en la base inferior del tallo (Cruz 2004). Luego se identificó la especie y se separaron en hojas, tallos e inflorescencia.

Se evaluó la composición química del ensilaje de diferentes estructuras anatómicas de acuerdo con lo reportado por Arcila y Mendoza (2006), los cuales trabajaron con las distintas partes de la planta.

Una vez recolectadas, las plantas se secaron a temperatura ambiente por 24 horas, durante este periodo se voltearon dos veces. Al día siguiente, se trocearon las estructuras anatómicas en secciones de 2 cm de largo aproximadamente y se añadió 8 % de melaza de caña de azúcar, como lo reportó Tobía *et al.* (2004).

Una vez que se añadió la melaza, se mezcló y se envasó en recipientes de vidrio de 250 cc con tapa de metal. Posteriormente el material fue compactado y sellado herméticamente. Cada muestra se envasó por triplicado y se almacenó a temperatura ambiente, por un periodo de 60 días, sin exposición a la luz solar.

A. Diseño experimental

El ensayo se estableció según un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial de tratamientos 3 x 3 x 2 (especies x

estructura anatómica x tipo de material, definido como ensilado y no ensilado), con 18 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 54 unidades experimentales.

B. Variables evaluadas

Se determinó contenido de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda, según los criterios de la AOAC (1990), la muestra vegetal fue secada a estufa a 60 °C hasta peso constante.

C. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de la varianza para todas las variables utilizando el paquete estadístico Statistix versión 8, la comparación de medias se realizó mediante prueba de Tukey (Gutiérrez y Vara 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca

Se encontraron diferencias en el contenido de materia seca antes y después del proceso de ensilaje. También se encontraron diferencias en el contenido de materia seca entre las estructuras anatómicas de la planta. Por otra parte, no se encontró interacción de especies x estructuras, entre estructuras y tipo de material, ni entre los tres factores evaluados.

En la Tabla 1 se observa que el contenido de materia seca disminuyó ($P < 0,05$) en las tres especies de *Amaranthus* después del proceso de ensilaje, lo cual fue debido a los procesos fermentativos que ocurren en el ensilaje (Bernal 2003).

Tabla 1. Contenido de materia seca antes y después del ensilaje en *A. dubius*, *A. spinosus* y *A. gracilis*.

Tipo de material	Especies de <i>Amaranthus</i>		
	<i>A. dubius</i>	<i>A. spinosus</i>	<i>A. gracilis</i>
	-% -		
No ensilado	15,00 a	16,65 a	16,48 a
Ensilado	9,44 b	6,80 b	6,19 b

($P < 0,05$)= medias con letras distintas en el sentido de la columna, diferen

En la Tabla 2 se observa que el contenido de materia seca fue mayor ($P < 0,05$) en las hojas e

inflorescencia y menor en el tallo, lo cual se debió a la consistencia carnosa del tallo (Pacheco y Pérez 1989).

Tabla 2. Contenido de materia seca en estructuras anatómicas de las plantas.

Estructura anatómica	Materia seca (%)
Hoja	12,22 a
Tallo	9,90 b
Inflorescencia	13,21 a

($P < 0,05$)= medias con letras distintas son diferentes.

La respuesta de disminución de la materia seca en el proceso del ensilaje, puede deberse a que la adición de melaza causó un efecto de dilución (Luís y Ramírez 1988), igualmente Betancourt *et al.* (2002), encontraron reducción de la materia seca en ensilados de *Leucaena leucocephala* con diferentes proporciones de melaza.

Los valores de materia seca después del ensilaje fueron menores a los reportados por Dormond *et al.* (2000), los cuales encontraron 24,9 % de materia seca al ensilar planta entera de maíz. Tobía *et al.* (2004) reportaron 10,2 % de materia seca en ensilajes de follaje de soya. Por otra parte, Boschini (2003), en ensilaje de forraje de maíz con morera, reportó una disminución de materia seca de 22,40 a 17,02 %.

Proteína cruda

Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de proteína cruda antes y después del proceso de ensilaje. Así como también entre las estructuras anatómicas en función del tipo de material analizado. Por otra parte, no se encontró interacción entre especies y estructuras, ni entre los tres factores evaluados.

En la Tabla 3 se observa que el contenido de proteína cruda en *A. dubius* y *A. spinosus* disminuyó ($P < 0,05$) con el proceso de ensilaje, por el contrario en *A. gracilis* el contenido de proteína cruda fue igual ($P > 0,05$) antes y después del proceso de ensilaje, aunque ocurrió tendencia a disminuir.

En la Tabla 4 se observa que el contenido de proteína cruda en las tres estructuras evaluadas disminuyó ($P < 0,05$) con el proceso de ensilaje.

Aunque se redujo el porcentaje de proteína cruda en el proceso de ensilaje, los valores son superiores a los reportados por Tobía *et al.* (2004), quienes encontraron 8,90 % de proteína cruda en ensilaje de maíz. Por otra parte, los mismos autores encontraron valores similares de proteína cruda (17,01 %) en ensilajes de follaje de soya.

Tabla 3. Contenido de proteína cruda antes y después del ensilaje en *A. dubius*, *A. spinosus* *A. gracilis*.

Tipo de material	Especies de <i>Amaranthus</i>		
	<i>A. spinosus</i>	<i>A. dubius</i> Mart	<i>A. gracilis</i>
	-%-		
No ensilado	21,84 a	23,18 a	21,72 a
Ensilado	13,59 b	18,33 b	17,18 a

(P<0,05)= medias con letras distintas en el sentido de la columna, difieren.

Tabla 4. Contenido de proteína cruda antes y después del ensilaje en las estructuras anatómicas de los *Amaranthus* spp.

Tipo de material	Estructura anatómica de la planta		
	Hoja	Tallo	Inflorescencia
	-%-		
No ensilado	26,38 a	16,37 a	23,98 a
Ensilado	18,23 b	12,90 b	17,70 b

(P<0,05)= medias con letras distintas en el sentido de la columna, difieren.

En este orden de ideas, Boschini (2003) encontró disminución del contenido de proteína cruda de 16,15 a 10,41 %, en ensilaje de morera mezclado con forraje de maíz. Igualmente, Betancourt *et al.* (2002) encontraron disminución del contenido de proteína cruda de 21,59 a 19,49 % en ensilaje de *Leucaena leucocephala* con diferentes proporciones de melaza. Igualmente, Esperance *et al.* (1981) encontraron disminución de los valores de proteína en ensilaje de gramínea con melaza.

Por otra parte, los valores de proteína cruda del material ensilado en este estudio fueron

mayores a los registrados por Pacheco (1991), en diferentes follajes de *Amaranthus* spp. Jacobsen *et al.* (2002) reportaron 16% de proteína cruda en hojas de *Amaranthus cruentus*, *A. hybridus* y *A. hypochondriacus*; mientras que Dormond *et al.* (2000) reportaron porcentaje bajo (6,90 %) en ensilajes de planta entera de maíz.

El contenido de proteína del material ensilado permite proponer su utilización como suplemento alimenticio para rumiantes, en concordancia con lo planteado por Brito (1990), específicamente se podría emplear el tallo en ensilaje por presentar menor pérdida de proteína, mezclado con otros materiales fibrosos para la alimentación de rumiantes. Sin embargo, por la pérdida de materia seca y proteína cruda durante el proceso, sería conveniente el uso fresco de hojas e inflorescencias en la alimentación animal.

En este mismo orden de ideas, Arellano *et al.* (2004) propusieron la utilización de *A. dubius* Mart como complemento para la alimentación animal, debido al alto contenido de proteína cruda en follaje.

Contenido de extracto etéreo

Se encontraron diferencias (P<0,05) en el contenido de extracto etéreo según especies, estructuras y el tipo de material. Además se encontró interacción entre especies por estructuras y especies por tipo de material, así como interacción triple (especies, estructuras y tipo de material).

En la Tabla 5 se observa que el contenido de extracto etéreo en el material fresco de *A. spinosus* fue mayor (P<0,05) en la inflorescencia y en el ensilado las hojas presentaron mayor valor. Por

Tabla 5. Contenido de extracto etéreo de las estructuras anatómicas en las tres especies de *Amaranthus* antes y después del ensilaje.

Estructura anatómica de la planta	Tipo de material					
	No ensilado			Ensilado		
	<i>A. spinosus</i>	<i>A. dubius</i>	<i>A. gracilis</i>	<i>A. spinosus</i>	<i>A. dubius</i>	<i>A. gracilis</i>
	-%-					
Hoja	1,11 ab	2,13 a	1,69 b	2,75 a	3,69 b	2,24 a
Tallo	0,69 b	0,76 b	0,80 c	0,75 c	1,53 c	2,17 a
Inflorescencia	1,59 a	1,85 a	3,15 a	1,89 b	4,13 a	3,34 a

(P<0,05)= medias con letras distintas en el sentido de la columna, difieren.

otra parte, en el material fresco, el *A. dubius* presentó mayores valores ($P < 0,05$) en hojas e inflorescencias, y en el ensilado el mayor valor de extracto etéreo se encontró en las inflorescencias. *A. gracilis* presentó mayores valores en las inflorescencias en el material fresco e iguales valores en las tres estructuras del ensilado.

Se encontró contenido de extracto etéreo en el ensilado entre 0,69 y 4,13 % en las tres especies de *Amaranthus spp*, lo cual puede ser aceptable para uso como suplemento en rumiantes. Según Tobía y Villalobos (2004) se debe incorporar ensilaje con extracto etéreo menores al 5 %, ya que valores por encima causan deterioro de la función microbiana ruminal.

Contenido de fibra cruda

Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de fibra cruda (FC) antes y después del ensilaje. Además se encontró interacción ($P < 0,05$) de especies por estructuras de la planta. Por otra parte, no se encontró interacción ($P < 0,05$) entre los tres factores evaluados.

En la Tabla 6 se observa que el contenido de fibra cruda disminuyó ($P < 0,05$) en las diferentes estructuras anatómicas después del ensilaje, en concordancia con la disminución de materia seca.

Tabla 6. Contenido de fibra cruda antes y después del ensilaje en estructuras anatómicas de la planta.

Tipo de material	Estructura anatómica de la planta		
	Hoja	Tallo	Inflorescencia
	-%-		
No ensilado	60,78 a	59,67 a	77,29 a
Ensilado	15,24 b	19,97 b	14,50 b

($P < 0,05$)= medias con letra distinta en el sentido de la columna, difieren.

De igual modo, Tjandraatmadia *et al.* (1993), Araujo *et al.* (1996) y Betancourt *et al.* (2002), encontraron que el proceso de transformación que implica el ensilado disminuye el contenido de fibra en ensilaje de *Leucaena leucocephala*.

En la Tabla 7 se observa que en *A. spinosus* el mayor contenido de fibra cruda se encontró en tallo, aunque en *A. dubius* Mart los mayores ($P < 0,05$) valores se encontraron tanto en hojas como en tallos. Así mismo, *A. gracilis* presentó mayores valores en tallo e inflorescencia.

Tabla 7. Contenido de fibra cruda en estructuras anatómicas de las especies de *Amaranthus*.

Estructura anatómica de la planta	Especies de <i>Amaranthus</i>		
	<i>A. spinosus</i>	<i>A. dubius</i>	<i>A. gracilis</i>
	-%-		
Hoja	18,17 b	20,39 a	8,86 b
Tallo	20,79 a	23,45 a	15,67 a
Inflorescencia	12,17 c	11,83 b	19,48 a

($P < 0,05$)= medias con letra distinta en el sentido de la columna, difieren.

Los valores obtenidos fueron menores a los reportados por Tobía y Villalobos (2004) en ensilaje de follaje de soya, los cuales encontraron 60% de fibra cruda en tallos. Igualmente, Dormond *et al.* (2000) reportaron valores de 68,30 % de fibra cruda en ensilajes de planta entera de maíz.

Por otra parte, Faría-Mármol y Morillo (1997) relacionaron el contenido de fibra cruda con la digestibilidad e indicaron que aumenta cuando se utilizan materiales con bajo contenido de fibra cruda en la alimentación de rumiantes.

Los resultados encontrados en este estudio se pueden considerar aceptables al compararlos con ensilajes de planta entera de maíz y follaje de soya utilizados en la alimentación de rumiantes (Tobía y Villalobos 2004 y Dormond *et al.* 2000). Con base en estos resultados se pueden utilizar hojas, tallos e inflorescencias de las tres especies de *Amaranthus spp* para ensilaje.

CONCLUSIONES

El contenido de materia seca, proteína cruda y fibra cruda de *Amaranthus spp* disminuyó con el proceso de ensilaje; sin embargo los valores permiten proponer su uso como alimento para rumiantes.

Se puede utilizar cualquier estructura anatómica de la planta (hojas, tallos e inflorescencias) en ensilados. Sin embargo, se recomienda emplear para la alimentación animal hojas e inflorescencias de *Amaranthus* fresco, debido a su contenido de proteína cruda y fibra cruda.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, por el financiamiento otorgado bajo el código 024-AG-2001.

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Arglington, Virginia. 1298 p.
- Araujo, F., Márquez, A., Ferrer, O. y Pirela, A. 1996. Evaluación cualitativa de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 13: 371-380.
- Arcila, N. y Mendoza, Y. 2006. Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 23:114-124.
- Arellano, M., Albarracin, G., Arce, S. y Mucciarelli, S. 2004. Estudio comparativo de hojas de Beta vulgaris con *Amaranthus dubius* Mart ex Thell. Revista Internacional de Botánica Experimental (PYTON). 53:193-197.
- Bernal, J. 2003. Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y Manejo. Cuarta edición. Bogotá, Colombia. pp. 295-323.
- Betancourt, M., Clavero, T. y Razz, R. 2002. Características nutritivas del ensilaje de *Leucaena leucocephala* con diferentes aditivos. Revista Científica Saber ULA 12(2): 502-504.
- Blanco, G. y Ascencio, J. 2001. Efecto de la incidencia de fósforo sobre algunos índices de eficiencia asociados al crecimiento, partición de simlados y utilización del fósforo y después de un periodo de recuperación en *Amaranthus dubius* Mart. Anales de Botánica Agrícola 8: 25-36.
- Boschini, C. 2003. Características físicas y valor nutritivo del ensilaje de morera (*Morus alba* mezclado con forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana 14(1): 51-57.
- Brito, J. 1990. Evaluación nutricional de dos especies de amaranto: *cruentus* y *hypocondriacus*. Trab. Ascenso Prof. Titular. Universidad Simón Bolívar. Caracas. 90 p.
- Cai, Y., Xing, J., Sun, M. and Corke, H. 2006. Identification of betacyanins from *Amaranthus tricolor*, *Gomphrena globosa* and *Hylocereus polyrhizus* by Matrix-Assisted Laser desorption quadrupole ion trap time-of-flight mass spectrometry (MALDI-QIT-TOF MS). J. Agric. Food. Chem. 54: 6520-6526.
- Calixto, M. y Arnao, S. 2004. Modificación enzimática del almidón nativo de *Amaranthus caudatus* Linneo. Rev. Soc. Quim. Perú. 70(1): 2-8.
- Church, D., Pond, W. y Pond, K. 2004. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 2^{da} edición. Limaza Wiley. México. pp. 323-470.
- Cruz, H. 2004. Evaluación de la interferencia de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thellung sobre un cultivo de maíz (*Zea mays*) a través del uso de un método aditivo. Trab. Esp. Grado. Ing. Agrónomo. UCLA, Barquisimeto. 108 p.
- Dormond, H., Rojas, C., Jiménez y Quiroz, G. 2000. Efecto de niveles crecientes de pseudotallo de guineo en combinación con ensilaje de maíz, sobre el crecimiento de terneras Jersey, durante la época seca. Agronomía Costarricense 24(2): 31-40.
- Esperance, M., Ojeda, F. y Cáceres, O. 1981. Marco fermentativo, valor nutritivo y producción de leche con hierba pangola ensilada con ácido fórmico o miel. Pastos y Forrajes 4: 237.
- Faría-Mármol, J. y Morillo, D. 1997. Leucaena. Cultivo y Utilización en la Ganadería Bovina Tropical. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo. 152 p.

- Ferrarotto, S. 2000. Estudio comparativo de características anatómicas y fisiológicas asociadas con la capacidad de extracción de agua en dos especies de *Amaranthus* (Amaranthaceae). *Anales de Botánica Agrícola* 7: 21-29.
- Ferreira, C. 1999. Avaliação nutricional de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) extrusado em diferentes condições de umidade. Tesis PhD. Universidad de San Paulo. Facultad de Ciencias Farmacéuticas. 143 p.
- Gutiérrez, H. y Vara, R. 2003. Análisis y Diseño de Experimentos. McGraw-Hill/Interamericana editores, S. A. Guanajuato. 177 p.
- INN (Instituto Nacional de Nutrición). 1999. Pira o Bledo una Hierba Maravillosa. Ediciones divulgativas. Caracas. Boletín N° 22. 15p.
- Jacobsen, S., Itenov, K. y Mújica, A. 2002. Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa. *Agronomía Trop.* 52(1): 109-119.
- Liu, F. and Stutzel, H. 2004. Biomass partitioning, specific leaf area and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae* 102 (1):15-27.
- Luís, L. y Ramírez, M. 1988. Evolución de la flora microbiana en un ensilaje de King grass. *Pastos y Forrajes* 11 (3): 249-253.
- Martínez, M. y Alfonso, P. 2003. Especies de malezas más importantes en siembras hortícolas del valle de Quibor, Estado Lara, Venezuela. *BIOAGRO* 15(2): 91-96.
- Matteucci, S. 1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada Argentina: Comportamiento de seis germoplasmas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*.15: 560-570.
- Pacheco, E. 1991. La harina del amaranto granífero ideal para enriquecer la de maíz. *Agronomía al Día* 4 (7): 35-36.
- Pacheco, J. y Pérez, L. 1989. Malezas de Venezuela. Aspectos Botánicos, Ecológicos y Formas de Combate. Primera Edición. San Cristóbal (Venezuela). pp. 38-41.
- Rodríguez, V., Malavolta, E. Sánchez, A. y Lavoranti, O. 2004. Balance nutricional de referencia de suelos y hojas en el cultivo del plátano Hartón. *Bioagro* 16 (1): 39 - 46.
- Tejeda, S., Escalante, E., Soto, H., Rodríguez, G., Vibrans, H. y Ramírez, G. 2004. Inhibidores de la germinación en el residuo seco de tallo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). *Rev. Soc. Quím. Méx.* 48:118-123.
- Tjandraatmadja, M., Macrae, I. and Norton, B. 1993. Effect of the inclusion of tropical tree legumes, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*, on the nutritive value of silages. Prepared from tropical grasses. *Sci. Cambridge.* 120: 397-406.
- Tobía, C. y Villalobos, E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. *Agronomía Costarricense* 28 (1):17-25.
- Tobía, C., Rojas, A., Villalobos, E., Soto, H. y Uribe, L. 2004. Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28 (2):27-35.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PREPARACIÓN DEL SUELO Y SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)*

Evaluation of a tillage and planting system used to cultivate rice (*Oryza sativa* L.)

Ibis Briceño¹ y Luís E. Álvarez L.²

RESUMEN

En la Arrocería Santa Rita, ubicada en Payara, estado Portuguesa, durante el período de lluvias de 2007, se comparó el método de preparación del suelo y siembra de arroz utilizando una sembradora de mínimo laboreo, con el método tradicional de preparación mediante batido del barro y siembra de semilla pregerminada. El mínimo laboreo causó superior producción, rentabilidad y sostenibilidad. En preparación del suelo y siembra se produjo un ahorro de 29,31 % (243 BsF/ha) en los costos y se redujo la duración de las labores en 37,06 %. El costo total de producción fue 4,27 % menor en el mínimo laboreo y la relación costo/beneficio fue inferior en 75 %. Se sembraron 50 kg de semilla/ha menos que en el batido del barro, con un ahorro de 62,50 BsF/ha. Al inicio del período vegetativo del arroz, en el batido del barro hubo 107 % más plantas por m² (P<0,05); pero no hubo diferencias significativas en la producción de biomasa aérea/m². En el mínimo laboreo hubo plantas 5,5 cm más altas, con 37 % más macollos por planta y 11 % más hojas por macollo (P<0,05). Estas diferencias porcentuales aumentaron en el período reproductivo del arroz. Durante la maduración cada planta del mínimo laboreo produjo 30 % más panículas (P<0,05); pero no hubo diferencias significativas en el número de panículas por m². El número de granos por panícula en el mínimo laboreo fue 26 % mayor (P<0,05). No hubo diferencias en el peso del grano. El rendimiento en grano fue 13 % superior en el mínimo laboreo. En ambos tratamientos entre 80 y 90 % de las raíces de las plantas de arroz se concentró en los primeros 6-7 cm del suelo, pero en el mínimo laboreo profundizaron 11 cm más. En el batido del barro hubo mayor incidencia y severidad de enfermedades fungosas que atacan el follaje del arroz.

Palabras clave: arroz, mínimo laboreo, batido del barro, rentabilidad.

ABSTRACT

During the 2007 rainy season at the rice farm Santa Rita, located in Payara, Portuguesa state, there were compared the soil tillage and rice sowing method using a minimum tillage sower, with the traditional method of mud puddling and sowing with pregerminated seed. Minimum tillage produced higher grain yields, incomes and sustainability than puddling. In soil tillage and sowing costs savings were 29.31 % (243 BsF/ha) and a reduction of 37.06 % the time spend in operations. Total production costs were 4.27 % less with minimum tillage and the cost/income relationship 75 % less. There were sowed 50 kg of seed/ha less than in puddling, with 62.50 BsF/ha of savings. At the beginning of the rice vegetative period, in puddling there were 107 % more plants per m² (P<0.05) than in minimum tillage, but there was not significant difference in aerial dry matter production/m². Minimum tillage produced 5.5 cm taller plants, with 37 % more tillers per plant and 11 % more leaves per tiller (P<0.05). These differences increased during the rice reproductive period. At maturity each plant in minimum tillage produced 30 % more panicles (P<0.05) than that of puddling, but there were not significant differences in the number of panicles per m². In rice grain yields it was very important the higher number of grains per panicle of the minimum tillage, 26 % more (P<0.05) than in puddling. There were not differences in grains weight.

(*) Recibido: 26-02-2009

Aceptado: 16-12-2009

¹ Ingeniero agrónomo. Semillas Híbridas Venezolanas C.A. (SEHIVECA). Cagua, estado Aragua. E-mail: briceno_i@hotmail.com

² Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: al110946@hotmail.com

Grain yield was 13 % higher in minimum tillage. In both treatments 80-90 % of rice roots were located at the first 6-7 cm of the soil, but in minimum tillage were 11 cm deeper. In puddling there were higher incidence and severity of fungal diseases that attack rice leaves.

Key words: rice, minimum tillage, puddling, income.

INTRODUCCIÓN

El arroz es el cereal más importante del mundo en desarrollo, constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta. En los países de América del Sur y el Caribe, es la principal fuente energética de la población de bajos ingresos.

En Venezuela es el segundo cultivo en área cultivada al año después del maíz, con un poco más de 150.000 ha, distribuidas entre los estados Portuguesa, Barinas, Guárico y Cojedes. La demanda creciente ha ampliado la superficie sembrada.

En producción intensiva de arroz, el suelo es sometido a una excesiva preparación que origina la pérdida de su estructura, incrementa la erosión, la formación de capas compactadas, disminución de la porosidad, la tasa de infiltración y reduce su fertilidad natural, disminuyendo su productividad e ingresos del productor. Actualmente las labores de preparación del suelo y siembra, representan un 20,54 % de los costos de producción del arroz, estimados en BsF 2.533/ha (octubre de 2007).

Es imprescindible buscar alternativas que mejoren la productividad con un enfoque sostenible, capaces de brindar ventajas al cultivo, reducir los costos de producción y ayudar a la conservación del suelo, como el mínimo laboreo y el uso de sembradoras mecánicas de precisión que reducen el número de pases de implementos.

Este trabajo tuvo como finalidad comparar desde el punto de vista agronómico, económico y de sostenibilidad, el método de preparación del suelo y siembra de arroz mediante mínimo laboreo, con el método tradicional de preparación mediante fangueo o batido del barro y siembra al voleo con semilla pregerminada.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En Venezuela, la preparación de suelo para la siembra de arroz se realiza principalmente de dos formas: a) convencional, en suelos en estado "friable", con adecuado contenido de humedad, mediante la utilización de implementos como rastras pesadas y livianas. El suelo se nivela con Land plain o equipos Laser plain, b) mediante fangueo o batido del barro en campos inundados, cuando el excesivo contenido de humedad de suelo no permite la preparación convencional (Álvarez 1997).

En el batido de barro, luego de pases de rastras pesadas y livianas, se inunda el área a sembrar con láminas de entre 5 y 15 cm. Se laborea el suelo inundado mediante tractores e implementos como cilindros desterronadores llamados batibarro o rotovadores, luego se pasan unas láminas de hierro para emparejar el suelo (INIA 2004).

El batido del barro destruye la estructura y porosidad de los suelos, lo cual reduce el intercambio gaseoso entre el suelo y la atmósfera, lo que determina que deban ser sembrados solamente con arroz, que efectúa este intercambio a través de su aerénquima (Álvarez 1997). El suelo queda constituido por partículas individuales, disminuye su resistencia al corte y presión, restringe la cantidad de poros que transmiten agua y gases, la conductividad hidráulica saturada y la percolación, cambia la densidad aparente del suelo (FAO 1992).

Esta forma de monocultivo, además de extremadamente cara, por el desgaste de los tractores e implementos, limita al productor ya que no puede rotar con cultivos sensibles a la mala aireación edáfica, que de acuerdo a la evolución del mercado, podrían resultar más rentables (Álvarez 1997).

La práctica del mínimo laboreo desplaza al batido de barro, conserva los suelos y reduce los costos de preparación para la siembra de verano (Álvarez 1997). La mínima labranza sustituye la alta mecanización pues al utilizar herbicidas totales en pre-siembra, reduce el número de pases de implementos (INIA 2004).

En fincas de los Llanos Occidentales el batido del barro aumentó la concentración de sales en los primeros 5 cm de los suelos, movilizó nutrientes (P, K) fuera del alcance de las raíces, la densidad aparente varió a 1,38 y 1,51 Mg/m³ a 10 cm de profundidad, indicador de compactación producida por el método de preparación. Durante tres ciclos de cultivo con cero labranza hubo mayor rendimiento en grano, producción de biomasa aérea y altura de planta. En la estación lluviosa de 1995 la relación costo/beneficio en cero labranza fue 0,52/1, mientras en batido fue 0,46/1. Para 1996 fue 0,81/1 en cero labranza y 1,30/1 para el batido (Peña *et al.* 1996).

En el sistema de riego Río Guárico, la cero labranza presentó ventajas con respecto al batido, en costos de acondicionamiento de suelos, conservación de tierras y maquinarias, consumo de agua, control de malezas y manejo en general del cultivo. Con labranza mínima se obtuvieron 5.790 kg grano/ha y con batido del barro 5.487 kg/ha. La labranza mínima fue más económica y efectiva en el control de malezas (Salazar *et al.* 2002).

La labranza mínima permitió reducir los costos de utilización de maquinaria y mano de obra hasta un 50 % con respecto a los sistemas convencionales. El número de horas por máquina desde la preparación de terreno hasta la cosecha, correspondió en el sistema tradicional a 9,77 horas/ha, mientras que con labranza mínima fue 5,16 horas/ha (Da Silva 1995).

El sistema de labranza por batido implica altos costos de energía, de reparación y mantenimiento de maquinaria. La realización de las labores en un medio muy abrasivo disminuye la vida útil de los equipos (Vivas 2002).

Las ventajas de la labranza mínima fueron: reducción de la erosión, conservación de la

estructura de los suelos, aumento de la retención de agua y fertilizantes. Disminuyó la inversión en maquinaria, aumentó su vida útil, hubo ahorro en tiempo de siembra, menor consumo de combustible y uso de maquinaria (FAO 1992).

Al comparar el batido del barro con cero laboreo, los rendimientos y el número de panículas por hectárea no difirieron significativamente. La desventaja del cero laboreo fue que las malezas crecieron rápidamente, antes que las plantas de arroz, debido al drenaje del suelo en las primeras etapas del cultivo, lo que dificultó su control (Universidad de Filipinas 1975).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca “Santa Rita” ubicada en el municipio Páez del estado Portuguesa, durante la estación lluviosa de 2007. La finca Santa Rita ha sido sembrada con arroz bajo riego como monocultivo continuo por más de treinta años, se usa gran cantidad de insumos y alta tecnología.

La zona presenta una precipitación anual de 1.383 mm, temperatura media de 25,8 °C, con máxima y mínima de 31,7 °C y 22,2 °C, respectivamente. La radiación solar diaria promedio es 448 Cal/cm² (Estación meteorológica del INIA Araure).

En los suelos utilizados predominan los colores grises y amarillos (Tabla 1), característicos de dificultades de drenaje.

Tabla 1. Determinación del color de los horizontes de los suelos, en los perfiles mediante la tabla Munsell.

	Profundidad (cm)	Color
Mínimo laboreo	0-10	gris (10 YR 5/1)
	17-27	gris oscuro (10 YR 4/1)
	30-40	Amarillo pálido (10 YR 6/4)
Batido de barro	0-10	gris (10 YR 5/1)
	17-27	gris oscuro (10 YR 4/1)
	30-40	pálido (10 YR 6/3)

En la Tabla 2 se observa que aunque se trata de suelos cultivados intensivamente (2,3 cosechas por año), debido al elevado agregado de

Tabla 2. Análisis químico y físico del suelo de la finca Santa Rita.

Tratamientos	Batido del barro			Sembradora		
	0-10	17-27	30-40	0-10	17-27	30-40
Profundidad (cm)	0-10	17-27	30-40	0-10	17-27	30-40
MO (%)	3,75	2,68	1	4	2,1	1,75
Fósforo (Mg/kg)	183	142	92	166	150	100
Potasio (Mg/kg)	120	120	90	130	100	70
pH	6,1	7	7,2	6,5	7,4	7,4
CE (dS/m)	0,76	0,31	0,55	0,76	1,4	1,4
Textura	AL/FAL	AL	A/AL	AL	AL	A/AL
% a	12,5	10	5	17	10	10
% L	47,5	45	40	40,5	42,5	40
% A	40	45	55	42,5	47,5	50
Da (Mg/m ³)	1,12	1,62	1,67	1,16	1,63	1,65

a: arena, L: limo, A: arcilla, F: franco, Da: Densidad aparente, MO: Materia orgánica, CE: Conductividad eléctrica.

fertilizantes químicos, tienen fertilidad media a alta. Las fracciones finas (limo y arcilla) constituyen aproximadamente 90 % de la textura en los horizontes bajo estudio. La densidad aparente es alta y aumenta en profundidad.

Los muestreos se realizaron en dos parcelas comerciales de arroz, en las que se aplicaron los tratamientos de labranza: 1) siembra bajo el método de mínimo laboreo. Sobre suelo seco se utilizó una sembradora marca Vence Tudo modelo TSM 22000, se utilizaron 100 kg semilla seca/ha, la profundidad de siembra fue de 2-3 cm. Las hileras estaban separadas 17 cm. El ancho de siembra fue 3,60 m. Se sembró el 9 de mayo de 2007, la emergencia de las plántulas ocurrió el 14 de mayo. 2) En otra parcela se preparó el suelo utilizando el método de batido del barro. Se aplicó un pase de rastra pesada (Big Rome) y tres pases de rastra liviana. Se inundó el terreno, se practicaron dos pases de Rotovador, se drenó el área y al día siguiente, 17 de mayo de 2007, se procedió a sembrar en suelo saturado. Mediante un avión agrícola se aplicaron 150 kg de semilla pregerminada/ha. En ambos lotes se utilizó la variedad Fedearroz 50.

En cada tratamiento se realizaron tres muestreos en los períodos vegetativo, reproductivo y de maduración del arroz. En cada muestreo se tomaron 10 muestras en 1 m² de terreno cada una. Las variables evaluadas fueron:

1. Durante el período vegetativo del arroz se midió: número de plantas por m² de suelo (NPM1), altura de planta (AP1) en cm, biomasa aérea (BIOM1) en kg materia

seca/m², número de macollos por planta (NMP1), altura del primer macollo (APM1) en cm y número de hojas del primer macollo (NHPM1).

2. Durante el período reproductivo del arroz se midió: número de plantas por m² (NPM2), altura de planta (AP2) y biomasa aérea (BIOM2).
3. Durante el período de maduración del arroz se midió: número de panículas por planta (NPP3), número de panículas por m² de suelo (NPAM3), número de granos por panícula (NGP3) y peso de 100 granos (PG3) en g.

Para determinar las variables NPM1, AP1, BIOM1, NPM2, AP2, BIOM2 y NPAM3, se utilizó un marco de hierro de 1 m² que se colocó sobre la siembra, en la información de las diez muestras se determinó la media, desviación estándar y el coeficiente de variación.

Para medir las variables NMP1, APM1, NHPM1, NPP3, NGP3 y PG3, se seleccionaron 4 plantas representativas en cada uno de los diez lugares de muestreo.

Para los análisis de los datos se utilizó la prueba T de Student al nivel de P=0,05.

Las determinaciones de tiempo del laboreo se realizaron durante la ejecución de preparación y siembra para cada uno de los métodos. Se midió el tiempo de duración de pases de rastra, rotovador y siembra, tanto aérea como con la sembradora de mínimo laboreo.

Durante el período de maduración, con base en los estándares internacionales establecidos por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI), se evaluó la incidencia y severidad de las enfermedades *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRIMER MUESTREO. Realizado a los 60 y 57 días después de la emergencia.

Número de plantas por metro cuadrado de terreno

En el batido de barro hubo 107 % más plantas que en mínimo laboreo (NPM1, Tabla 3). Se sembró 50 % más semillas.

Altura de planta

Debido a la menor competencia intraespecífica en el mínimo laboreo las plantas fueron en promedio 5,5 cm más altas (API, Tabla 3). A pesar de que la emergencia en el mínimo laboreo ocurrió 9 días después que en batido de barro.

Biomasa aérea

A pesar de las diferencias observadas en la densidad de siembra y en la emergencia, la producción de biomasa aérea (BIOM1, Tabla 3), no presentó diferencias significativas entre métodos. El mayor crecimiento de las plantas del mínimo laboreo permitió alcanzar similar BIOM1 a las del batido de barro. Las plantas obtenidas mediante el método de mínimo laboreo produjeron 148 % más biomasa aérea que las del batido del barro durante el período vegetativo del cultivo. Los elevados coeficientes de variación son característicos en este tipo de variables (Van

Keulen, citado por Álvarez 2002).

Número de macollos por planta

En el mínimo laboreo hubo 37 % más macollos por planta que en el batido de barro (NMP1, Tabla 3). Al disponer de mayor espacio, las plantas macollaron en la medida en que la competencia intraespecífica lo permitió.

Altura del primer macollo

Hubo diferencias ($P < 0,05$) en la altura del primer macollo (APM1, Tabla 3), los macollos producto del método de mínimo laboreo fueron 6 cm más altos que los del batido de barro.

Número de hojas del primer macollo

En el mínimo laboreo se obtuvo 11% más hojas por macollo que en el batido de barro (NHMP1, Tabla 3). Lo cual también explicó similar producción de biomasa observada en el primer muestreo.

La relación entre estas variables estudiadas explica la importancia del método de mínimo laboreo. Las plantas disponen de mayor espacio en el suelo (hay menos plantas por m^2), lo cual permite una mayor exploración de la parte aérea y las raíces de cada planta, de esta manera pueden absorber mayor cantidad de luz, agua y nutrientes, que genera mayor tasa de crecimiento.

En el mínimo laboreo se sembraron 50 kg/ha de semilla menos que en el batido del barro, lo que a un costo de 1,25 BsF/kg de semilla, significó un ahorro de 62,50 BsF/ha. Además el costo de preparación y siembra mediante mínimo laboreo fue 556,00 BsF/ha y en el batido del barro fue 804,00 BsF/ha, que resultó en ahorro de 248,00 BsF/ha (30,85%) y una disminución en el tiempo de preparación del suelo y la siembra de 37,06%.

Tabla 3. Variables evaluadas durante el período vegetativo del arroz.

	NPM1	API (cm)	BIOM1 (kg MS/ha)	NMP1	APM1 (cm)	NHMP1
Mínimo laboreo	250,50	69,50	778,40	3,78	66,63	7,60
Batido del barro	517,90	63,50	648,30	2,75	60,58	6,80
Significancia	**	*	ns	**	*	*
CV (%)	13,23	9,18	35,65	23,66	10,66	10,07

*: ($P < 0,05$). **: ($P < 0,01$). ns: ($P > 0,05$). CV: coeficiente de variación. NPM1: número de plantas de arroz por m^2 de suelo; API: altura de planta; BIOM1: biomasa aérea; NMP1: número de macollos por planta; APM1: altura del primer macollo; NHMP1: número de hojas del primer macollo.

SEGUNDO MUESTREO. Realizado entre los 102 y 99 días después de la siembra.

Número de plantas por metro cuadrado

En el segundo muestreo hubo reducción en el número de plantas por m² (NPM2, Tabla 4). En el primero se tenían 250,5 plantas/m² en el mínimo laboreo y en el segundo 197,5 plantas por m², la reducción fue 21,1%. En el método de batido de barro había 517,9 plantas por m² en el primer muestreo y 264 en el segundo, la reducción fue 49%. Esto indica que con un menor número de semillas por hectárea sembrada puede lograrse una menor reducción en el número de plantas por m² durante el período vegetativo, debido a competencia intraespecífica, de acuerdo con lo encontrado por Álvarez (2002).

Tabla 4. Variables evaluadas durante el período reproductivo del arroz.

Tratamiento	NPM2	AP2 (cm)	BIOM2 (g MS/m ²)
Mínimo laboreo	197,50	120,10	1.723,72
Batido del barro	264,00	109,60	1.909,77
Significancia	*	**	ns
CV (%)	20,50	3,27	26,26

NPM2: número de plantas por m²; AP2: altura de planta; BIOM2: biomasa aérea; CV: coeficiente de variación.

Altura de planta

En el mínimo laboreo las plantas fueron 10,5 cm más altas (AP2, Tabla 4). Para el primer muestreo, se notó una diferencia de 5,5 cm a favor del mínimo laboreo. Después de 40 días, este incremento se duplicó (10,5 cm), debido a una menor población y mejor distribución de las plantas por m² de suelo, lo cual permitió un mayor crecimiento.

Estos resultados confirman los obtenidos por Peña *et al.* (1996), en los que encontraron diferencias significativas en la altura de planta de arroz a cosecha, en el batido de barro fue 61,8 cm y en el mínimo laboreo 87,5 cm.

Biomasa aérea

A pesar de las diferencias observadas en la densidad de siembra y en las fechas de emergencia, la producción de biomasa aérea (BIOM2, Tabla 4) no presentó diferencias significativas entre

métodos, tal como ocurrió en el primer muestreo. El mayor crecimiento de las plantas del mínimo laboreo permitió alcanzar igual BIOM2 a las del batido de barro. Una planta en el mínimo laboreo produjo 20% más biomasa aérea en este período de desarrollo del cultivo.

TERCER MUESTREO. Realizado a los 120 y 117 días después de la siembra, período de maduración o de llenado del grano.

Número de panículas por planta

Las plantas sembradas mediante mínimo laboreo produjeron 30 % más panículas (NPP3, Tabla 5).

El menor número de plantas por m² permitió su mejor distribución y aprovechamiento por las raíces en el suelo, mayor absorción de nutrientes y producción de mayor cantidad de macollos o panículas por planta.

Número de panículas por metro cuadrado

A pesar del mayor número de plantas de arroz por m² en el batido, no hubo diferencias significativas (P>0,05) en número de panículas por m² (NPm3, Tabla 5), debido a que en mínimo laboreo las plantas originaron mayor número de macollos productivos o panículas por planta. Esto se debió principalmente a la relación entre un menor número de plantas por m² y la mayor cantidad de panículas por planta.

Tabla 5. Variables evaluadas durante el período de maduración o llenado del grano de arroz.

Tratamientos	NPP3	NPm3	NGP3	PG3 (g)
Mínimo laboreo	3,02	590,63	128,97	3,30
Batido del barro	2,325	589,98	102,08	3,35
Significancia	*	ns	**	ns
CV (%)	25,08	28,70	10,78	3,19

*: (P<0,05); **: (P<0,01); ns: (P>0,05); CV: coeficiente de variación; NPP3= número de panículas por planta; NPm3= número de panículas por m² de suelo; NGP3= número de granos por panícula; PG3= peso de 100 granos.

Número de granos por panícula

Hubo mayor número de granos por panícula (Tabla 5) en el mínimo laboreo. Las panículas producidas por planta sembrada tuvieron 26% más granos.

Peso de 100 granos

No hubo diferencias ($P>0,05$) en el peso de grano de arroz (Tabla 5). Se sembró la misma variedad, cuyos pesos presentan poca variación. Peña *et al.* (1996) tampoco encontraron diferencias para esta variable entre sistemas de labranza.

Rendimiento en grano

En la Tabla 6 se observa que al multiplicar los valores medidos del número de panículas/m² de terreno (NPam3) por el número de granos por panícula (NGP3) y por el peso de los granos (PG3), se obtiene un rendimiento en grano estimado 13 % superior en el tratamiento de mínimo laboreo con respecto al batido del barro, debido fundamentalmente al número de granos por panícula; de acuerdo con lo informado por Peña *et al.* (1996).

A nivel comercial, en el lote sembrado mediante mínimo laboreo se obtuvo un rendimiento 29 % superior (6.400 kg grano/ha) que en el batido del barro (4.515 kg grano/ha). De

igual manera, Salazar *et al.* (2002) obtuvieron mayor rendimiento de arroz (5.790 kg grano/ha) con labranza mínima, en comparación con labranza convencional (5.487 kg grano/ha). La labranza mínima se presenta como alternativa de menor impacto sobre el recurso suelo, más económica y efectiva en el control de malezas.

Duración y costos de las labores de preparación del suelo y siembra.

En la Tabla 7 se muestra la duración de cada una de las labores efectuadas para la preparación del suelo y siembra. La preparación del suelo y siembra en el sistema de mínimo laboreo duró 37,06 % menos que en el batido del barro.

Relación Costo / Beneficio

Se indican los costos de producción de arroz según información proporcionada por la gerencia de la Arrocería Santa Rita para la estación lluviosa 2007 (Tabla 8).

El costo de producción en el mínimo laboreo fue 4,27 % menor que en el batido del barro. El

Tabla 6. Estimación del rendimiento en grano de arroz.

Método	NPam3	NGP3	PG3 (g/100semillas)	Rendimiento estimado (kg/ha)	%
Mínimo laboreo	590,6	128,90	3,30	22.838,50	100
Batido de barro	589,9	102,08	3,35	19.871,61	87

NPam3= número de panículas por m² de suelo; NGP3= número de granos por panícula; PG3= peso de granos.

Tabla 7. Duración de las labores de preparación del suelo y siembra en los dos métodos bajo estudio.

Método	Preparación horas/ha	Siembra horas/ha	Total horas/ha	%
Mínimo laboreo	3,86	1,62	5,48	62,94
Batido del barro	8,65	0,06	8,71	100,00
Diferencias			3,23	37,06

Tabla 8. Costos de producción de arroz en los métodos bajo estudio.

Actividad	Mínimo Laboreo		Batido del barro	
	BsF/ha	%	BsF/ha	%
Preparación del suelo	390	17	580	24
Siembra	196	9	249	10
Fertilización	511	22	511	21
Riego	150	7	150	6
Control de malezas	310	14	310	14
Control de insectos	22	1	22	1
Control de enfermedades	153	7	153	6
Control de vertebrados	74	3	74	3
Cosecha y transporte	480	20	339	15
Costo Total	2.286	100	2.388	100

costo de preparación del suelo y siembra fue 243 BsF/ha menor en el mínimo laboreo, 29,31% menos que en el batido del barro.

De acuerdo con los inferiores costos de producción y los mayores rendimientos en grano, la relación costo / beneficio fue 75 % menor en el mínimo laboreo (Tabla 9). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Peña *et al.* (1996) y Vivas (2002) en los Llanos Venezolanos, y Da Silva (1995) en Brasil.

Tabla 9. Relación costo / beneficio, según método de preparación del suelo y siembra de arroz.

	Mínimo laboreo	Batido del barro
Ingreso bruto (0,63 BsF/kg de grano)	4.032	2.844
Beneficio (BsF/ha)	1.746	456
Costo / Beneficio	1,31 / 1	5,24 / 1

Crecimiento radical

En mínimo laboreo las raíces penetraron 11 cm más que en batido de barro (Tabla 10). En ambos métodos el 80-90 % de las raíces se concentraron en los primeros 7 cm del suelo.

Tabla 10. Distribución del sistema radical de plantas de arroz en el suelo a la cosecha.

Mínimo Laboreo		Batido del barro	
Profundidad (cm)	Densidad radical (%)	Profundidad (cm)	Densidad radical (%)
0 - 7	80,0	0 - 6	90,0
7 - 17	15,0	6 - 10	8,0
17 - 28	4,5	10 - 36	2,0
28 - 47	0,5		

El número elevado de pases de rastras pesadas y livianas, además del rotovador, para desterronar y mullir el suelo, provocó la destrucción de los agregados y la conformación del llamado pie o piso de arado, lo que creó limitaciones para el crecimiento de las raíces.

Incidencia de enfermedades

La incidencia y severidad de las enfermedades *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae* fue 22 % superior en el batido del barro (Tabla 11).

Tabla 11. Incidencia y severidad de enfermedades foliares en el cultivo de arroz.

N° de muestra	Método			
	Mínimo Laboreo		Batido de Barro	
1	1	1	7	1
2	3	1	3	3
3	3	3	5	3
4	1	3	5	5
5	3	0	3	5
6	3	1	3	7
7	3	1	3	7
Medias	2,43	1,43	4,14	4,43

Escala: 10: máxima incidencia y severidad; 0: no hay signos de las enfermedades.

CONCLUSIONES

El método de preparación del suelo y siembra mediante mínimo laboreo fue superior en producción, rentabilidad y sostenibilidad con respecto al fangueo o batido del barro.

El costo total de producción fue 4,27 % menor en el mínimo laboreo. La relación costo/beneficio fue 75 % menor que en el batido del barro.

El mínimo laboreo fue más rápido, hubo ahorro en la duración de las labores de preparación del suelo y siembra de 37,06 % con respecto al batido del barro.

En el período vegetativo del arroz, en el batido del barro hubo más plantas por m² que en mínimo laboreo, pero no hubo diferencias significativas en la producción de biomasa aérea/m², cada planta producida en el mínimo laboreo produjo más biomasa aérea. El mínimo laboreo generó plantas más altas, más macollos por planta y más hojas por macollo. En la etapa de maduración cada planta del mínimo laboreo produjo más panículas. En el rendimiento en grano fue decisivo el mayor número de granos por panícula del mínimo laboreo. El rendimiento en grano fue 13,06 % superior en el mínimo laboreo.

Un 80-90 % de las raíces de las plantas de arroz se concentraron en los primeros 6-7 cm del suelo, pero en el mínimo laboreo profundizaron más el suelo.

En el batido del barro hubo mayor incidencia y severidad de enfermedades fungosas que atacan el follaje del arroz, producidas por *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae*.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento por su colaboración en la realización de este trabajo al Sr. Gino Saladino, propietario de la Arrocería Santa Rita, Payara, estado Portuguesa, a su gerente, el Ing. Agr. Juan Carlos Garrido y a la encargada del Laboratorio de análisis de grano y semilla de arroz.

REFERENCIAS

- Álvarez, L. 1997. Producción de arroz de los Llanos Occidentales de Venezuela. Editorial UNELLEZ. Barinas. 246 p.
- Álvarez, L. 2002. Optimización de la fertilización nitrogenada y del manejo del agua de riego en la producción de arroz, mediante el modelo de simulación CERES-rice. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 243 p.
- Da Silva, J. 1995. Sistema plantio direto em arroz irrigado: limitacoes e alternativas. Revista Plantio Direto. Disponible en <http://www.embrapa.com/revistaplantiodireto.htm>.
- FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma. 66 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2004. El cultivo del arroz en Venezuela. Ed. Alfredo Romero. Maracay. 202 p.
- Peña, J., Velásquez, L., Araujo, D. y Pieruzzini, N. 1996. Evaluación de la siembra directa en el cultivo del arroz. En XIV Congreso Venezolano Ciencia del suelo. Trujillo, Venezuela. Versión electrónica.
- Salazar, M., Marín, C. y Navas, M. 2002. Efectos del sistema de labranza en el comportamiento de cuatro variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) en el estado Barinas, Venezuela. Rev. Fac. Agron. 19(3):194-200.
- Universidad de Filipinas. 1975. Cultivo del arroz. Manual de producción. Editorial LIMUSA. Trad. Por Agustín Contin. México. 426 p.
- Vivas, V. 2002. Plan estratégico de mercadeo para introducir la siembra directa en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Las Majaguas, Edo. Portuguesa. Trabajo de Ascenso. UNELLEZ. San Carlos. 134p.

ANÁLISIS DE UNA CARTERA DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO EN MAÍZ EN EL ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA*

Analysis of an agricultural extension portfolio for corn crop in the Portuguesa state, Venezuela

José Flores¹, Santiago Quintana¹ y Sandra Flores²

RESUMEN

Con el fin de evaluar el rendimiento y riesgo que presenta el cultivo de maíz de la cartera de fincas adscritas al Programa de Extensión Agrícola Italven S.A. (PEAISA), se muestrearon 127 fincas localizadas en dos municipios del estado Portuguesa (Venezuela), donde se sembró maíz en época de lluvias durante el ciclo 2006. Se consideró el rendimiento y riesgo función de las variables municipio, área cosechada e híbridos cultivados. Se utilizaron las pruebas de *t*, análisis de varianza y de homogeneidad de varianzas. Entre los resultados más importantes destacan: 1) la cartera de productores, conformada por siembras pequeñas y medianas, con un promedio de 15,1 ha por finca, no presentó riesgo de concentración en determinados rangos de superficie, 2) el rendimiento del maíz (4.202,0 kg/ha) superó la media nacional, y 3) tanto el rendimiento como el riesgo de producción de maíz fueron similares en los municipios San Genaro y Guanare.

Palabras clave: maíz, cartera, rendimiento, riesgo.

ABSTRACT

In order to assess yield and risk presented by the maize crop portfolio of properties attached to the Agricultural Extension Program Italven S.A. (PEAISA), 127 farms located in two municipalities of Portuguesa State (Venezuela), where corn was planted in the rainy season during the cycle 2006 were sampled. Yield and risk were considered in function of municipality, area harvested and cultivated hybrids. The *t* tests, variance analysis and homogeneity of variances were used. The most important results were: 1) the producer portfolio, consisting of small and medium-sized plantings, with an average of 15.1 ha per farm, not showed risk of concentration in certain area range, 2) yield maize (4,202.0 kg/ha) exceeded the national average, and 3) the yield and the risk of maize production were similar in San Genaro and Guanare Municipalities.

Key words: corn, portfolio, yields, risk

(*) Recibido: 14-04-2009

Aceptado: 12-01-2010

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: joseflores@cantv.net.

² Programa Ciencias Sociales. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Barinas, 5201, Po. Venezuela, Email: sandraflores@cantv.net

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el principal alimento de más de la mitad de la población mundial y constituye una materia prima estratégica en ganadería. A partir de diciembre de 2008 los precios internacionales del maíz disminuyeron su caída y tuvieron un leve repunte en enero de 2009, probablemente debido a la proyección de menores exportaciones en Argentina y EE.UU (Muñoz 2009). Sin embargo, se anuncia una baja de los precios de los cereales, debido a la grave crisis financiera de escala global (Banco Mundial 2008).

Se han diagnosticado diversos problemas que inciden en la oferta interna de maíz, tales como inseguridad personal y jurídica, incremento de los costos de producción, la merma de los precios reales y la competencia entre maíz blanco y amarillo, así como las importaciones que provienen, principalmente, del Mercosur (Chassaingne 2006). Asimismo, en Venezuela también está repercutiendo la controversia mundial sobre el consumo de maíces transgénicos (Bárcena et al. 2004, González y Macías 2007).

El maíz es un cultivo muy arraigado en las costumbres del venezolano y, junto con el arroz, forma parte de la dieta básica. Este cultivo, de mayor superficie cosechada en el ámbito nacional (Mora y Rojas 2007), se siembra en diversos tipos de ambientes y, normalmente, bajo condiciones de secano (García et al. 2009), con una amplia gama de tecnologías, desde la más primitiva hasta la más moderna, que determinan la variabilidad y bajos rendimientos.

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).

Otro problema importante es la variabilidad de rendimiento (Medina et al. 2002, San Vicente et al. 2005), que repercute directamente en los ingresos de los productores (Vielma et al. 2005).

Es necesario considerar esta variabilidad en las siembras comerciales porque sintetiza los diferentes riesgos de la actividad agraria (Marín 2002, Wenner 2005), algunos de los cuales se incrementarán como consecuencia del cambio climático (Bindi 2003). Por ello, en la presente investigación se aborda el estudio del rendimiento y riesgo en función del área cosechada, municipio e híbrido de maíz en fincas financiadas por el Programa de Extensión Agrícola Italven S.A. Para analizar las variables estudiadas se agregó un enfoque novedoso en el sector agrario nacional: el de cartera de productos-servicios, que constituye un aporte adicional de este trabajo, ya que la mayoría de los estudios relacionados se han centrado en aspectos agroecológicos, técnicos, manejo de suelos, uso de productos químicos y de mejoramiento genético, entre otros, especialmente en el estado Portuguesa (Alejua 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 127 fincas localizadas en los municipios San Genaro de Boconoito y Guanare del estado Portuguesa, donde se sembró maíz en época de lluvias durante el ciclo 2006. Se consideraron las variables municipio, área sembrada, híbridos cultivados, rendimiento y coeficiente de variación (riesgo). Las fincas estaban adscritas al PEAlSA, empresa que presta servicio de financiamiento y asistencia técnica a pequeños, medianos y grandes productores. La información se recabó de los registros de productores agrícolas del programa y se incorporaron todas las fincas maiceras que integran el portafolio de extensión. La investigación se planteó como un estudio descriptivo, de tipo transeccional. Se empleó la distribución de frecuencias relativas de la variable superficie sembrada para medir la concentración de la cartera. Debido a que se cumplió con el supuesto de normalidad, se utilizó la prueba de *t* para comparar el rendimiento del maíz entre municipios, así como análisis de varianza de una vía para comparar el rendimiento en función de área cosechada e híbridos cultivados. El área cosechada se dividió en seis clases siguiendo lo informado por Tucuch et al. (2007) y criterios estadísticos. Además, el riesgo de la explotación se midió a través del coeficiente de variación, que es el indicador más

común de esta variable (Ficco 2000, González *et al.* 2002, Gutiérrez y Zamudio 2008) y se realizaron pruebas de homogeneidad de varianzas para detectar diferencias en la variabilidad (riesgo) de los rendimientos en función de municipio, enfoque adaptado de Amigo y Rodríguez (2007).

Características agro-ecológicas del área en estudio

El estado Portuguesa posee extensas áreas con diferentes grados de aptitud para la explotación del cultivo de Maíz (Benacchio 1983, Benacchio *et al.* 1988). En la Tabla 1 se presentan algunas de las características agro-ecológicas del estado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie cosechada

La superficie cosechada de maíz supervisada por el PEAISA en el año 2006 arrojó una media de 15,1 ha y osciló desde 3 hasta 160 ha (Figura 1). La menor participación de superficie sembrada ocurrió en fincas entre 1 y 4 ha (2,4%) y la mayor en fincas desde 4,1 hasta 8 ha (29,9%), para un total 1.922,1 ha que aportaron 7.853,9 t de maíz. La distribución de la superficie cultivada indica que no hay alto nivel de concentración en un determinado rango de superficie sembrada, lo cual disminuye el riesgo en las carteras (Banco de México 2005).

El PEAISA asiste a pequeños productores agropecuarios que de otra manera tendrían grandes dificultades para el acceso al financiamiento y a la tecnología (Alejua 2002).

Rendimiento y riesgo de la explotación de maíz

Se obtuvo rendimiento mínimo de 1.210,0 y máximo de 7.612,0 kg/ha, con una media global ponderada por superficie sembrada de 4.086,1 kg/ha. La media global no ponderada (4.202,0

kg/ha) fue superior al promedio nacional (3.300,0 kg/ha, según Briceño 2008), lo que evidencia el impacto positivo del proceso de asistencia tecnológica. Pero esta media global fue inferior al rendimiento medio reportado en condiciones experimentales (6,5 t/ha) para varios híbridos de maíz por San Vicente *et al.* (2004), lo cual indica que se puede continuar mejorando la productividad. Al comparar con rendimientos obtenidos en el ciclo 2006/07, reportados por Cotrisa (2009) en otros países como EUA (9,36 t/ha), Italia (8,9), Egipto (8,6), Argentina (8,0) y con el promedio mundial (4,8), se evidencian las ventajas comparativas y competitivas de esos países con relación al cultivo de maíz en Venezuela.

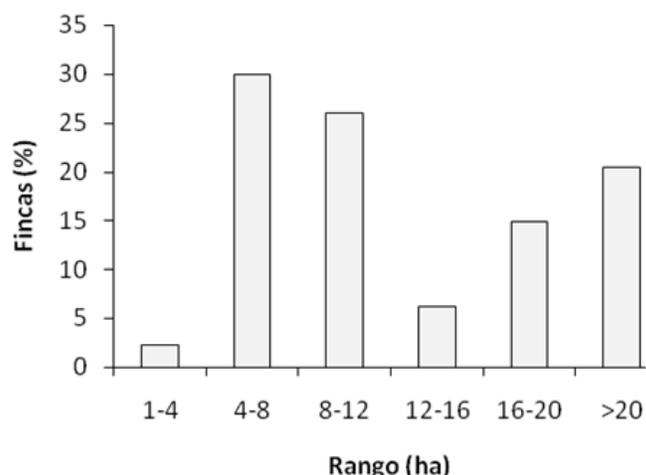


Figura 1. Distribución porcentual de la superficie cosechada de maíz bajo supervisión del PEAISA en el estado Portuguesa.

El coeficiente de variación (32,98%) del rendimiento por hectárea del maíz fue superior al obtenido en siembras experimentales (CV=11,8%) en Portuguesa (San Vicente *et al.* 2004), y a los reportados (7,3%) en Estados Unidos (Marín 2002). Por ello, las estrategias del PEAISA, además de seleccionar híbridos cada vez más productivos, también deben intentar a minimizar la variabilidad de los rendimientos, a través de la selección de materiales con buena estabilidad en

Tabla 1. Algunas características agro-ecológicas del estado Portuguesa.

Acumulada	Precipitación (mm)		Media	Temperatura (°C)	
	Max	Min		Max	Min
1.784,8	Jun 280,2	Ene 10,0	26,4	Mar 28,1	Jul 25,2

Fuente: Dirección de Hidrológica y Meteorología del Ministerio del Ambiente, estación pluviométrica de mesa de Cavacas, Guanare, Portuguesa (periodo 1996-2006).

condiciones edafoclimáticas diversas, la zonificación del cultivos y selección de agricultores, entre otras.

Rendimiento y riesgo del cultivo maíz en dos municipios del estados Portuguesa (Año 2006)

El rendimiento del cultivo de maíz obtenido en dos municipios del estado Portuguesa (Tabla 2) evidencia uniformidad en la asistencia técnica que reciben los productores adscritos al PEAISA. Esta uniformidad también se corrobora con la prueba de Levene que indica que las varianzas son homogéneas ($P>0,05$) y, por ello, el riesgo de producción es similar en ambos municipios. Asimismo, esta producción no está concentrada geográficamente.

Los rendimientos de maíz fueron iguales ($P>0,05$) para los distintos tamaños de siembras comparados (Tabla 3), lo cual corrobora la efectividad de la asistencia tecnológica, ya que los pequeños productores de la zona suelen tener rendimientos de aproximadamente 2.000 kg/ha

(Alejua 2002). Por otro lado, hubo mayor variabilidad del rendimiento en las siembras desde 8 hasta 12 ha ($CV=37,7\%$) y menor variabilidad en las siembras de menor tamaño (12, 2%).

Más de la mitad de los productores sembraron simultáneamente dos o más híbridos de maíz y en sus reportes técnicos aparecen los promedios de rendimiento combinado de esos híbridos, por lo cual se optó por muestrear a los productores que sembraron un sólo híbrido, a fin de comparar sus rendimientos. La productividad de los híbridos fue igual ($P>0,05$), pero el híbrido Tocarón 550 mostró una mayor variabilidad (riesgo) en contraposición con Nakar que mostró el nivel más bajo (Tabla 4).

Con base en una de las técnicas de análisis de carteras de productos (Martínez 2002), se adaptó la matriz del *Boston Consulting Group* (Asún et al. 2001, Munuera y Rodríguez 2007), a los datos de rendimiento y riesgo de la explotación de varios híbridos de maíz en el estado Portuguesa. Se consideraron como suficientes dos categorías, alto

Tabla 2. Rendimiento y riesgo del cultivo de maíz bajo supervisión del PEAISA en los municipios San Genaro y Guanare.

Municipio	Promedio (kg/ha)	S	CV(%)	Producción total (kg)	%
San Genaro	4.324,2 _a	1.335,4	30,88	3.511.381,4	44,71
Guanare	4.120,0 _a	1.421,8	34,51	4.342.486,5	55,29
Total	4.202,0 ¹	1386,0	32,98	7.853.867,9	100,00

a: Promedios iguales ($p>0,05$) ¹Media no ponderada CV: coeficiente de variación s: desviación típica

Tabla 3. Rendimiento y riesgo del cultivo de maíz bajo supervisión del PEAISA.

Rango de superficie (ha)	Promedio (kg/ha)	Mínimo	Máximo	S	CV(%)
1-4	4.913,3 _a	4.225,0	5.315,0	598,9	12,2
4-8	4.489,2 _a	1.690,0	7.000,0	1.535,4	34,2
8-12	3.768,8 _a	1.210,0	6.466,0	1.420,0	37,7
12-16	4.618,0 _a	2.644,0	6.232,0	1.580,2	34,2
16-20	3.961,7 _a	2.145,0	7.612,0	1.340,5	33,8
>20	4.297,7 _a	2.318,0	6.400,0	1.023,7	23,8

a: Promedios iguales ($P>0,05$).

Tabla 4. Rendimiento y riesgo de varios híbridos de maíz bajo supervisión del PEAISA.

Híbridos	Promedio (kg/ha)	S	CV(%)
Tocarón -370	2.958,4 _a	1.024,7	34,6
Tocarón -550	3.430,1 _a	1.551,1	45,2
Dekald -224	3.999,9 _a	1.136,5	28,4
Dekald-777	4.165,5 _a	1.163,4	27,9
NAKAR	4.409,3 _a	1.009,1	22,9

a: Promedios iguales ($P>0,05$).

(por encima de la media nacional y del CV promedio de la muestra) y bajo (inferior a los valores antes mencionados). Esta herramienta se denominó matriz de productividad-riesgo agrario (MPRA) (Figura 2).

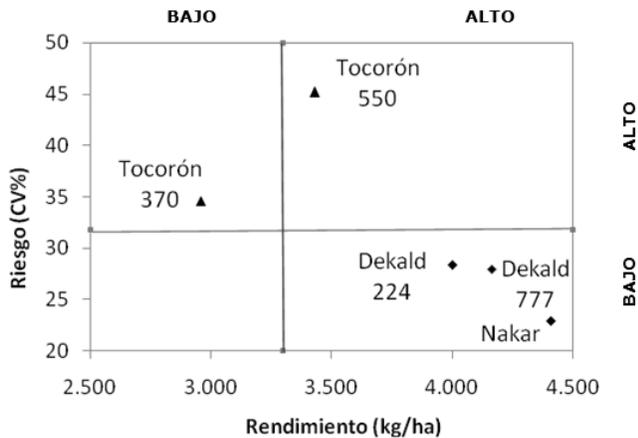


Figura 2. Matriz productividad-riesgo de híbridos de maíz bajo supervisión del PEAISA.

En la MPRA el mejor cuadrante es el de rendimiento alto y riesgo bajo y, dentro de este cuadrante, los puntos más cercanos al vértice $X=4.500$ y $Y=20$ son más idóneos y los peores tienden al vértice opuesto. Así, para el primer caso, los híbridos Nakar, Dekald 777 y Dekald 224 resultaron más prometedores, al presentar rendimiento por encima de la media nacional y niveles de riesgo por debajo del promedio, por lo cual se recomienda incrementar su área de siembra. Luego está el híbrido Tococon 550, que superó ligeramente la media nacional, pero se considera un híbrido poco prometedor debido a que presenta un riesgo por encima de la media. Finalmente, el híbrido Tococon 370 es menos apto y aunque no puede ser descartado automáticamente debido a que su rendimiento fue igual a los demás híbridos, se debe considerar la posibilidad de descartar este híbrido en caso de no obtenerse mejores resultados, ya que su probabilidad de pertenecer al grupo apenas superó el límite mínimo ($P=0,052$).

La utilidad de la MPRA como herramienta de toma de decisiones gerenciales se puede incrementar aplicando, previamente, modelos factoriales de análisis de varianza para evaluar, además del efecto híbrido, otros efectos como los

ambientales (San Vicente *et al.* 2004) y técnicos, así como las interacciones entre ellos.

CONCLUSIONES

La cartera productores de maíz del PEAISA, conformada por superficies de siembras pequeñas y medianas con un promedio de 15,1 ha por finca, no presentó riesgo de concentración en función de la superficie de siembra.

El rendimiento del maíz (4.202,0 kg/ha) superó la media nacional, pero fue inferior a los rendimientos reportados en condiciones experimentales.

El rendimiento fue igual en función de híbridos, de municipios y de tamaños de superficie sembradas.

El riesgo de producción fue igual para los municipios San Genaro y Guanare.

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.
- Amigo, L. y Rodríguez, F. 2007. Alteraciones en el comportamiento bursátil de las acciones de empresas tecnológicas inducidas por el vencimiento de derivados. *Revista Española de Financiación y Contabilidad* 36(133): 123-146.
- Asún, D., Tapia, P. y Santa, T. 2001. Manual para detectar capacidades emprendedoras en microempresarios rurales. Programa de Apoyo a la Microempresa Rural de América Latina y el Caribe. IICA Biblioteca Venezuela. Caracas. 122 p.
- Banco de México. 2005. Definiciones básicas de Riesgos. [Documento en línea]. En <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/didactico/riesgos/DefinicionesBasicas.pdf>. [Enero 2009].

- Banco Mundial. 2008. Perspectivas para la Economía Mundial 2009. [Documento en línea]. <http://www.worldbank.org/website/external/bancomundial/extdecpgspa/extgblprospectspa/extchlgblprospectaprilspa.html>. [Septiembre de 2008].
- Bárcena, A., Katz, J., Morales, C. y Schaper, M. 2004. Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. 394 p.
- Benacchio, S. 1983. Algunos aspectos agroecológicos importantes en la producción maicera en Venezuela. FONAIAP, Serie B N° 6-02, Maracay, Venezuela. 32 p.
- 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.
- Bindi, M. 2003. Impacto del cambio climático. Universidad Católica de Santa Fe, Argentina. 22 p.
- Briceño, G. 2008. La agricultura en cifras. Asamblea anual de FEDEAGRO. [Documento en línea]. En http://www.asambleafedecameras.com.ve/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=4:24-07-09&download=11:ponencia-derman-briceo&Itemid=58. [Septiembre de 2009].
- Chassaigne, A. 2006. Los productores de maíz, el Mercosur y la competitividad. La Semana 510 [Documento en línea]. En http://www.danac.org.ve/semana/index.php?id_semana=450 [Diciembre de 2007].
- Cotriza (Comercializadora de Trigo). 2009. Comportamiento de la Producción, Superficie Sembrada y Rendimientos de Maíz a Nivel Mundial. [Documento en línea]. En: <http://www.cotriza.cl/mercado/maiz/internacional/detalle.php> [Marzo de 2009].
- Ficco, M. 2000. Riesgo y flexibilidad en la empresa agropecuaria. Revista Producción Bovina de Carne. Universidad de Belgrano. [Documento en línea]. En http://www.produccion-animal.com.ar/empresa_agropecuaria/empresa_agropecuaria/13-riesgo_y_flexibilidad_en_la_empresa_agropecuaria.html [Noviembre 2008].
- García, P., Cabrera, S., Sánchez, J. y Sánchez, J. 2009. Rendimiento del maíz y las épocas de siembra en los llanos occidentales de Venezuela. *Agronomía Trop.* 59(2):161-172.
- González, J., Francisco, E. y Foster, W. 2002. Selección de portfolios de rotaciones culturales económicamente óptimos para la precordillera andina de la VIII Región. *Agricultura Técnica* 62(4): 583-595.
- González, H., y Macías, A. 2007. Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. *Desacatos* 25:47-78.
- Gutiérrez, J. y Zamudio, N. 2008. Medidas de concentración y competencia. Reporte de estabilidad financiera. Banco de la República de Colombia. 123 p.
- Marín, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988-2001). *Agroalimentaria* 15:49-73.
- Martínez, P. 2002. Gestión de la tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos. Universidad Mayor, Santiago de Chile. p. 68.
- Medina, S., Marín, R., Segovia, V., Bejarano, A., Venero, Z., Ascanio, R. y Meléndez, E. 2002. Evaluación de la estabilidad del rendimiento de variedades de maíz en siete localidades de Venezuela. *Agronomía Tropical* 52(3):255-275.
- Mora, E. y Rojas J. 2007. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). *Agroalimentaria* 12 (25):33-44.
- Munuera, J. y Rodríguez, A. 2007. Estrategias de marketing. Un enfoque basado en el proceso

de dirección. Esic Editorial. Madrid. pp. 151-159.

Muñoz, M. 2009. El mercado del maíz. [Documento en línea]. En: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2162.pdf> [Febrero de 2009].

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.

San Vicente, F., García, P., Pérez A., Silva, R., Monasterio, P., Alejos, G., Díaz, A. y Díaz D. 2004. Evaluación Agronómica de Nuevos Híbridos de Maíz QPM en Venezuela. [Documento en línea]. En <http://www.maiz.redbio.org.ve/bibliografia/archivos/233/POSTER.pdf> [Febrero de 2009].

Tucuch, F., Ku, R., Estrada, J. y Palacios A. 2007. Caracterización de la producción de maíz en la zona Centro Norte del estado de Campeche. *Agronomía Mesoamericana* 18(2):263-270.

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.

Wenner, M. 2005. Los seguros agrícolas: evolución y perspectivas en América Latina y el Caribe. Inter-American Development Bank. [Documento en línea]. En <http://www.iadb.org/sds/>. [Diciembre de 2008].

COMPARACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE AUYAMA (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam)*

Morphological comparison of fruits and seeds of seminole pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam)

Eddy Cáseres¹, Karina Piña¹, Thaida Berrío¹ y Nerio Leal¹

RESUMEN

Las cucurbitáceas se incluyen en la categoría de las hortalizas y se utilizan principalmente por sus frutos. Dentro de esta familia, la auyama (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam), produce frutos que varían en cuanto a forma, tamaño, color, grosor del mesocarpio y epicarpio, características que pudieran incidir en la calidad culinaria y nutricional. El objetivo de este trabajo fue comparar morfológicamente frutos de auyama lageniformes y elípticos a oblongos y sus respectivas semillas. Para esto se seleccionaron y adquirieron en comercios de la ciudad de Guanare, diez frutos de cada una de las formas mencionadas. En el laboratorio de Materiales Vegetales de la UNELLEZ, se determinó peso, longitud, diámetro, grosor de epicarpio y mesocarpio y porcentaje de humedad de los frutos; además se midió ancho, largo, peso seco, porcentaje de humedad y número de semillas/fruto. Los análisis descriptivos reportaron variabilidad en las características morfológicas; la comparación de medias a través de la prueba t de Student no detectó diferencias para el peso, diámetro, grosor de epicarpio y porcentaje de humedad entre los frutos; mientras que los lageniformes fueron más largos ($P < 0,01$) y los elípticos presentaron mayor grosor del mesocarpio ($P < 0,05$), lo cual puede representar una ventaja desde el punto de vista de rendimiento en pulpa. En las semillas no se evidenciaron diferencias significativas para ninguna de las variables; sin embargo, las provenientes de frutos elípticos presentaron en general mayores valores, excepto en longitud. Este resultado es importante al considerar el uso potencial para el consumo humano, medicinal o forrajero.

Palabras clave: *Cucurbita moschata*, morfología, color, forma, dimensiones.

ABSTRACT

The cucurbits are included in the category of vegetables and are used mainly for its fruit. Within this family, seminole pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Lam), produces fruit that vary in shape, size, color, thickness of the mesocarp and epicarp, characteristics that might influence the culinary and nutritional quality of these. The objective of this study was to compare fruit and seed morphology of Seminole pumpkin lageniformes and elliptical to oblong. For this were selected and purchased in the shops of the city of Guanare, ten fruit from each of the forms mentioned. In the laboratory of plant material at UNELLEZ, we assessed weight, length, diameter, thickness of epicarp and mesocarp, and moisture of the fruit, as well as width, length, dry weight, moisture content and number of seeds per fruit. Descriptive analyses indicated variability in morphological characteristics. Comparison of means by Student's t-test did not show significant differences for weight, diameter, thickness and moisture epicarp of the fruit, but for length the lageniformes fruits had the highest values ($P < 0.01$) and thickness of the mesocarp, the elliptical to oblong fruits had the highest values ($P < 0.05$), which may represent an advantage from the standpoint of yield pulp. Seeds did not show significant differences for any of the variables, however, those from elliptical fruits in general had higher values, except in length. These results are important in consideration of the potential use as medicine and for human and animal consumption.

Key words: *Cucurbita moschata*, morphology, color, shape, size.

(*) Recibido: 14-09-2009

Aceptado: 12-04-2010

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

INTRODUCCIÓN

Las cucurbitáceas se incluyen en la categoría de las hortalizas y se utilizan principalmente por sus frutos. Son plantas herbáceas, anuales, de hábito rastrero o trepador, con hojas alternas, pecioladas, simples y enteras, palmadas a pinnadas o pedati-lobadas; con zarcillos solitarios ramificados, insertos en los nudos del tallo y flores en inflorescencias axilares o solitarias, unisexuales, con ovario ínfero en las femeninas (Jeffrey y Trujillo 1992, Lira 1995, Kearns 1998).

A pesar de que la parte aérea de las plantas es similar entre las especies, existe una gran variabilidad en la forma y otras características de los frutos, los cuales son generalmente bayas carnosas llamadas pepónides, con el epicarpio duro y la parte interna suave y carnosa, y externamente lisos o con diversas esculturaciones (Hardy 1976, Cronquist 1981). Las semillas son planas, ricas en aceites y proteínas, con endosperma escaso y cotiledones muy desarrollados (León 1968).

Dentro de esta familia, la auyama (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam) produce frutos cuyas características son muy variables, en cuanto a forma, tamaño, color, grosor del mesocarpio y epicarpio y morfología de las semillas (Lira 1995, Azurdia 1999). Esta diversidad ha sido poco estudiada, tanto a nivel mundial como nacional y algunas características pudieran influenciar incluso la calidad culinaria de los frutos, tal como lo expresa Paris (1996), quien reporta que en otras partes del mundo prefieren para consumo humano las formas achatadas y para consumo animal las formas piriformes o elipsoides.

El objetivo de este trabajo fue efectuar la comparación morfológica de frutos y semillas de auyama con dos formas contrastantes: lageniformes (cuello de cisne) y elípticos a oblongos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección y adquisición de frutos. Se visitaron diferentes establecimientos de venta ubicados en el casco central de la ciudad de

Guanare, para verificar la existencia y disponibilidad de frutos de diferentes formas y se seleccionaron dos tipos existentes para el momento del inicio del estudio (Febrero 2008), lageniformes comúnmente conocidos como cuello de cisne y elípticos a oblongos. Se consideraron características como disponibilidad de frutos de cada una de las formas, color y peso.

De los frutos lageniformes se escogieron aquellos que reunieron las siguientes características: color predominante verde oscuro, color secundario amarillo en moteado, cuello bien definido y de tamaño medio, aproximadamente entre 2 y 5 kg (Figura 1). Para los frutos elípticos, se escogieron aquellos con forma lo más cercana a elíptica u oblonga y con color predominante amarillo, color secundario crema moteado, de tamaño medio entre 2 y 5 kg (Figura 2).



Figura 1. Frutos lageniformes.



Figura 2. Frutos elíptico-oblongos.

Variables evaluadas: Para los frutos se consideraron los valores de peso (kg), longitud (cm), diámetro (cm), grosor del epicarpio y mesocarpio (cm) y contenido de humedad (%);

mientras que para las semillas se consideró peso (g), longitud (cm), ancho (cm), contenido de humedad (%), peso de 100 semillas (g) y número de semillas/fruto.

Análisis estadístico. Los valores de las características morfológicas se analizaron a través de métodos estadísticos descriptivos, se determinó para cada una, límite inferior media, límite superior y coeficiente de variación. La comparación de medias se realizó a través de la prueba t de student al 5%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Características morfológicas de frutos

1.1. Lageniformes:

En la Tabla 1 se aprecia mayor variabilidad para el grosor del epicarpio y mesocarpio y peso de los frutos, probablemente causado por las condiciones ambientales e hídricas en las que se desarrollaron las plantas y por la forma más diversa, mientras que la longitud y el porcentaje

de humedad resultaron más uniformes.

1.2 Elíptico-oblongos.

Los resultados presentados en la Tabla 2, evidencian que el grosor del epicarpio posee la más alta variabilidad, probablemente por el efecto del ambiente en que se desarrolló la planta y de la posición del fruto en la misma; mientras que la longitud y porcentaje de humedad fueron más uniformes.

1.3. Comparación de las características morfológicas de frutos.

La prueba de comparación de medias (Tabla 3) no evidenció diferencias significativas entre los dos tipos de frutos para el peso, diámetro, grosor del epicarpio ni porcentaje de humedad, lo que refleja que estas variables no están influenciadas por la forma del fruto y que probablemente son propias de esta especie. Montilla (2006) tampoco encontró diferencias para el grosor del epicarpio al comparar frutos de esta especie con características

Tabla 1. Estadística descriptiva de variables morfológicas de frutos lageniformes.

Estadístico	P (kg)	L (cm)	D (cm)	GE (cm)	GM (cm)	H (%)
Li	2,78	36,36	12,93	0,23	1,59	83,52
Media	3,42	40,81	15,12	0,30	2,00	86,28
LS	4,05	45,25	17,31	0,37	2,42	89,035
CV (%)	25,85	15,24	20,25	31,42	29,17	4,46

P=Peso fruto; L=Longitud fruto; D=Diámetro fruto; GE=Grosor epicarpio; GM=Grosor mesocarpio; H= Porcentaje humedad; Li= límite inferior; LS= límite superior.

Tabla 2. Estadística descriptiva de variables morfológicas de frutos elípticos.

Estadístico	P (kg)	L (cm)	D (cm)	GE (cm)	GM (cm)	%H (%)
Li	3,35	29	12,70	0,19	2,31	84,8
Media	3,87	31,1	14,86	0,29	2,58	87,1
LS	4,39	29,1	17,03	0,38	2,84	80,11
CV (%)	18,62	9,45	20,35	47,25	14,12	3,70

P=Peso fruto; L=Longitud fruto; D=Diámetro fruto; GE=Grosor epicarpio; GM=Grosor mesocarpio; H= Porcentaje humedad; Li= límite inferior; LS= límite superior.

Tabla 3. Promedio de características morfológicas de frutos de auyama (*Cucurbita moschata*).

FORMA	P (kg)	L (cm)	D (cm)	GE (cm)	GM (cm)	H (%)
Lageniforme	3,42	40,81a	15,1	0,30	2,00b	86,27
Elíptico	3,87	31,10b	14,8	0,29	2,58 ^a	87,11
Significancia	0,22 ns	0,0021**	0,85 ns	0,85 ns	0,01*	0,60 ns

P=Peso fruto; L=Longitud fruto; D=Diámetro fruto; GE=Grosor epicarpio; GM=Grosor mesocarpio; H= Porcentaje humedad; ns = no significativa; * =Significativa al 5 %; ** =Significativa al 1 %

morfológicas diferentes. Según Borges *et al.* (1998), los productores prefieren frutos con mediano grosor del epicarpio que ofrecen resistencia a daños mecánicos y al transporte, además de fácil manejo culinario.

Para el grosor del mesocarpio y la longitud se obtuvieron diferencias; los frutos lageniformes fueron más largos ($P < 0,01$) y los elípticos presentaron mayor grosor del mesocarpio ($P < 0,05$), lo cual puede representar una ventaja desde el punto de vista de rendimiento en pulpa. Canul *et al.* (2005) reportaron una gran variabilidad en la medida del grosor del mesocarpio y Lira (1995) indicó que la capacidad de adaptación de la especie a un amplio intervalo altitudinal influye en su variación fenotípica.

Por otra parte, Borges *et al.* (1998) expresaron que en Portuguesa hay preferencia por frutos con mesocarpio grueso y de sabor dulce. Paris (1996) señaló que la forma del fruto es fundamental para determinar el aprovechamiento del mesocarpio y refiere que las formas achatadas son preferidas para consumo como verdura o en la preparación de dulces; mientras que las formas elípticas son utilizadas para alimentación animal.

2. Características morfológicas de las semillas

2.1 Semillas de frutos lageniformes

En la Tabla 4 se observa que el ancho de semilla fue más uniforme; mientras que longitud, peso seco y porcentaje de humedad fueron más variables, y quizás sean más afectadas por su posición dentro del fruto, ya que debido a su morfología solo producen semillas en la parte globosa.

2.2 Semillas de frutos elípticos a oblongos

En la Tabla 5 se aprecia que el ancho y la longitud fueron más uniformes; mientras que el número de semillas fue más variable. Estos resultados evidencian que esta última característica quizás resulte afectada por las condiciones ambientales, mientras que sus dimensiones son menos sensibles.

2.3. Comparación de las características morfológicas de las semillas.

En la Tabla 6 se observan los promedios de las características medidas a las semillas provenientes de los frutos lageniformes y elípticos.

Tabla 4. Estadística descriptiva de variables morfológicas de semillas de frutos lageniformes.

Estadístico	A (cm)	L (cm)	N	PS (g)	H (%)
Li	0,74	1,15	430,57	7,80	4,65
Media	0,79	1,42	479,20	9,49	12,53
LS	0,84	1,69	527,83	11,17	37,53
C.V (%)	9,19	26,51	14,18	24,77	23,22

A=Ancho de semilla; N=Número de semillas; PS=Peso seco de 100 semillas; L=Longitud de semillas; H=Porcentaje de humedad; Li= límite inferior; LS= límite superior.

Tabla 5. Estadística descriptiva de variables morfológicas de semillas de frutos elípticos a oblongos.

Estadístico	A (cm)	L (cm)	N	PS (g)	H (%)
Li	0,72	0,94	464,72	10,20	18,9
Media	0,80	0,12	622,90	11,42	21,9
LS	0,87	0,14	781,08	12,64	24,8
C.V (%)	0,12	0,31	35,49	14,97	18,90

A=Ancho de semilla; N=Número de semillas; PS=Peso seco de 100 semillas; L=Longitud de semillas; H=Porcentaje de humedad; Li= límite inferior; LS= límite superior.

Tabla 6. Promedio de variables morfológicas de semillas de auyama (*Cucurbita moschata*).

FORMA	A (cm)	L (cm)	N	PS (g)	H (%)
Lageniforme	0,79	1,43	479,2	9,49	21,09
Elíptico	0,80	1,22	622,9	11,42	21,91
Significancia	0,92 ns	0,24 ns	0,06 ns	0,04 ns	0,91 ns

A=Ancho de semilla; L=Longitud de semillas; N=Número de semillas; PS=Peso seco de 100 semillas; H=Porcentaje de humedad; ns = no significativa.

La prueba de comparación de medias no evidenció diferencias significativas para ninguna variable; sin embargo, las semillas de frutos elípticos presentaron mayores valores, excepto en longitud, lo que se compensa por tener mayor cantidad por fruto, aspecto importante al considerar por su uso potencial tanto para consumo humano, como para uso medicinal o forrajero.

Nuestros resultados concuerdan parcialmente con los obtenidos por Montilla (2006), quien encontró diferencias morfológicas en auyama para número de semillas/fruto y peso de 100 semillas. Los resultados obtenidos por Borges *et al.* (1998) indican que para los usuarios es indiferente el número de semillas y aquellos que la consideraron importante las consumen tostadas y molidas o las usan para la siembra. Según Ferriol *et al.* (2003), dentro de las calabazas cultivadas, las de *C. moschata*, produce el mayor número de semillas por fruto. Sin embargo, en nuestra población se desconoce el uso potencial de las semillas de auyama como fuente de proteínas y fibra, e incluso su valor medicinal, por lo que su utilización es limitada.

CONCLUSIÓN

La comparación de características morfológicas de frutos y semillas de auyama de dos formas contrastantes permite demostrar que hubo diferencias en algunas variables, lo que indica que pueden estar afectadas por el ambiente en que crecieron las plantas o por la diversidad genética de la especie.

REFERENCIAS

- Azurdia, C. 1999. Las cucúrbitas de Guatemala. *Tikalía* 17: 41-58.
- Borges, L., Paredes, M., y Serve, J. 1998. Algunas características del cultivo comercial de auyama (*Cucurbita moschata*) en el centro occidente venezolano. Tesis Ing. Agrónomo, UNELLEZ, Guanare. 56 p.
- Canul, J., Ramírez, P., Castillo, F., y Chávez, J. 2005. Diversidad morfológica de calabaza cultivada en el centro-oriente de Yucatán, México. *Fitotecnia Mexicana* 28(4): 339-349.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia. University Press, New York. pp. 422-425.
- Ferriol, M., Pico, B. y Nuez, F. 2003. Inicio del establecimiento de una colección nuclear de variedades tradicionales de *Cucurbita spp.* y *Lagenaria siceraria*. Actas de Horticultura. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Pontevedra, España. 39. pp. 90-91.
- Hardy, I. 1976. Consideraciones generales sobre frutos y semillas de las Cucurbitáceas de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 14:1-4.
- Jeffrey, C y Trujillo, B. 1992. Flora de Venezuela. Cucurbitaceae 11: 201.
- Kearns, D. 1998. Cucurbitaceae. In: Steymark., J., Berry P. and Holst, B. Eds. Flora of the Venezuelan Guayana. 4: 431- 461.
- León, J. 1968. Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales. IICA, Costa Rica. pp 422-440.
- Lira, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 281 p.
- Montilla, R. 2006. Caracterización de frutos y semillas de auyama (*Cucurbita moschata*). Tesis Ing. Agrónomo, UNELLEZ Guanare. 41p.
- Paris, H. 1996. Summer squash: history, diversity and distribution. *Hort Technology*. 6: 6-13.

DESARROLLO FORRAJERO Y PRODUCTIVIDAD DE SISTEMAS DOBLE PROPÓSITO, PARROQUIA VIRGEN DE COROMOTO, MUNICIPIO GUANARE, ESTADO PORTUGUESA*

Forage development and double purpose systems productivity, Virgen de Coromoto parish, Guanare municipality, Portuguesa state.

Marcos Camargo¹, Carlos Párraga¹, Nelson Díaz¹ y Juan Valladares¹

RESUMEN

Con la finalidad de caracterizar el desarrollo forrajero y determinar su relación con la productividad de leche y carne bovina, fue realizada una investigación tipo analítica, como estudio de casos, en fincas Doble Propósito, seleccionadas por conglomerado en la Parroquia Virgen de Coromoto del estado Portuguesa. La información de campo fue recolectada por una encuesta a los productores durante agosto-septiembre 2008, tabulada en una matriz (26 variables x 24 fincas) y analizada mediante medidas de dispersión, análisis de correlación lineal simple de Pearson, regresión lineal simple y múltiple de selección de variables Stepwise. El subsistema forrajero presentó escasa fertilización (20 % de las fincas), 90 % cobertura forrajera, baja intensificación del pastoreo: 1,2 UA/ha de carga real (CAR), 5 vacas/ha de carga instantánea (CAI), 7 días de uso (USO) y 36 días de descanso (DSO) de potreros, 12 potreros/finca (CPO) y en 60% de las fincas se aplicó control mixto de malezas. Los resultados productivos fueron: 4,3 l por vaca en ordeño/día (LVD), 551 l/ha/año de leche (LHA), 192 kg/ha/año de carne (KHA), 52 % eficiencia reproductiva y 38 % de extracción de animales por año (PEX). Mayor intensificación del pastoreo promovió LHA y menor intensificación aumentó LVD. El 82 % de la variación en LHA fue explicada por CAI, CAR y CPO; y 73 % de la variación de KHA fue explicada por PEX y LVD. El aumento de CAI generó mayor LHA; mientras que el aumento de PEX generó más KHA. Los puntos focales forrajeros para el desarrollo productivo fueron DSO, CAI, CAR, CPO, PEX y LVD.

Palabras clave: forrajes, carga animal, pastoreo, potreros, rendimiento.

ABSTRACT

In order to characterize forage development and determine its relationship with productivity of milk and beef, it was conducted an analytical research as case study, in Dual Purpose farms selected by conglomerate at Virgen de Coromoto Parish, Portuguesa State. Field information was collected by a survey of producers during August-September 2008. It was tabulated in a matrix (26 variables x 24 farms) and analyzed by measures of dispersion, simple linear correlation analysis Pearson's simple linear regression and multiple Stepwise variable selection. The subsystem presented scant forage fertilization (20% farms), 90% cover of forage, low intensification of grazing: 1.2 AU/ha of actual load (CAR), 5 cows/ha of instantaneous load (CAI), 7 days of use (USE) and 36 days off (DSO) of pasture, 12 paddocks/farm (CPO) and 60% applied mixed weed control. The production results were: 4.3 l per cow in milk/day (LVD), 551 l/ha/ year of milk (LHA), 192 kg/ha/year of meat (KHA), 52% and 38% reproductive efficiency and animals extraction/year (PEX). Further intensification of grazing intensification increased LHA. The DSO favored KHA and LVD. The 82% of the variation of LHA was explained by CAI, CAR and CPO, and 73% of the KHA variation was explained by PEX and LVD. The increase in CAI generated higher LHA, whereas the increase of PEX generated more KHA. The focal points for developing forage production were DSO, CAI, CAR, CPO, PEX and LVD.

Key words: forage, animal load, grazing, paddocks, yield.

(*) Recibido: 20-09-2010

Aceptado: 22-05-2010

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

INTRODUCCIÓN

Carrillo *et al.* (2002) y Paredes *et al.* (2003) reportaron el uso de pará (*Brachiaria mutica*), estrella (*Cynodon lemfuensis*) y barrera (*Brachiaria decumbens*) en fincas doble propósito (DP) en Zulia y Barinas. Camargo (2008) identificó tres tipologías del subsistema forrajero, en Guanarito, Portuguesa, con tamaño de potreros de 9, 7 y 12 ha; carga animal 1,15; 1,22 y 1,03 UA/ha; periodo de uso 10, 23 y 22 días; descanso 19, 30 y 29 días, con mayor desarrollo del primer patrón forrajero. Los subsistemas de pastoreo avanzados tienden a utilizar periodos de pastoreo y descansos más cortos y superior carga instantánea. Paredes *et al.* (2003) reportaron control de malezas de forma manual y fertilización con urea en fincas DP en Barinas.

Se ha encontrado efecto positivo de la tecnología sobre el rendimiento lechero. La productividad lechera por hectárea de fincas DP fue 981, 1332 y 2099 l/ha/año (Carrizales *et al.* 2000), y 387, 505 y 840 l/ha año de leche (Camargo 2006) para las tipologías I, II y III. Del mismo modo, Camargo *et al.* (2009) identificaron fincas referenciales con rendimientos de 1394 (vaca-becerro), 1181 (vaca-maute) y 1643 l/ha/año de leche (vaca-novillo). La productividad de carne varía en función de la tecnología, Camargo (2006) reportó 66, 127 y 140 kg/ha/año de carne, según tipologías. De igual manera, Ortega-Soto *et al.* (2007) encontraron 136 kg/ha/año.

Camargo y Camacho (2000) informaron que el manejo del pastoreo y condición corporal de las vacas en ordeño influyeron en el desempeño lechero. La producción obtenida dependió de la carga animal instantánea, la especie forrajera y la relación hoja: tallo. Por otra parte, Camargo (2001) indicó que la cobertura de gramíneas cultivadas, carga animal real y cobertura de leguminosas naturales fueron los puntos focales para desarrollo forrajero.

Camargo *et al.* (2010) reportaron mayor eficiencia reproductiva de rebaños con mayor número de vacas con regular condición corporal, con mayor control sobre la reproducción por el uso del sistema de apareamiento de monta natural controlada y la escogencia de mejores sitios para el

parto de las vacas. El sistema de apareamiento y la cantidad de vacas fueron puntos focales de desarrollo reproductivo.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el desarrollo forrajero y determinar su relación con la productividad de leche y carne bovina en fincas Doble Propósito en la Parroquia Virgen de Coromoto del estado Portuguesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Unidades de producción DP (n=24) ubicadas en la Parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare, estado Portuguesa, fueron seleccionadas por conglomerado, con énfasis analítico en el componente pastizal en relación con los indicadores productivos de estos sistemas (Capriles 1989). Las unidades de producción generaban leche y carne para la venta. La información se recolectó por medio de encuesta; además se corroboró en campo el estado de los potreros y ganado, durante agosto y septiembre 2008. La información fue tabulada en una matriz de 24 filas (fincas) x 26 columnas (variables). Se utilizaron las siguientes variables independientes cuantitativas: ACU= área de pastos cultivados, ANA= área de pastos naturales, BCO= área de banco, BJO= área de bajío, ETO= área de estero, CPO= cantidad de potreros, COB= cobertura forrajera, COM= cobertura de malezas, TPO= tamaño del potrero, CAI= carga instantánea, CAR= carga animal real, USO= días de uso de potreros, DSO= días de descanso o recuperación de los potreros, PEX= porcentaje de extracción anual de cabezas bovinas, TMF= tamaño de la finca, CCB= cantidad de cabezas bovinas, FFO= fertilización de forrajes. Se consideraron las siguientes variables independientes cualitativas transformadas: DRB= división del rebaño, una o dos unidades de manejo; CAF= calidad ambiental de las fincas (%), determinada por el indicador biológico “eficiencia reproductiva de los rebaños con influencia ambiental o no genética (90% de eficiencia reproductiva de cada rebaño)”, según Villasmil y Román (2005), MCF= manejo cultural del forraje: productores que controlaban plagas, malezas y fertilizaban (3), controlaban malezas y fertilizaban (2), o solo controlaban malezas (1); MCM= control de malezas: químico (1), mecánico (2), manual (3)

y mixto (4), cualquier otra combinación (5) y TMO= tipo de mano de obra: toda familiar (3), mitad familiar (2), una parte (1). Las variables dependientes fueron producción lechera (l/vaca en ordeño/día): LVD, (no incluyó la leche consumida por los becerros ni por los miembros de la familia), productividad lechera (l/ha/año): LHA, productividad de carne (kg/ha/año): KHA y eficiencia reproductiva (% de vacas paridas/vacas totales en los rebaños): ERE. La caracterización del subsistema forrajero fue descrita por medidas de dispersión y análisis de correlación lineal simple (funcionalidad), análisis de regresión simple y múltiple por selección de variables Stepwise (modelos explicativos de la productividad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El subsistema pastizal se componía de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), humidícola (*Brachiaria humidicola*), tanner (*B. arrecta*) y brizanta (*B. brizanta*), especies similares a las reportadas por Carrillo *et al.* (2002) y Paredes *et al.* (2003). Algunas de las malezas comunes identificadas fueron: jala para atrás (*Mimosa sp.*), estoraque (*Vernonia brasiliana*), brusca (*Senna sp.*), malva (*Malachra sp.*), bleado (*Amaranthus sp.*), escoba (*Sida acuta*), ña de gato (*Batocytia unguis*), manirito (*Annona jahnni*) y cubarro (*Batris major*). El área de las unidades fisiográficas (Tabla 1) presentó inferior extensión de banco con respecto a lo reportado por Camargo (2002) para el sector Hoja Blanca, municipio Guanarito,

estado Portuguesa. La cobertura forrajera fue alta (90 %) y la cobertura de malezas (19,42 %) fue inferior a lo informado por Camargo (2002). Los predios con mayor superficie de bajío presentaron mayores problemas de enmalezamiento, que indicaría efecto negativo del bajío en el desempeño productivo y económico de los sistemas.

La intensificación del pastoreo presentó un promedio relativamente bajo, la carga animal instantánea fue similar a la reportada por Camargo (2002); mientras que la carga animal real fue inferior a lo encontrado por ese autor. Por otro lado, el tiempo de uso de los potreros fue mayor que el informado para sistemas DP en el municipio Guanarito, estado Portuguesa (Camargo y Colmenares 2007); mientras que la fase de descanso fue mayor que la encontrada por Camargo (2008). Aunado a este resultado, la división de los rebaños evidenció que la mayoría de los productores mostraban divisiones de solo dos grupos o unidades de manejo, se notó poco interés en cubrir los requerimientos nutricionales y de manejo de los diferentes estados fisiológicos de los animales.

Las relaciones útiles para entender la funcionalidad del subsistema pastizal se muestran en la Tabla 2. Los productores usaron el área de banco existente en el cultivo de forrajes y en las fincas con mayor cobertura se disminuía la intensidad del pastoreo, lo que promovía aumentos de la producción lechera individual y tendía a deprimir el rendimiento lechero por unidad de área,

Tabla 1. Caracterización de la cobertura forrajera, unidades fisiográficas, potreros e intensificación del pastoreo en fincas Doble Propósito en la parroquia Virgen de Coromoto, Guanare estado Portuguesa.

Variables	\bar{x}	Valor Min.	Valor Max	C.V.
ACU (ha)	37,00	10,00	80,00	45,56
ANA (ha)	3,90	0,00	25,00	194,53
BCO (ha)	23,58	0,00	80,00	109,78
BJO (ha)	27,04	3,00	62,00	67,58
ETO (ha)	2,63	0,00	20,00	205,25
CPO (N°)	11,58	4,00	32,00	57,94
TPO (ha)	4,20	0,78	12,00	57,78
COB (%)	89,88	30,00	100,00	21,96
COM (%)	19,42	3,00	50,00	84,01
CAI (v./ha)	4,60	1,10	14,74	77,07
USO (d)	6,62	1,00	16,00	73,52
DSO (d)	36,21	12,00	120,00	61,33
CAR(UA/ha)	1.23	0,48	2,54	41,07

ACU: área de pastos cultivados, ANA: área de pastos naturales, BCO: área de banco, BJO: área de bajío, ETO: área de estero, CPO: cantidad de potreros, COB: cobertura forrajera, TPO: tamaño del potrero, COM: cobertura de malezas, CAI: carga instantánea, USO: días de uso o pastoreo de los potreros, DSO: días de descanso o recuperación de los potreros, CAR: carga animal real, \bar{x} : valor promedio, CV: coeficiente de variación (%).

lo cual concuerda con lo informado por Camargo y Camacho (2000). Esta situación causa bajos rendimientos lecheros y reproductivos de los rebaños. La unidad fisiográfica banco evidenció ventaja para el ganadero con mayor extensión de tierra y desventaja para el pequeño productor. Mientras que el área del bajío se relacionó con cobertura de maleza de las explotaciones y no se relacionó con la intensificación del pastoreo, resultados similares fueron publicados por Camargo (2002; 2008).

Tabla 2. Correlación entre variables del componente forrajero en fincas Doble Propósito de la Parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare estado Portuguesa.

Variables	r	Probabilidad
ACU – BCO	0,48	(P< 0,05)
ACU – CAR	- 0,47	(P< 0,05)
ACU – CCB	0,55	(P< 0,01)
ACU – COB	0,43	(P< 0,05)
ACU – ETO	0,51	(P< 0,05)
ACU – TMF	0,53	(P< 0,05)
ANA – COB	- 0,90	(P< 0,01)
ANA – DRB	0,49	(P< 0,05)
BCO – BJO	- 0,47	(P< 0,05)
BCO – TMF	0,62	(P< 0,05)
BJO – COM	0,45	(P< 0,05)
CPO – TPO	- 0,58	(P< 0,01)
CPO – USO	- 0,58	(P< 0,01)
COB – COM	- 0,52	(P< 0,05)
COB – DRB	-0,51	(P< 0,05)
TPO – USO	0,48	(P< 0,05)

ACU: área de pastos cultivados, BCO: área de banco, CAR: carga animal real, CCB: cantidad de cabezas bovinas, COB: cobertura forrajera, ETO: área de estero, TMF: tamaño de la finca, ANA: área de pastos naturales, DRB: división del rebaño, BJO: área de bajío, COM: cobertura de maleza, CPO: cantidad de potreros, TPO: tamaño del potrero, USO: días de uso, r: índice de correlación lineal.

Las fincas con poca división de potreros conllevaron a los productores a manejar cargas instantáneas bajas; de manera contraria en casos con muchos potreros ocurrían cargas intensivas. Las fincas más intensivas promovieron mayor

productividad lechera por unidad de área, resultados similares a los reportados por Camargo (2001). La reducción del tamaño de los potreros aumentó la presión de pastoreo. La relación entre la carga animal real y la eficiencia reproductiva de los rebaños evidenció que la presión de pastoreo ejercida sobre toda el área de pastoreo de las fincas, con forraje mejorado y no fertilizado, deprimió significativamente la producción de becerros. Por otra parte, la asociación entre el período de descanso de los potreros tanto con la productividad de carne por unidad de área como con el desempeño productivo lechero de las vacas, demostró la importancia de usar el pastizal en el momento óptimo de su recuperación, acorde con lo informado por Camargo (1996), quien encontró que la altura del forraje resultó clave para la productividad lechera.

El 80 % de los ganaderos no fertilizaba, proporción superior a la reportada por Paredes *et al.* (2003). Sin embargo, el control de malezas fue similar a lo publicado por Camargo (2002). El método de control de malezas común fue mixto (químico y mecánico). Por otro lado, la calidad ambiental de las fincas para la producción animal (46,88 % de eficiencia reproductiva), fue baja para producir eficazmente. De igual manera, la productividad lechera (551,17 l/ha/año, Tabla 3), resultó inferior a lo reportado por Ortega-Soto *et al.* (2007) y superior a lo informado por Páez *et al.* (2003). La productividad lechera, 4,47 l/vaca ordeño/día, fue superior a la indicada por Camargo (2006) e inferior a la reportada por Carrizales *et al.* (2000) y Camargo *et al.* (2009). Por otro lado, la productividad de carne, 192 kg/ha/año, superó a la encontrada por Camargo (2006), para tipologías menos desarrolladas. El alto rendimiento de carne por hectárea de las fincas analizadas confirma mayor intencionalidad cárnica que lechera en la

Tabla 3. Producción y productividad de leche y carne en fincas Doble Propósito de de la parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare, estado Portuguesa.

Variables	\bar{x}	Valor Min.	Valor Máx.	CV
PEX (%)	37,73	0,00	259,00	156,10
LVD (l)	4,47	1,56	10,40	42,41
LHA (l)	551,17	152,00	1566,00	59,19
KHA (kg)	192,37	9,00	774,00	120,71
ERE (%)	52,09	15,38	100,00	50,17

PEX: porcentaje de extracción de animales, LVD: productividad de leche vendible (l/vaca ordeño/día), LHA: productividad de leche (l/ha/año), KHA: productividad de carne (kg/ha/año), ERE: eficiencia reproductiva (%), \bar{x} : valor promedio, CV: coeficiente de variación (%).

economía de las fincas DP de la parroquia Virgen de Coromoto.

El 82 % de la variación observada para la productividad de leche por hectárea fue explicado por la ecuación: $LHA = 53,12 + 98,62 (CAI) + 162 (CAR) - 40,77 (CPO) + 70,87 (LVD)$, ($R^2=0,82$). La cantidad de potreros resultó contraria a la estrategia de pastoreo intensivo encontrada por Camargo y Colmenares (2007); sin embargo, el efecto de carga animal y presión de pastoreo sobre productividad lechera fue similar al encontrado por esos autores. La estrategia de duplicar la carga animal instantánea (4,6 a 9,2 vacas/ha), para intensificar el pastoreo, causó 45 % de aumento de la productividad lechera por unidad de área.

El 43 % de la productividad de leche de las vacas en ordeño fue explicada por la ecuación $LVD = 3,67 + 0,02 (PEX)$, ($R^2=0,43$). Las ventas de más cabezas permitirá la reducción de la carga animal y presión de pastoreo, habrá por lo tanto mayor oferta forrajera disponible para las vacas de ordeño. Al aumentar 10 % el PEX, mejoraría en 4,7 % LVD, lo cual es una buena opción para los ganaderos. Así mismo, el 73 % de la productividad de carne por hectárea fue explicado a través de la siguiente ecuación: $KHA = 209 + 4,027 (PEX) - 40,6 (LVD)$, ($R^2=0,73$). Mayor tasa anual de venta de ganado promoverá mayor rendimiento, tanto de carne por unidad de área ($P<0,01$) como de leche por vaca en ordeño ($P<0,01$).

CONCLUSIONES

Las fincas presentaron especies forrajeras mejoradas de uso común en el trópico, con alta cobertura y división de potreros, lo cual determina estrategias de manejo diferentes a las aplicadas en otras zonas ganaderas.

El componente malezas presentó una importante cobertura, se constató esfuerzo de los ganaderos para su control. Se aprovechó la superficie de la unidad fisiográfica banco para el cultivo de pastos; sin embargo, el pastoreo en áreas cultivadas ocurrió con baja carga animal.

Se encontró alta tasa de extracción anual de carne y productividad de carne por unidad de área, con baja eficiencia reproductiva, productividad

lechera por vaca y por ha. Los puntos focales de la productividad son la intensificación del pastoreo por medio de la carga animal, división de potreros y el desempeño productivo de las vacas.

REFERENCIAS

- Camargo, M. 1996. Manejo de vacas Doble Propósito a pastoreo en Guanare. In Tejos, R., Zambrano, C., Camargo, M. y Mancilla, L., eds. II Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ, Barinas, Venezuela. pp. 114-124.
- Camargo, M. 2001. Composición botánica forrajera y productividad lechera en fincas Doble Propósito del municipio Guanarito del estado Portuguesa. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología (volumen especial): 102-109.
- Camargo, M. 2002. Análisis de sistemas Doble Propósito en la microrregión Hoja Blanca, municipio Guanarito, estado Portuguesa. Estudio de casos. Trabajo de Ascenso Universidad Ezequiel Zamora, Guanare. 163 p.
- Camargo, M. 2006. Caracterización y análisis de sistemas Doble Propósito de Veguitas, Corozal y Sabana seca, municipio Guanarito, estado Portuguesa. Informe final de investigación. Programa de Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Producción Agrícola, UNELLEZ. Guanare, estado Portuguesa. 83 p.
- Camargo, M. 2008. Patrones tecnológicos forrajeros de fincas Doble Propósito de Hoja Blanca, municipio Guanarito, estado Portuguesa. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 26: 22-32.
- Camargo, M. y Camacho, J. 2000. El forraje en el proceso de reconversión tecnológica en sistemas Doble Propósito en Guanarito, estado Portuguesa. In Tejos, R., Zambrano, C., Mancilla, L., García, W., eds. VI Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forraje en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ, Barinas. pp. 54-71.

- Camargo, M. y Colmenares, O. 2007. Patrones tecnológicos forrajeros de fincas Doble Propósito de Veguitas Corozal y Sabana Seca, municipio Guanarito, estado Portuguesa. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 25: 49-27.
- Camargo, M. Párraga, C. y Sibada, L. 2009. Producción de leche y carne de vacunos a pastoreo (sistemas Doble Propósito *Indicus Taurus*): desarrollo multifocal. *In* Nieves, D., Zambrano, C., Mancilla, L., Valbuena, N., eds. XIII Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ, ULA, IUTE, INIA, Funda Pastos. pp. 58-70.
- Camargo, M., Párraga, C., Alvarado, A. e Hidalgo, W. 2010. Desarrollo reproductivo y productividad de sistemas Doble Propósito, parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare, estado Portuguesa. *Memorias Conferencias Doble Propósito, Pena Arauquita – Tucupido*. UNELLEZ, Guanare. 10 p.
- Capriles, M. 1989. Metodología para el análisis rápido de la calidad y funcionamiento tecnológico de sistemas de producción con vacunos. *In* Seminario de la Apropiación de la tecnología en el Contexto de la investigación Desarrollo. Unidad Interinstitucional de Apoyo Metodológico. DSA/CIRAD-FONAIAP-FUDECO-UCLA. Barquisimeto, Venezuela. 28 p.
- Carrillo, C., Celis, G., Paredes, L., Hidalgo, V. y Vargas, T. 2002. Estudios técnico económicos y de sensibilidad de un sistema Doble Propósito leche – carne ubicado en el municipio Colón estado Zulia. *Zootecnia Tropical* 20(2):205 – 221.
- Carrizales, H., Paredes, L. y Capriles, M. 2000. Estudio de funcionamiento tecnológico en ganadería de Doble Propósito en la zona de Santa Bárbara municipio Colón, estado Zulia (estudio de casos). *Rev. Zootecnia Tropical* 18 (1): 59 – 77.
- Ortega-Soto, L., Alborno-Gotera, A. y Segovia-López, E. 2007. Índice de productividad total de la ganadería de Doble Propósito del municipio Colón, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Científica FCV-LUZ* 17 (3): 268-274.
- Páez, L., Linares, T., Sayazo, W. y Pacheco, R. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito, municipio Páez, estado Apure (Resumen). *In* Paredes, L., Espinoza, F., Castejón, M. y Argenti, P. (Eds.). XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, UCV. Maracay. p 63.
- Paredes, L., Hidalgo, V., Vargas, T. y Molinett, A. 2003. Diagnóstico estructural en los sistemas de producción de ganadería Doble Propósito en el municipio Alberto Arvelo Torrealba del estado Barinas. *Zootecnia Tropical* 21 (1): 87 – 108.
- Villasmil, Y. y Román, R. 2005. Selección de Novillas de Reemplazo. *In*: González Stangnaro, C. y Soto, E. (Eds.). *Manual de Ganadería de Doble Propósito*. Eds. Astrodata SA. Maracaibo, pp. 95-99.

INTERCEPCIÓN DE RADIACIÓN SOLAR POR EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN CONDICIONES TROPICALES SEMIÁRIDAS*

Solar radiation interception by onion crop under semiarid tropical conditions

Jorge Luís López Márquez¹, Rigoberto Andressen² y Mike Dennet³

RESUMEN

Se estimó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) de la cebolla (Americana) bajo condiciones semiáridas en Quíbor (9° 56' N y 69° 38' W), Venezuela. Se estimó la EUR durante el periodo de desarrollo de la cebolla, entre el de 28 de Mayo y el 10 de Agosto de 2005. También fue estimado el coeficiente de extinción de la radiación (K) basado en el enunciado de la Ley de Beer, según el cual la radiación interceptada es igual a 1 – la radiación transmitida. El índice de área foliar y el peso seco representado por bulbos y hojas colectados en campo, se incluyeron como elementos básicos para la diferenciación de la radiación interceptada. Los valores máximos de EUR y K fueron encontrados en la mitad del ciclo a 65 días después del trasplante (ddt) con valores de 2,3 g MJ⁻¹ y 0,31, respectivamente.

Palabras clave: bulbificación, índice de área foliar, coeficiente de extinción.

ABSTRACT

The radiation use efficiency (RUE) of onion cultivar (Americana) was estimated under semi arid climatic conditions in Quíbor, Venezuela. The estimation of RUE was done during the development period of growth, between May 28th and August 10th 2005. Also the extinction coefficient of radiation based upon the enunciation of the Beer's law was estimated, where the intercepted radiation is equal to 1-transmitted radiation. It was also included the leaf area index and dry weight, as basic elements for the temporal differentiation of the radiation interception. The maximum values of EUR and K were found at the half cycle of growing at 65 days after transplanting with values of 2.3 g MJ⁻¹ and 0.31, respectively.

Key words: bulbing, leaf area index, extinction coefficient.

(*) Recibido: 20-10-2009

¹ Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, decanato de Agronomía, email: jorliam2001@yahoo.es.

² Universidad de los Andes, email: randss@cantv.net.

³ Universidad de Reading, Uk. email: m.d.dennett@reading.ac.uk.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de radiación solar recibida en una superficie es importante en la actividad agrícola, debido a que los procesos fisiológicos y el crecimiento de los cultivos dependen en gran medida de la cantidad de energía disponible (Squire 1990, Kjaersgaard *et al.* 2007). La mayor parte de la radiación solar absorbida por el dosel de un cultivo es interceptada por las hojas, aunque también las otras partes de la planta pueden contribuir al proceso de absorción de la radiación. El rendimiento del cultivo, depende, entre otros factores de esa absorción y de la eficiencia de conversión de la energía en materia seca (Tei *et al.* 1996).

En las regiones tropicales y subtropicales, en las que la cantidad de radiación solar incidente es alta durante todo el año, la intensidad de la radiación solar se puede considerar como relativamente constante, por lo que representa un recurso que puede aprovecharse para incrementar la producción agrícola.

Por esta razón, las regiones semiáridas tropicales presentan las mejores condiciones para el óptimo aprovechamiento de la radiación solar por parte de los cultivos.

Así mismo, el establecimiento de la relación entre radiación y rendimiento del cultivo requiere el conocimiento de la distribución de la radiación dentro de la cubierta vegetal en términos de transmisividad, inclinación, densidad y altura de las plantas.

El coeficiente de extinción K dentro de la cubierta vegetal viene dado por la inclinación y disposición de las hojas y en menor medida por su transmisividad. En un cultivo de hojas erectas los valores de K son menores que aquellos cultivos con hojas horizontales (Castilo y Sentis 2001). Sin embargo, en estos ambientes climáticos la escasez de estaciones climatológicas que cuenten con el registro de radiación ha sido reportada ampliamente como parte de un problema mundial. El uso de modelos de estimación para simular procesos mediados por la radiación solar (Albrizio y Steduto 2005) es por tanto de vital importancia bajo estas condiciones.

Entre estos modelos, y en el caso de la estimación de la eficiencia de uso de la radiación (ϵ) se tienen diferentes propuestas. En el presente trabajo la estimación de ϵ se realizó con base a un modelo simple, basado en la Ley de Beer (Albrizio y Steduto 2005, Awal *et al.* 2006), que requiere pocas variables de entrada y un procesamiento matemático básico. El ensayo de campo con cebolla, se efectuó en un lugar con condiciones típicamente semiáridas con el objetivo de conocer la variación de ϵ y el coeficiente de extinción de la radiación en la época desarrollo de la cebolla. Este coeficiente representa una forma para evaluar la penetración de la radiación dentro del dosel de la planta (Camacho *et al.* 1995) o la eficiencia con que la cubierta vegetal absorbe la radiación (Montemayor *et al.* 2006). Su importancia radica en que su valor determina indirectamente algunas características del rendimiento del cultivo asociadas con la radiación solar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la hacienda El Caujaral, Quíbor, estado Lara, durante el período mayo - agosto del año 2005. La variedad Americana fue trasplantada el 05 de mayo, luego de permanecer 45 días en semillero. El trasplante fue efectuado sobre surcos cortos de 8 m de longitud, en 30 parcelas de 45 m² aproximadamente, con densidad de 250.000 plantas por hectárea, correspondiente a una separación entre plantas de 6 cm y separación entre surcos de 20 cm. Semanalmente se escogieron tres plantas por parcela y se midió el largo y ancho de las hojas, el diámetro de bulbo y cuello, así como su peso seco. El índice de área foliar (IAF) se estimó (cociente del área superficial de las hojas de la vegetación dividido sobre el área superficial en m²) con la metodología propuesta por Mondal *et al.* (1986), tomando en cuenta el ancho y largo de la hoja multiplicado por 1,4. El inicio de bulbificación se estimó mediante el método propuesto por Clarke y Heath (1962), que utiliza el índice de bulbificación correspondiente a la relación entre el diámetro del cuello y bulbo en cada planta en muestreos sucesivos.

Las condiciones climáticas del área están determinadas por un régimen de precipitación con

dos máximos de lluvia durante Mayo y Octubre, cuando se registra la mayor parte de los 496 mm anuales reportados para la zona (MARNR 2005). La temperatura presenta poca variación durante el año y la máxima diferencia entre la temperatura del mes más cálido y la del mes menos cálido, no excede 4 °C. Los valores máximos de radiación en el área se corresponden con la época de menor precipitación, generalmente entre enero y marzo. Durante el periodo en que se llevó a cabo este experimento, la lluvia acumulada fue 196 mm y los valores promedio de radiación mensual alcanzaron un máximo de 392,9 W m⁻² en el mes de Junio de 2005.

Para estimar la intercepción de la radiación por parte de este cultivar, se utilizó semanalmente y entre el 02-07 y el 13-08-2005, un instrumento medidor de luz Modelo Li 250 (LICOR). Se tomaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RFA) en $\mu\text{ mol s}^{-1}\text{ m}^{-2}$ en el tope y base del cultivo en camellones y surcos, respectivamente. Los valores de K fueron estimados con base en la ley de Beer; $I = I_0 \cdot e^{-K \cdot \text{IAF}}$, donde $K = (\text{Ln}I_0 - \text{Ln}I) / \text{IAF}$ (Camacho *et al.* 1995; Awal *et al.* 2006). La radiación fotosintéticamente activa interceptada se tomó como el producto de la radiación total diaria multiplicada por la fracción interceptada. Esta fracción se obtuvo con el uso de una curva de calibración entre la intercepción de RFA y el índice de área foliar. Para la estimación de la EUR se utilizó el cociente entre el peso seco de bulbos y hojas y la fracción de radiación interceptada entre fechas de muestreo consecutivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mayores valores de cobertura foliar fueron observados durante el período cercano a la fase de bulbificación de la cebolla, a 65 ddt. El referido valor alcanzó 1,74 m² m⁻² durante el mencionado período (Tabla 1). Estos valores son similares a los encontrados por Ramírez (2001) para cebolla de día corto en la misma localidad, sembradas con densidades similares.

Así mismo, los cambios observados en el coeficiente de extinción durante el ciclo de desarrollo del cultivo (Tabla 1), están relacionados con los valores de IAF, es decir, bajos valores de

K, al inicio del ciclo, seguidos por un incremento en el mencionado coeficiente en la mitad del ciclo de crecimiento del cultivo. Luego de este periodo con máximos valores de K, que coincidió temporalmente con la fase de bulbificación del cultivo, se apreció una considerable disminución de los valores de K en la fecha de maduración, como consecuencia de la menor producción de hojas y la marchitez y caída de las hojas existentes. El máximo valor de K alcanzado fue 0,32 a los 72 ddt (Tabla 1), cuando a su vez, se observó el máximo índice de área foliar, lo que concuerda con lo informado por Mondal *et al.* (1986) en cebolla bajo riego. Esta situación ha sido también reportada por Camacho *et al.* (1995) para otros cultivos, con valores altos de índice de área foliar y coeficiente K, lo que representa que una menor cantidad de luz pasa a través del cultivo.

Tabla 1. Valores de índice de área foliar, bulbificación y coeficiente de extinción de la luz para el cultivar Americana durante la época de crecimiento.

Días después de transplante	IAF	Índice de bulbificación	K
58	1,07	1,62	0,24
65	1,74	2,01*	0,27
72	1,74	2,89	0,32
79	1,70	2,89	0,24
86	1,08	3,79	0,23
92	0,99	3,74	0,19
100	0,83	4,26	0,17

*Inicio de bulbificación, IAF: índice de área foliar, K: coeficiente de extinción de la luz

Con respecto a la eficiencia de uso de la radiación, se observó un valor máximo de 2,05 y mínimo igual a -0,19 g MJ⁻¹. En el primer caso el mayor valor de ϵ ocurrió a 65 ddt, en el periodo de inicio de la bulbificación. En esta fecha se obtuvo la mayor acumulación de materia seca, con un valor de 77 g entre 58 y 65 ddt. Por otra parte, el valor mínimo ϵ se registró en la fecha del último muestreo, en la fase de maduración a 86 ddt.

Comparativamente, el valor máximo de ϵ reportado en la presente investigación, es ligeramente mayor al valor de 1,6 g MJ⁻¹ encontrado por Brewster *et al.* (1986) bajo condiciones climáticas templadas. En este sentido, Tei *et al.* (1996) reportaron valores de ϵ ligeramente mayores a 5 g MJ⁻¹ en cebollas, bajo

las condiciones templadas del Reino Unido, Inglaterra. En este caso mayores densidades de siembra, relacionadas a su vez con un mayor índice de área foliar (3,2) podrían explicar la naturaleza elevada de esos valores máximos de eficiencia en la época de máximo desarrollo del cultivo.

Por su parte, los valores negativos de ϵ , al final del ciclo de crecimiento del cultivo (Figura 1) han sido reportados por Awal *et al.* (2006) para otros cultivos en la etapa previa a la cosecha.

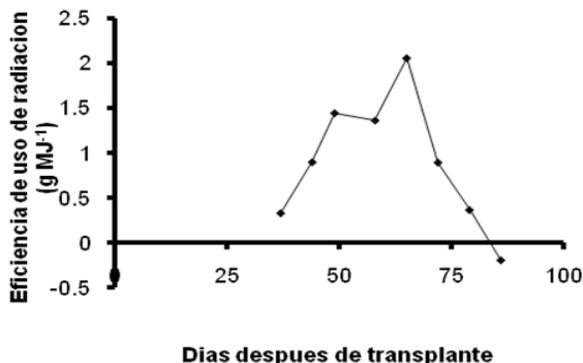


Figura 1. Eficiencia de uso de radiación del cultivar Americana en el periodo de máximo desarrollo.

CONCLUSIONES

Los máximos valores de eficiencia de uso de la radiación para cultivares de cebolla, bajo las condiciones de Quibor y densidad de 250000 plantas por hectárea, no excedieron los 2,05 g MJ⁻¹ y se registraron en la época de máximo desarrollo, correspondiente a la bulbificación. Los valores de K estimados para el cultivo de cebolla en zona semiárida no sobrepasaron de 0,32, debido a la densidad de siembra utilizada y la morfología del cultivo con hojas erguidas y dispuestas de manera alterna.

REFERENCIAS

- Albrizio, R. and Steduto, P. 2005. Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea: I Radiation use efficiency. *Agricultural and Forest Meteorology* 130: 254-268.
- Awal, M., Koshi, H. and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74-83.
- Brewster, J., Mondal, M. and Morris, J. 1986. Bulb development in Onion. *Annals of Botany* 58: 221- 233.
- Camacho, R., Garrido, O. y Lima, M. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays L.*) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. *Scientia Agrícola* 52: 294-298.
- Castillo, F. y Francesc, S. 2001. *Agrometeorología*. Mundi-Prensa Libros, Madrid España. 517 p.
- Clarke, J. and Heath, O. 1962. Studies in the physiology of the onion plant. *Journal of Experimental Botany* 13: 227 -249.
- Kjaersgaard, J., Plauborg, J. and Hansen, S. 2007. Comparison of models for calculating daytime long-wave irradiance using long term data set. *Agricultural and forest Meteorology* 143: 49-63.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR) 2005. *Anuario Climatológico del Estado Lara*. Barquisimeto.
- Mondal, M., Brewster, J., Morris, G. and Butler, H. 1986. Bulb development in onion. *Annals of Botany* 58: 207-219.
- Montemayor, J., Gonzales, J., Ramírez, R., Aldaco, M., Fortis, E., Salazar, J. y Vázquez-Vázquez, C. 2006. Efecto de la densidad y estructura del dosel de maíz en la penetración de la radiación solar. *Revista Internacional de Botánica experimental* 75: 47-53.
- Ramírez, H. 2001. Growth and nutrient absorption of onion (*Allium Cepa L.*) in the tropics in response to potassium nutrition. PhD Thesis. Imperial College at Wye. UK . 196 p.
- Squire, G. 1990. *The Physiology of Tropical Crop Production*. CAB International. Oxon UK 236 p.
- Tei, F., Aikman, D. and Scaife, A. 1996. Growth of lettuce, onion and red beet. Growth analysis, light interception and radiation use efficiency. *Annals of Botany* 78: 633-643.

EFECTO DE BORO SOBRE RENDIMIENTO, SINTOMATOLOGÍA DE DEFICIENCIA Y HOJA MÁS JOVEN MANCHADA POR SIGATOKA NEGRA, EN PLÁTANO HARTÓN*

Effect of boron on the yield, visual deficiency and youngest leaf stained by black sigatoka, in horn plantain

Carlos Gómez-Cárdenas¹, Vianel Rodríguez², Hermes Rosales¹, Joel Vera¹ y Norelys Pino¹

RESUMEN

En Venezuela, existen aproximadamente 63.000 ha sembradas de plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón) y la zona Sur del Lago de Maracaibo cuenta con el 55% de la superficie. En esta zona se ha generalizado una sintomatología foliar, asociada con deficiencia de boro, por su similitud a la reportada en cultivares AAA. En este sentido, se planteó evaluar el efecto de diferentes dosis de boro sobre parámetros de rendimiento, concentración foliar de boro, la hoja más joven manchada por *Mycosphaerella fijiensis* y sintomatología foliar visual de deficiencia de boro en el cultivo de plátano. El experimento se ejecutó en la Estación Local Chama – INIA, en bloques al azar, con seis repeticiones de las dosis 0, 1, 2, 3 y 4 g de boro planta⁻¹ y durante tres ciclos del cultivo se evaluó: peso de racimo, número de manos, número de dedos de primera y segunda mano, peso del dedo central de segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo, hoja más joven manchada, sintomatología visual de deficiencia y contenido foliar de boro. Las variables morfométricas analizadas no presentaron diferencias ($P>0,05$). La dosis de boro no afectó la sintomatología visual de deficiencia de boro ni la hoja más joven manchada por Sigatoka negra. El ciclo de producción afectó el peso del racimo, peso del dedo central de la segunda mano, grosor del dedo, longitud interna y externa y concentración de boro foliar.

Palabras clave: diagnóstico visual, características morfométricas, *Musa* AAB, *Mycosphaerella fijiensis*.

ABSTRACT

In Venezuela there are approximately 63.000 ha sowed of plantain (*Musa* AAB subgroup horn plantain) and the South of the Lake of Maracaibo has 55% of that surface. In this area, a generalized foliar symptomatology, associated with deficiency of boron, according to its similarity to the one reported in cultivars AAA. In this sense, it was evaluated the effect of different doses of boron in yield parameters, foliar boron concentration, the youngest spotted leaf by *Mycosphaerella fijiensis* and the visual symptomatology of boron deficiency in leaves of plantain. The experiment took place in the Estación Local Chama – INIA. It was organized in blocks at random, with six repetitions at the doses 0, 1, 2, 3 and 4 g of boron plant⁻¹ and during three cycles of the cultivation were evaluated: cluster weight, number of hands, number of fingers of first and second hand, weight of the central finger of second hand, internal, external longitude and thickness of the finger, youngest spotted leaf, visual symptomatology deficiency and boron content of leaves. The morphometric variables analyzed didn't show differences ($P>0.05$). Similarly, the doses of boron didn't affect the youngest leaf stained by black Sigatoka and the symptomatology to foliate visual of deficiency of boron. There were differences in the weight of the cluster, weight of the central finger of the second hand, thickness of the finger, internal and external longitude and leaf boron concentration due to the effect of the production cycle.

Key words: visual diagnosis, morphometric characteristics, *Musa* AAB, *Mycosphaerella fijiensis*.

(*) Recibido: 07-04-2009

Aceptado: 24-06-2010

¹ INIA-Zulia-Estación Local Chama, Apartado postal N° 11, El Vigía 5145, estado Mérida, Venezuela. Telf. 0416-8767686. E-mail: cgomez@inia.gob.ve.

² UCLA, Dec. Agronomía, Apdo. 400. Barquisimeto. 3001, Venezuela. E-mail: vianelr@ucla.edu.ve.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela existen aproximadamente 63.000 ha sembradas de plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón), con promedio de producción de 9.000 kg ha⁻¹, genera aproximadamente 30.000 empleos directos y 120.000 indirectos; gran cantidad de familias en el medio rural dependen directa o indirectamente de este cultivo, que constituye un producto tradicional de la dieta básica de los habitantes de Venezuela (Surga *et al.* 2002). La Zona Sur del Lago de Maracaibo, abarca parte de los estados Zulia, Mérida y Trujillo, que cuenta con el 55% de la superficie sembrada del cultivo en el país. En la zona se ha generalizado la presencia de una sintomatología foliar, presuntamente asociada con deficiencia de boro, por su similitud a la reportada en cultivares AAA (Lahav y Turner 1992).

En este sentido, la necesidad del boro para el crecimiento de las plantas fue demostrada en la década de 1920 (Warrington 1923) y fue establecido como nutriente esencial de todas las plantas vasculares (Bolaños *et al.* 2004), cumple un importante papel en la absorción de elementos como el potasio y calcio, entre otros y en funciones fisiológicas de crecimiento, fructificación y germinación (Malavolta 2008). La deficiencia causa rápidas aberraciones bioquímicas, fisiológicas y anatómicas como malformación de hojas y frutos y eventual disminución del rendimiento (O'Hallorans *et al.* 2006), también se asocia a la resistencia de la planta al ataque de hongos (Salas 2002). Aunque la importancia del boro para el funcionamiento de las plantas está demostrada, es conveniente determinar rangos de suficiencia acordes a la zona y al cultivo, debido a que los niveles como micronutriente presentan una diferencia muy estrecha entre deficiencia y toxicidad (Malavé 2005, Vargas *et al.* 2007). De manera contraria, Yamada (2000) informó que no

existe evidencia de que la franja entre deficiencia y toxicidad de boro sea estrecha, además, los niveles de boro en la planta y el suelo pueden variar debido a la gran cantidad de procesos donde este micronutriente está involucrado y a las reacciones de adsorción con los materiales del suelo como óxido de Fe y Al, materia orgánica y pH, entre otros.

Por las razones expuestas, se planteó evaluar el efecto de diferentes dosis de boro, a través de tres ciclos de producción, sobre parámetros de rendimiento, concentración foliar de boro, la hoja más joven manchada por Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y sintomatología foliar visual de deficiencia de boro en Plátano Hartón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se efectuó en la Estación Local Chama del INIA, estado Zulia, ubicada a 54 msnm, coordenadas 8°43'27" N y 71°44'33" W, con promedio anual de 26,8 °C, 83% de humedad relativa y 1738,4 mm de precipitación, con plátano Hartón de dos años de edad, densidad de 2000 plantas ha⁻¹, sin aplicación de riego, en suelos con las características señaladas en la Tabla 1.

Diseño del experimento

Se estableció un diseño de bloques al azar (bloques perpendiculares a la pendiente predominante), con 5 dosis de boro (0, 1, 2, 3 y 4 g planta⁻¹) aplicadas al suelo frente al hijo y 6 repeticiones. Cada unidad experimental (30 en total) estuvo constituida por parcelas de 28 plantas cada una, las 10 plantas centrales se utilizaron como efectivas para el muestreo. Los tratamientos se aplicaron solo al inicio del ensayo y las evaluaciones de las variables morfométricas, la

Tabla 1. Características químicas del suelo del área experimental.

Prof. (cm)	pH ⁽¹⁾	MO ⁽²⁾ g kg ⁻¹	Fósforo ⁽³⁾	Potasio ⁽⁴⁾	Calcio ⁽⁴⁾ mg kg ⁻¹	Magnesio ⁽⁴⁾	Boro ⁽⁵⁾
0 - 20	5,1	14	41	98	3360	56	0,48

⁽¹⁾ Relación 1:2

⁽²⁾ A partir de carbón orgánico de Walkley y Black.

⁽³⁾ Por el método de Olsen.

⁽⁴⁾ Por acetato de Amonio pH 7.

⁽⁵⁾ Extraído con agua caliente y valorado por colorimetría con azometina-H (Raij y Quaggio 1983).

hoja más joven enferma por Sigatoka negra, la sintomatología visual de deficiencia a nivel foliar y la concentración de boro foliar, se ejecutaron durante tres ciclos de producción del cultivo.

El manejo del cultivo fue realizado de forma similar al de la zona (Abreu *et al.* 2007), con excepción de la fertilización que consistió de 270 g N, 75 g P₂O₅ y 150 g K₂O por planta⁻¹ año⁻¹, aplicado cada cuatro meses y el control químico de *M. fijiensis* con base en la evaluación quincenal de la hoja más joven enferma, siguiendo la metodología de Stover modificada por Gauhl (Marín y Romero 1994). Esta consiste en ubicar dentro de las plantas efectivas de muestreo, 5 plantas próximas a floración, contar el número de hojas presentes en cada planta, la número uno será la recientemente abierta y por último, ubicar el número de la hoja más joven, que presente un área necrosada por el hongo menor al 5%. Las hojas en posición 7 señalan la necesidad de aplicación del control químico.

VARIABLES EVALUADAS

Evaluación del efecto de las dosis aplicadas de boro, dentro de cada ciclo del cultivo

Para evaluar las dosis aplicadas, se midieron las variables morfométricas siguientes: peso del racimo en kilogramos, número de manos, número de dedos de la primera y segunda mano, peso del dedo central de la segunda mano (PDCSM) en gramos, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano en centímetros. Los pesos fueron obtenidos en balanzas de 20 kg (marca Iderna BC-25-KL-L3, precisión de 50 g) y 1 kg (marca UWE, modelo NKS-2000, con precisión de 1 g) y las medidas de longitud y grosor con cinta métrica de tela.

La muestra foliar para la determinación de concentración de boro foliar fue obtenida siguiendo la metodología de muestreo internacional de referencia para las musáceas de Lahav y Turner (1992), que consiste en identificar en la planta el estado fenológico reproductivo de flor femenina visible y seleccionar en la hoja número 3 (de arriba hacia abajo, la hoja bandera con más del 75% de la lamina desenrollada fue la número 1) una banda de

10 cm de ancho a ambos lados de la pseudonervadura, en la porción central de la hoja.

Las variables visuales fueron la incidencia del ataque de Sigatoka negra, se identificó el número de la hoja más joven de la planta con presencia de manchas oscuras (Marín y Romero 1994) y el número de plantas con sintomatología foliar visual de la deficiencia de boro. Se consideró como síntoma de deficiencia de boro cuando ocurrió deformación del extremo distal de la hoja candela, evaluada en las plantas efectivas (Lahav y Turner 1992).

Evaluación de las variables morfométricas y la concentración de boro entre los ciclos del cultivo

Las variables morfométricas y concentración de boro, se obtuvieron de la base de datos anterior, agrupadas por ciclo sin considerar las dosis aplicadas y analizados estadísticamente entre ciclos productivos.

DETERMINACIÓN DE BORO EN LAS MUESTRAS FOLIARES

El análisis foliar se realizó en la Unidad de Investigación de Suelos y Nutrición Mineral de Plantas, del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela, como sigue: la porción central de la hoja fue lavada con una solución de HCl (0,5%), enjuagada con agua destilada y secada a 65 °C hasta peso constante. Para la determinación de la concentración del elemento B se utilizó el método de incineración (500 °C) por 6 horas, se cuantificó por colorimetría utilizando el complejo azometina H (Malavolta *et al.* 1997).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se efectuó de dos maneras:

- a. Dentro de cada ciclo del cultivo: Se aplicó ANAVAR para evaluar el efecto de los tratamientos o dosis de boro sobre las variables morfométricas, concentración de boro foliar y hoja más joven manchada.
- b. Entre los ciclos del cultivo se aplicó ANAVAR para evaluar el efecto de los ciclos

de cultivo sobre las variables morfométricas, concentración de boro foliar y deformación del extremo distal.

Para ambas situaciones, luego de comprobar los supuestos exigidos, se aplicó análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($P < 0,05$), cuando se presentaron diferencias significativas. Se utilizó el paquete estadístico Statistix 8.0.

Excepto para la deformación del extremo distal de la hoja candela, a la cual se le aplicó la prueba no paramétrica de la distribución de χ^2 , donde H_0 señalaba que la aparición de la deformación era independiente de la dosis utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables morfométricas durante los ciclos del cultivo

El peso del racimo, número de manos, número de dedos de la primera y segunda mano, peso del dedo central de la segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano no presentaron diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos aplicados durante los tres ciclos evaluados (Tablas 2 y 3).

Resultados similares en la misma región, fueron reportados por Nava y Villareal (2000), quienes informaron que la aplicación de Boro al suelo junto con nitrógeno y potasio no influyó en el peso del racimo. Rodríguez *et al.* (2007) no evidenciaron relación entre la concentración de boro en el suelo y el peso del racimo, por lo tanto, el boro no es el elemento más determinante en la producción platanera, para la región estudiada. Así mismo, en otros cultivos se han informado resultados análogos, Rodríguez *et al.* (1997) indicaron que no hubo diferencias en el rendimiento de café debido a dosis de boro aplicada al suelo. Mientras que Gómez y Ortiz (2006), en banano (Williams y Gran Enano) con la optimización de la producción con el balance nutricional incorporando boro y Zn, obtuvieron respuesta positiva con un incremento del 20% en el rendimiento y mejoramiento de la calidad. Pérez *et al.* (2008) obtuvieron respuesta positiva a la

aplicación de boro en rendimiento de papa y encontraron que esta respuesta es complementaria con la fertilización de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. Ziaeyan y Rajaie (2009) observaron un efecto sinérgico entre el boro y el zinc sobre el crecimiento y el rendimiento en maíz.

Concentración foliar de boro y variables visuales durante los ciclos del cultivo

La concentración de boro foliar (Tabla 4) no presentó diferencias ($P > 0,05$) por efecto de los tratamientos aplicados en ninguno de los tres ciclos evaluados.

Rodríguez *et al.* (2007) indicaron para el cultivo plátano Hartón, que algunos nutrientes foliares, solamente se asociaron significativamente con sus correspondientes nutrientes edáficos a profundidades de 20 a 40 cm. Probablemente el boro foliar de este ensayo, esté correlacionado con capas más profundas del suelo, las cuales no fueron evaluadas, debido a que la profundidad del análisis de suelo fue 0-20 cm y las plantas sin aplicación presentaron valores similares a las que se aplicó boro; por este hecho, se recomienda caracterizar la variabilidad espacial, tanto horizontal, como en profundidad del boro edáfico.

No hubo efecto ($P > 0,05$) de las dosis de boro sobre la hoja más joven manchada por acción de la enfermedad Sigatoka Negra (Tabla 4), por lo tanto no se obtuvo información concluyente para validar lo planteado por Salas (2002), que relaciona el boro con la resistencia de las plantas al ataque de enfermedades ocasionadas por hongos.

La disipación de los síntomas visuales de deficiencia de B en las plantas evaluadas no desapareció, ni disminuyó por efecto de las dosis aplicadas de boro, en consecuencia los síntomas visuales citados, no se corresponden con necesidades de aplicación de fertilizantes boratados, ni con niveles bajos de boro foliar en el cultivo del plátano Hartón.

Variables morfométricas y concentración de boro entre ciclos del cultivo

En la Tabla 5 se aprecia que el peso del racimo, número de manos, peso del dedo central

Tabla 2. Efecto de dosis de boro sobre variables morfométricas del racimo de plátano Hartón en el Sur del Lago de Maracaibo.

Dosis Boro g planta ⁻¹	Peso de Racimo kg						Número de manos (media±D.E.)						Nº dedos 1 ^{er} mano						Nº dedos 2 ^a mano																																							
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		1		2		3																																			
	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo																																		
0	8,73±3,15 a	8,43±2,16 a	10,96±2,28 a	7,40±1,32 a	7,10±1,11 a	7,05±1,02 a	7,12±2,12 a	6,27±1,86 a	7,14±1,81 a	6,14±1,71 a	5,73±1,33 a	6,07±1,64 a	8,90±2,83 a	7,81±2,24 a	10,84±2,54 a	7,67±1,51 a	6,83±1,27 a	6,92±1,12 a	5,94±2,10 a	7,19±1,73 a	6,25±1,64 a	5,40±1,71 a	5,75±1,75 a	9,56±3,61 a	8,60±2,39 a	10,81±2,96 a	7,56±1,55 a	7,14±1,30 a	6,91±1,24 a	7,40±2,41 a	7,02±2,24 a	6,82±2,35 a	6,32±1,80 a	5,89±1,75 a	5,73±1,68 a	9,17±2,73 a	8,18±2,08 a	10,28±2,03 a	7,86±1,35 a	7,00±0,91 a	6,91±0,91 a	6,19±1,90 a	6,93±1,98 a	6,39±1,77 a	5,70±1,51 a	5,79±1,54 a	8,86±2,54 a	8,42±2,58 a	11,35±3,03 a	7,71±1,38 a	6,88±1,38 a	7,20±1,16 a	7,37±2,00 a	6,47±2,01 a	7,78±2,01 a	6,53±1,45 a	5,88±1,84 a	6,50±1,55 a

Medias en las coberturas con letras iguales no presentan diferencias significativas P>0,05.
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

Tabla 3. Efecto de diferentes dosis de boro sobre variables morfométricas del dedo central de la segunda mano de plátano Hartón.

Dosis Boro g pta ⁻¹	Peso dedo g			Grosor dedo cm (media±D.E.)			Long. Interna cm			Long. Externa cm					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo			
0	262,40±92,77 a	263,56±54,06 a	313,33±76,20 a	14,52±1,25 a	15,10±1,33 a	15,86±1,15 a	16,18±1,85 a	16,63±1,94 a	18,90±2,14 a	22,14±3,02 a	22,48±2,39 a	25,38±2,42 a	1	2	3
1	263,96±50,60 a	279,25±51,73 a	331,32±57,61 a	14,63±1,06 a	15,04±1,32 a	16,11±1,11 a	16,54±1,60 a	16,83±1,92 a	19,26±1,90 a	21,63±2,33 a	22,57±2,69 a	26,15±2,33 a	1	2	3
2	272,90±89,24 a	264,20±44,46 a	336,14±81,01 a	14,88±1,35 a	14,82±1,52 a	16,20±1,75 a	16,76±1,92 a	16,91±2,17 a	19,59±2,55 a	22,76±2,67 a	22,48±2,30 a	25,89±2,62 a	1	2	3
3	276,73±57,89 a	279,25±59,29 a	323,14±74,75 a	14,86±1,00 a	15,13±1,19 a	15,95±1,19 a	16,78±1,67 a	17,13±1,86 a	19,09±2,16 a	22,45±2,39 a	22,85±2,30 a	24,93±2,04 a	1	2	3
4	250,82±60,41 a	265,29±57,33 a	302,83±63,26 a	14,47±1,02 a	14,73±1,25 a	15,54±1,18 a	16,10±1,34 a	17,06±2,19 a	19,02±1,86 a	21,43±2,28 a	22,73±3,12 a	25,20±2,30 a	1	2	3

Medias en las coberturas con letras iguales no presentan diferencias significativas P>0,05.
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

Tabla 4. Efecto de diferentes dosis de boro en el contenido foliar de boro y la hoja más joven manchada por Sigatoka negra en plátano Hartón.

Dosis Boro g planta ⁻¹	Boro foliar mg kg ⁻¹ (media±D.E.)			Hoja más joven manchada (media±D.E.)		
	Ciclo			Ciclo		
	1	2	3	1	2	3
0	51,99±23,72 a	13,83±1,04 a	85,30±41,19 a	3,16±1,68 a	1,88±1,04 a	1,34±0,48 a
1	38,72±6,59 a	14,26±1,95 a	87,96±23,25 a	3,87±1,68 a	2,02±1,26 a	1,24±0,47 a
2	39,73±8,79 a	14,20±1,81 a	110,23±37,17 a	3,31±1,37 a	2,34±1,50 a	1,34±0,57 a
3	42,79±8,86 a	13,74±0,85 a	89,75±27,63 a	3,82±1,56 a	2,28±1,35 a	1,40±0,59 a
4	39,25±12,17 a	14,83±1,91 a	98,55±48,28 a	4,02±1,52 a	2,37±1,46 a	1,69±0,79 a

Medias en las columnas con letras iguales no presenta diferencias significativas P>0,05.
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

Tabla 5. Efecto del ciclo sobre las variables morfométricas y la concentración de boro a nivel foliar del plátano Hartón.

CICLO	Peso racimo	PD CSM	GD CSM	LID CSM	LED CSM	Boro foliar
	kg	g	cm (media±D.E.)	cm	cm	mg kg ⁻¹
1	9,05± 2,99 b	265,4± 72,51 b	14,67± 1,15 c	16,47± 1,70 c	22,09± 2,62 c	42,45± 13,50 b
2	8,29± 2,29 c	270,3± 53,59 b	14,96± 1,32 b	16,91± 2,01 b	22,62± 2,67 b	14,25± 1,59 c
3	10,85± 2,58 a	321,6± 70,85 a	15,94± 1,30 a	19,18± 2,10 a	25,54± 2,39 a	94,21± 34,69 a

Medias en las columnas con letras iguales no presenta diferencias significativas P>0,05.

de la segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano, así como la concentración de boro foliar presentaron diferencias (P<0,05) entre los ciclos evaluados.

Similar comportamiento, entre ciclos de cultivo, fue observado por Finol *et al.* (2004) en banano Gran enano en variables morfométricas (peso del racimo, longitud del dedo central de la segunda mano y diámetro del dedo central de la segunda mano, entre otras) por efecto de dosis de fertilizantes (tipo nitrogenado) al comparar tres generaciones, se notó un mayor incremento en la tercera generación. En el presente Trabajo se obtuvo igual comportamiento.

Por otro lado, se observa que el contenido de boro foliar (Tabla 5) presentó valores que según Vargas *et al.* (2007) son considerados tóxicos para el banano (AAA); no obstante, las plantas de plátano estudiadas no manifestaron síntomas de toxicidad. Semejante efecto fue reportado por Mascarenhas *et al.* (1998) en frijol, en el cual aún con la aplicación de pequeñas dosis de boro, los niveles foliares llegaron a 138 mg kg⁻¹.

La ausencia de síntomas visuales de deficiencia de boro durante el experimento, se corresponde con los niveles de boro foliar obtenidos (Tabla 5). Estos valores fueron similares

o superiores a los reportados por Smith (1991) en la norma indicada para bananos en Sur África, que oscila entre 15 y 60 mg kg⁻¹, el nivel crítico de 11 mg kg⁻¹ indicado por Lahav y Turner (1992) para banano y de 10 a 25 mg kg⁻¹ informado por Malavolta *et al.* (1997). Así mismo, los valores observados en la presente experiencia son superiores a los encontrados (15,45 mg kg⁻¹) por Rodríguez *et al.* (2007), los cuales estuvieron asociados con altos rendimientos (> 20 kg/racimo).

Estos resultados validan lo planteado por Yamada (2000), quien señala que para el boro, a pesar de ser un micronutriente, no hay evidencia de que los niveles de deficiencia y toxicidad deban ser en franjas estrechas. En este caso, se encontraron franjas de concentración de boro muy amplias (14,25 a 94,21 mg kg⁻¹), sin presentar síntomas de toxicidad.

CONCLUSIONES

La aplicación de boro al suelo no afectó los parámetros del rendimiento del plátano, la concentración foliar, la hoja más joven manchada por Sigatoka negra y no eliminó la sintomatología de deficiencia foliar visual.

El ciclo de producción afectó el peso del racimo, peso, grosor, longitud interna y externa del

dedo central de la segunda mano y concentración de boro foliar.

Para el cultivo plátano, se obtuvieron franjas de concentración de boro muy amplias, sin presentar síntomas de toxicidad.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento por el cofinanciamiento en la realización de esta investigación al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT) a través del Proyecto de Investigación S1-2001001295 y al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

REFERENCIAS

- Abreu, E., Gutiérrez, A., Quintero, M., Molina, L., Anido, J., Ablan, E., Cartay, R. y Mercado, C. 2007. El cultivo del Plátano en Venezuela: Desde el Campo Hasta la Mesa. Fundación Polar y CIAAL-ULA. Mérida-Venezuela. 158p.
- Bolaños, L., Lukaszewski, K., Bonilla, I. and Blevins, D. 2004. Why boron?. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 907-912.
- Finol, J., Fernández, L., Nava, C. y Esparza, D. 2004. Efecto de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción y calidad del fruto del banano (Musa grupo AAA subgrupo Cavendish clon "Gran enano") en la planicie Aluvial del Río Motatán. *Rev. Fac. Agron.* 21(3):221-232.
- Gómez, M. y Ortiz, O. 2006. Optimización de la producción y calidad en banano mediante el balance nutricional con micronutrientes (B-Zn). In: XVII Reunión Internacional ACORBAT. 17, Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: um negócio sustentável – anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, vol 2: 646-648.
- Lahav, E. y Turner, D. 1992. Fertilización del Banano para Rendimientos Altos. Segunda edición. Boletín N° 7. INPOFOS. Quito, Ecuador. 71 p.
- Malavé, A. 2005. Los suelos como fuente de boro para las plantas. *Revista UDO Agrícola* 5(1): 10-26.
- Malavolta, E. 2008. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. *Informações Agronômicas IPNI* 121(1):1-10.
- Malavolta, E., Vitti, G. e Oliveira, S. 1997. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicação. 2.ed. rev. e atual. Potafos, Piracicaba, Brasil. 319 p.
- Mascarenhas, H., Tanaka, R., Nogueira, S., Carmello, Q. de e Ambrosano, E. 1998. Resposta do feijoeiro a doses de boro em cultivo de inverno e de primavera. *Bragantia* [online] 57(2):387-392. En http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000200020&lng=en&nrm=iso. [citado 2009-01-21].
- Marín, D. y Romero, R. 1994. El combate de la Sigatoka Negra. *CORBANA. Boletín N° 4.* 22p.
- Nava, C. y Villareal, E. 2000. Aplicación de nitrógeno, potasio, boro, magnesio y zinc a plantaciones de plátano (Musa AAB cv. Hartón) en presencia de la Sigatoka negra. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17: 20-35.
- O'Hallorans, J., Díaz, M. y Lugo, W. 2006. Fertilización de plátano con elementos menores en un suelo Tropical. In: XVII Reunión Internacional ACORBAT. 17, Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: um negócio sustentável – anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, vol 1: p.365.
- Pérez, L., Rodríguez, L. y Gómez, M. 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn, Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (Solanum phureja) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana* 26(3): 477-486.

- Raij, B. e Quaggio, J. A. 1983. Métodos de Análise de Solo para Fins de Fertilidade. Instituto Agronômico. Campinas, Brasil. 31 pp.
- Rodríguez, O., Alfaro, R. y Cisneros, B. 1997. Estudio de la respuesta a la fertilización con boro vía foliar y al suelo en Café (*Coffea arabica*) en tres localidades de Costa Rica. In: Memorias resultados y avances de investigación CICAFFE-ICAFF. <http://www.infoagro.cr/agricola/tecnologia/cafe97/cafe4.htm> [citado 2009-01-21].
- Rodríguez, V., Malavolta, E., Sánchez, A., Rodríguez, O., Lavoranti, O. and Guerra, E. 2007. Soil and plant referent norms for evaluating Horn plantain nutritional status. *Communications in soil science and plant analysis* 38(9 and 10): 1371-1383.
- Salas, R. 2002. Fertilización Foliar de Plantas Ornamentales. In: Meléndez, G. y Molina, E., eds. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Editores, Universidad de Costa Rica. pp. 67-76.
- Smith, B. 1991. Optimum leaf analysis norms for bananas. CSFRI, Nelspruit. 30 p.
- Surga, J., Gómez, C. y Salazar, J. 2002. Caracterización de la comercialización del plátano (*Musa AAB cv Hartón*) en la región sur del lago de Maracaibo, Venezuela. In: XIV Reunión Memorias-ACORBAT. San Juan-Puerto Rico. CD-ROM.
- Vargas, A., Arias, F., Serrano, E., y Arias, O. 2007. Toxicidad de boro en plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 31(2): 21-29.
- Warrington, K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot.* 37:629-672.
- Yamada, T. 2000. Boro: Se están aplicando las dosis suficientes para el adecuado desarrollo de las plantas?. *Informaciones Agronómicas* 41: 8-13.
- Ziaeyan, A. and Rajaie, M. 2009. Combined effect of zinc and boron no yield and nutrients accumulation in corn. *International journal of plant production* 3(3): 35-44.

PARASITOIDES Y PARASITISMO SOBRE EL COMPLEJO TALADRADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LOS VALLES TURBIO Y YARACUY, VENEZUELA*

Parasitoids and parasitism on the complex of sugar cane in the Turbio and Yaracuy Valley, Venezuela

Luís Figueredo¹, Paulo Beserra², José Perozo³, Pedro Monasterio¹ y Luís Piñango⁴

RESUMEN

Con la finalidad de diagnosticar la abundancia poblacional de géneros o especies de parasitoides larvales del complejo taladrador de la caña de azúcar en las diferentes etapas fenológicas del cultivo y su capacidad de biorregulación, se evaluaron tablones comerciales en unidades de producción representativas de los valles Turbio y Yaracuy. Los resultados indicaron mayor abundancia de los parasitoides *Cotesia* spp., con valores de 40% en la primera etapa (Pe); 82,5% en segunda etapa (Se) y 49,3% en tercera etapa (Te), seguido de otros parasitoides (*Diganogastra* sp; *Alabagrus* sp) y *Lydella minense*. Con respecto al parasitismo total, se determinaron valores de 4,5 (Pe), 20 (Se) y 5,4% (Te). *Cotesia* spp. fue el género de parasitoides que presentó mejor eficiencia con 4,5 (Pe), 17,4 (Se) y 4% (Te). Por otra parte, se observaron variaciones a nivel de género, otros parasitoides presentaron valores de 0, 2 y 1,1% para las tres etapas, respectivamente; mientras que *L. minense* declinó su eficiencia en 0; 0,6 y 0,3%, en el mismo orden. De igual forma, se observó que los valores de distribución porcentual de parasitoides y su parasitismo disminuyeron significativamente con respecto a la segunda etapa.

Palabras clave: *Saccharum* spp, enemigo natural, eficiencia de parasitismo, *Diatraea* spp.

ABSTRACT

To diagnose the population abundance of genera or species of larval parasitoids of the complex sugarcane borer at different phenological stages of the crop and its ability to biorregulación, boards of sugarcane in units for commercial production, representatives of Turbio and Yaracuy valleys, were evaluated. The results showed a dominance in the study area of the parasitoids *Cotesia* spp., with values of 40.0% first stage (Pe), 82.5% second stage (Se) and third stage 49.3% (Te), followed by other parasitoids (*Diganogastra* sp and *Alabagrus* sp) and *Lydella minense*. With respect to total parasitism were determined values of 4.5% (Pe), 20% (Se) and 5.4% (Te). *Cotesia* spp. was the most efficient introduced parasitoid with 4.5% (Pe), 17, 4% (Se) and 4% (Te). Moreover, variations were observed at the level of genus. Other parasitoids had values of 0% (Pe), 2% (Se) and 1.1% (Te), while *L. minense*, efficiency declined to 0% (Pe), 0.6% (Se) and 0.3% (Te). Similarly, we observed that the values of percentage distribution of parasitoids and parasitism decreased significantly from the second stage.

Key words: *Saccharum* spp, natural enemy, parasitism efficiency, *Diatraea* spp.

(*) Recibido: 10-09-2009

Aceptado: 06-07-2010

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Local Yaritagua. Km 3, vía sector El Rodeo. Apartado. 3201. Yaritagua, estado Yaracuy. E-mail: lfigueredo@inia.gob.ve.

²INIA Zulia. Estación Local Chama. Km. 41, vía El Vigía-Santa Bárbara de Zulia.

³INIA CENIAP. Zona universitaria, vía El Limón, apartado 4653. Maracay, estado Aragua.

⁴INIA Guárico. Estación Local Valle de la Pascua, calle Ricaurte N° 3, sector Banco Obrero. Valle de la Pascua, estado Guárico.

INTRODUCCIÓN

El complejo taladrador de la caña de azúcar conformado principalmente por el género *Diatraea* spp., es reportado como un factor limitante en la producción azucarera nacional e internacional (Guagliumi 1962; Linares 1987; Salazar et al. 1999; Badilla 2002).

En Venezuela el control de estos insectos plagas fundamentalmente ha sido de origen biológico, atribuido principalmente a los parasitoides larvales exóticos *Lydella minense* (Diptera: Taquinidae) y *Cotesia flavipes* (Himenoptera: Braconidae), hecho fundamentado en las siguientes consideraciones: la fase dañina del insecto se localiza internamente en el tallo, lo que hace ineficiente el control químico, la biología del insecto (generaciones superpuestas), y la poca efectividad de enemigos naturales nativos para regular consistentemente las poblaciones de estos insectos por debajo de su nivel de daño económico (Box 1947).

Box (1961) reportó para la zona de influencia valle del Turbio, una serie de parasitoides taquinidos nativos como: *Palpozelinia palpalis*; *Paratheresia claripalpis* y *Lekiopalpus diadema*, este último presentó mayor importancia relativa (Guagliumi 1957).

El uso de *L. minense* en el valle del Turbio es tradicional desde 1952. Sin embargo, se observó una preferencia de su parasitismo sobre *Diatraea saccharalis* (Guagliumi 1962). Esta especificidad aunada al aumento de otras especies de taladradores, motivó la evaluación de su potencial de regulación y trajo como consecuencia el estudio del parasitoides no neotropical *C. flavipes*, el cual fue liberado experimentalmente en 1987, en diferentes zonas de la región centro occidental, con resultados prometedores (Linares y Ferrer 1990).

Ferrer y Guédez (1990) reportaron variaciones a nivel de géneros de los parasitoides en la zona de influencia del valle del Turbio entre 1986 y 1989. La abundancia relativa de *L. minense* disminuyó de 97,6 a 14,5%; mientras que *C. flavipes* aumentó de 0 a 76,4% y las especies *Sarcodexia* sp., *Diganogastra* sp. y *Alabagrus* sp. pasaron de 2,2 a 9,1%. Con respecto al parasitismo el comportamiento fue similar; *L. minense* pasó de 26,2 a 4,7%; *C. flavipes* de 0 a 24,7% y otros de 0,6 a 1,9%, además estos resultados denotaron un posible desplazamiento de *L. minense*, cuyo origen debe ser establecido.

Franco y Álvarez (2005) determinaron un parasitismo para la zona de influencia del central Matilde de 14,2% atribuido principalmente al parasitoides *L. minense*, con una tasa de liberación para el control de 40 unidades por hectárea.

En este estudio se determinaron los parasitoides tanto nativos como exóticos presentes en el agroecosistema cañero y el parasitismo sobre el complejo taladrador en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, en la zona de influencia de los valles Turbio y Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue conducido en diferentes localidades cañeras ubicadas en los valles Turbio y Yaracuy, estados Lara y Yaracuy, respectivamente. Para ello se seleccionaron tablones pilotos de cañas comerciales distribuidos en cinco unidades de producción (UP) representativas de la zona de estudio (Tabla 1).

Fases del trabajo de campo

Para determinar los géneros de parasitoides y su eficiencia de parasitismo sobre el complejo taladrador, se procedió a determinar en cada UP, el nivel de daño ocasionado por el insecto plaga en tres etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 1. Ubicación geopolítica de las unidades de producción en los valles Turbio y Yaracuy.

Unidad de producción	Sector	Municipio	Estado
La Unión	Chorobobo	Palavecino	Lara
San Nicolás	Arenales	Peña	Yaracuy
San Rafael	Agua Viva	Peña	Yaracuy
Santa Bárbara	Santa Bárbara	José Antonio Páez	Yaracuy
San José	San José	Bruzual	Yaracuy

Primera etapa (Pe): se evaluó el daño en plantas de caña con 2 a 3 meses de edad. Para ello, se establecieron en cada tablón cinco puntos de muestreo de dos metros lineales cada uno, los cuales se distribuyeron en las cuatro esquinas y uno aproximadamente en el centro. En cada punto se cuantificó el número total de cogollos y cogollos muertos con sintomatología de daño por taladradores.

Segunda etapa (Se): se evaluó el daño en plantas de 6 y 7 meses aproximadamente. Se establecieron cuatro puntos de muestreo en cada tablón y se ubicaron en áreas cercanas a los bordes, donde se recolectaron al azar 60 tallos por cada tablón para determinar el daño a nivel de tallo, entrenudo e internamente en el entrenudo. Con estos datos se cuantificaron los índices de daño (ID), de infestación (II) e intensidad de infestación (III), con la nomenclatura propuesta por Yépez y Linares (1987).

Tercera etapa (Te): se estableció la misma metodología de la segunda etapa, pero en plantas de caña comerciales de 11 a 11,5 meses de edad.

En cada una de las evaluaciones efectuadas en campo se seccionaron de forma longitudinal los tallos dañados para extraer las especies del complejo taladrador existentes, las cuales fueron introducidas en capsulas de plástico rotuladas para realizar una identificación preliminar en campo a nivel de género, especies y sus diferentes estadios, así como la presencia de parasitoides.

Fase de laboratorio

El taladrador o plaga posiblemente parasitada se llevó al laboratorio de entomología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Yaracuy, para la cría y observación en el tiempo de especies de insectos plagas y la emergencia de las diferentes especies de parasitoides y así realizar una identificación taxonómica final. Para ello, se usaron claves específicas, literatura taxonómica y confirmación por especialistas del área.

Para la determinación de la distribución porcentual de las especies de parasitoides y eficiencia de parasitismo sobre el complejo taladrador se utilizaron las siguientes fórmulas:

Abundancia relativa de especies de parasitoides (ARP):

$$ARP = \frac{\text{Total de especie de parasitoides}}{\text{Total de parasitoides identificados + parasitoides no identificados}} * 100$$

Porcentaje de parasitismo (PP):

$$PP = \frac{\text{Total de formas biológicas del parasitoides}}{\text{Total de formas biológicas del parasitoides + Total de plaga}} * 100$$

Procesamiento de la base de datos

Los datos recolectados en un año de estudios fueron procesados con un software fitosanitario en base al programa Visual FoxPro versión 7[®], del proyecto FONACIT “2000001486” (Linares *et al.* 2003). Las variables obtenidas fueron: porcentaje de parasitismo por: *Cotesia* spp (PCspp), *L. minense* (PLm); otros parasitoides (Pop) y total (Pt). Además se determinó la abundancia relativa de los géneros o especies de parasitoides: *Cotesia* spp. (Cspp), *L. minense* (Lm) y otros parasitoides (Op), en las diferentes UP evaluadas en el área de estudio.

Los datos fueron sometidos al análisis no paramétrico de Kruskal - Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera etapa: el único género de parasitoides reportado fue *Cotesia* spp; con promedio de 40%, y se observó en dos localidades la presencia de parasitoides, lo que representó el 40% de las UP. El Pt se determinó en 4,5%, mientras que a nivel de UP, osciló entre 5,6 (San José) y 16,7% (La Unión), respectivamente, esta última fue de mayor eficiencia de parasitismo y fue realizado exclusivamente por *Cotesia* spp., no se reportaron otros géneros de parasitoides nativos o introducidos en las unidades de producción evaluadas (Tabla 2). La presencia de solo una especie de parasitoides indica su capacidad de adaptación.

Es oportuno mencionar que este tipo de evaluación en esta etapa del cultivo, no es frecuente en los departamentos fitosanitarios de los

centrales azucareros y unidades de producción en la zona de influencia del estudio, por consiguiente no existen parámetros de comparación en las primeras etapas fenológicas del cultivo o evaluación anual.

Segunda etapa: la abundancia poblacional promedio de parasitoides *Cotesia* spp fue mayor con 82,5%; seguido de otros parasitoides conformados por *Diganogastra* sp y *Alabagrus* sp con 14,8 y *L. minense* 2,7%. Igualmente se observó que *Cotesia* spp, se colectó en la totalidad de UP evaluadas, mientras que *L. minense*, se encontró de forma localizada en La Unión y San José (Tabla 3).

En lo referente al parasitismo, el Pt promedio en la zona de estudio fue 20%, a nivel de UP osciló entre 7,1 (Santa Bárbara) y 42,9% (San José). *Cotesia* spp fue el género de mayor efectividad de parasitismo con 17,4%, seguido de otros parasitoides 2% y *L. minense* con 0,6%. Por otro lado, se observó que el mayor porcentaje de parasitismo por *Cotesia* spp ocurrió en San José (38,6%), seguido de San Nicolás (24,3%), La Unión (11,4%), San Rafael (7,1%) y Santa Bárbara (5,7%), según se muestra en la Tabla 3.

La predominancia de *Cotesia* spp; aparentemente indica una mayor adaptación y eficiencia de parasitismo en las condiciones estudiadas, único parasitoides encontrado en la UP San Nicolás. Es posible que el comportamiento reproductivo de éste género cause simplificación y desplazamiento entre géneros o especies.

Tercera etapa: en la Tabla 4, se puede apreciar que *Cotesia* spp fue el género de mayor abundancia poblacional con 49,3% y se observó en todas las UP evaluadas; mientras que otros parasitoides presentaron abundancia de 9% y *L. minense* 1,7%; estos valores son considerablemente menores que los reportados en la segunda etapa (Tabla 3). El parasitismo total se determinó en 5,4%, se observó un descenso significativo de 14,6%, en comparación con la segunda etapa; *Cotesia* spp fue el género con mejor eficiencia de parasitismo (4%). De igual forma, se observó tendencia a la disminución en los valores de abundancia relativa de parasitoides y parasitismo con respecto a la segunda etapa (Tabla 3).

Salazar et al. (1999) reportaron valores ligeramente superiores en relación al

Tabla 2. Abundancia relativa de parasitoides y parasitismo sobre el complejo taladrador por unidad de producción, en caña de 2 a 3 meses de edad en los Valles Turbio y Yaracuy, Venezuela.

Unidad de Producción	Abundancia relativa de parasitoides (%)			Porcentaje de parasitismo (%)		
	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Otros parasitoides	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Parasitismo total
	Cspp	Lm	Op	PCspp	PLm	Pt
La Unión	100	0	0	16,7	0	16,7
San Nicolas	0	0	0	0	0	0
San Rafael	0	0	0	0	0	0
Santa Bárbara	0	0	0	0	0	0
San José	100	0	0	5,6	0	5,6
Promedio	40,0	0,0	0,0	4,5	0,0	4,5

Tabla 3. Abundancia relativa de parasitoides y parasitismo sobre el complejo taladrador por unidad de producción, en plantas de caña de 6 a 7 meses de edad en los Valles Turbio y Yaracuy, Venezuela.

Unidad de Producción	Abundancia relativa de parasitoides (%)			Porcentaje de parasitismo (%)			
	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Otros parasitoides	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Otros parasitoides	Parasitismo total
	Cspp	Lm	Op	PCspp	PLm	POp	Pt
La Unión	80	10	10	11,4	1,4	1,4	14,3
San Nicolas	100	0	0	24,3	0,0	0,0	24,3
San Rafael	62,5	0	37,5	7,1	0,0	4,3	11,4
Santa Bárbara	80	0	20	5,7	0,0	1,4	7,1
San José	90	3,3	6,7	38,6	1,4	2,9	42,9
Promedio	82,5	2,7	14,8	17,4	0,6	2,0	20,0

Tabla 4. Abundancia relativa de parasitoides y parasitismo sobre el complejo taladrador por unidad de producción, en plantas de caña de 11 a 11,5 meses de edad en los Valles Turbio y Yaracuy, Venezuela.

Unidad de Producción	Abundancia relativa de parasitoides (%)			Porcentaje de parasitismo (%)			
	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Otros parasitoides	<i>Cotesia</i> spp	<i>L. minense</i>	Otros parasitoides	Parasitismo total
	Cspp	Lm	Op	PCspp	PLm	POp	Pt
La Unión	80	10	10	11,4	1,4	1,4	14,3
San Nicolas	100	0	0	24,3	0,0	0,0	24,3
San Rafael	62,5	0	37,5	7,1	0,0	4,3	11,4
Santa Bárbara	80	0	20	5,7	0,0	1,4	7,1
San José	90	3,3	6,7	38,6	1,4	2,9	42,9
Promedio	82,5	2,7	14,8	17,4	0,6	2,0	20,0

comportamiento de parasitoides larvales en el valle del Turbio en el período 1988-1992, en comparación a la segunda etapa (Tabla 3). La abundancia de *C. flavipes* aumentó de 23,5 a 84,4%, de igual manera se elevó el parasitismo de 5,8 a 23,2%. Por otra parte, la abundancia de *L. minense*, bajó de 67,5 a 15,6% y el parasitismo de 16,7 a 4,3%; mientras que para otros parasitoides pasó de 9,1 a 0,9% y su parasitismo de 2,2 a 0,6%.

CONCLUSIONES

El género de parasitoide de mayor abundancia poblacional y mejor eficiencia de parasitismo fue *Cotesia* spp.

Los valores de parasitismo sobre el complejo taladrador de la caña de azúcar son bajos en la zona de influencia de los valles Turbio y Yaracuy.

Hubo reducción poblacional y en la actividad de los parasitoides nativos en el área de estudio.

Hay reducida diversidad de parasitoides en la zona azucarera de los valles Turbio y Yaracuy.

AGRADECIMIENTO

A los técnicos de campo Juan Morillo, Franklin Palacios⁽⁺⁾, Gustavo Palencia y Rafael Carballo por su valiosa colaboración en la toma de datos de campo.

Este trabajo fue financiado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), proyecto n° 2000001486: “Implementación de un sistema piloto de alarma epidemiológica para el manejo integrado de plagas

(MIP) de caña de azúcar en los valles Turbio y Yaracuy”. 2003-2004.

REFERENCIAS

- Badilla, F. 2002. Un programa exitoso de control biológico de insectos plagas de la caña de azúcar en Costa Rica. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 64: 77-87.
- Box, H. 1947. Informe preliminar sobre taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay. Boletín Técnico N° 1, 117 p.
- Box, H. 1961. Reporte de infestación de *Diatraea* en la zafra 1960-1961 y el reconocimiento del parasitismo realizado en visita de inspección en marzo de 1961. C.A, Central Yaritagua. Mimeografiado. 10 p.
- Ferrer, F. y Guédez, E. 1990. Estudios de los daños causados por *Diatraea* spp. (Lepidoptera:Pyralidae) en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio en los años 1986-1987-1988. Revista Caña de Azúcar 8 (1): 25-35.
- Franco, N. y Álvarez, V. 2005. Presentación en Jornada sobre manejo integrado de plagas de la caña de azúcar. [DC]. Disponible: Fundación Azucarera para el Desarrollo, la Productividad y la Investigación (Fundacaña), Venezuela.
- Guagliumi, P. 1957. Los insectos de la caña de azúcar en el valle del Turbio. I. Los

Taladradores. Estación Experimental de Occidente MAC-CIA, Maracay, Boletín Técnico N° 66. 50 p.

Guagliumi, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro de Investigaciones Agronómicas Maracay, Venezuela. Tomo 1. 482 p.

Linares, B. 1987. Estudio sobre los taladradores de la caña azúcar *Diatraea* spp., en Venezuela. Tesis MSc. UCV, Maracay. 219 p.

Linares, B. y Ferrer, F. 1990. Introducción de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) para el control de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Venezuela. Revista Caña de Azúcar 8 (1): 5-11.

Linares, B., Hernández, L., Linares, L. y Figueredo, L. 2003. Software fitosanitario para el cultivo de caña de azúcar (Resumen) In: V Congreso Azucarero Nacional de ATAVE, Carora, Lara. p 65.

Salazar, J., Linares, B. y Ferrer, F. 1999. 50 años de experiencia del manejo de los taladradores de la caña de azúcar; *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Venezuela. Mimeografiado. 19 p.

Yépez, G. y Linares, B. 1987. Nomenclatura aprobada para los índices de evaluación del daño por taladradores *Diatraea* spp (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar. Revista Caña de Azúcar 5 (2): 101-103.

DIVERSIDAD Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS EN FINCAS DEL MUNICIPIO GUANARITO, PORTUGUESA*

Diversity and production of biomass from herbaceous legumes in farms at Guanarito municipality

María Oropeza¹ y Néstor Solórzano¹

RESUMEN

En las unidades de producción la carga animal está en constante crecimiento, mientras la calidad de los pastizales es por lo general baja. Las leguminosas herbáceas se caracterizan por la fijación de nitrógeno atmosférico, el cual aportan posteriormente a los suelos y mejoran la calidad de los pastos. El objetivo del trabajo fue cuantificar la diversidad y producción de biomasa de las leguminosas herbáceas de los potreros en fincas del municipio Guanarito, estado Portuguesa. Se consideraron 50 % de los potreros de seis fincas (La Bendición, El Descanso, El Esfuerzo, Campo Alegre, Los Naranjos y Las Marías). Para inventariar y cosechar las especies, se utilizó el método del cuadrante (marco de metal de 1,0 x 0,5 m). Se utilizaron las pruebas no paramétricas de Chi-cuadrado y Kruskal-Wallis, para el análisis de los datos. Se identificaron 13 especies de leguminosas herbáceas, los géneros más comunes fueron *Desmodium* y *Teramnus*. La especie más frecuente fue *Teramnus volúbilis* (17 %). La finca La Bendición produjo mayor cantidad de materia seca (1360 kg/MS/ha) y presentó mayor diversidad. En la época lluviosa se obtuvo la mayor producción de biomasa de las leguminosas herbáceas. En términos de oferta forrajera el aporte de las leguminosas herbáceas se considera bajo. El número de especies se ubicó entre los valores reportados para la sabana nativa.

Palabras clave: leguminosas herbáceas, producción de materia seca, frecuencia, Portuguesa, Venezuela.

ABSTRACT

In the production units stocking is constantly growing, while the quality of pastures is generally low. The herbaceous legumes are characterized by fixation of atmospheric nitrogen, which is subsequently provided to the soil, helping to improve the quality of pastures. The objective was to quantify the diversity and biomass production of herbaceous legumes in the pastures divisions of the farms at the Guanarito Municipality, Portuguesa State. The 50% of the pastures divisions of six farms (La Bendición, El Descanso, El Esfuerzo, Campo Alegre, Los Naranjos and Las Marías) were considered. The quadrant method (metal frame 1.0 x 0.5 m) was used to inventory and harvesting the species. Chi-square and Kruskal-Wallis test were used for data analysis. 13 species of herbaceous legumes were identified; the most common were *Desmodium* and *Teramnus* genera. The most frequent was *Teramnus Volubilis* (17%). In the farm la Bendición, there was greater amount of dry matter (1360 kg/dry matter/ha) and presented more diversity. The highest biomass production of herbaceous legumes was obtained during the rainy season. In terms of forage supply input from herbaceous legumes is considered low. The number of species was among the values reported for the savanna.

Key words: herbaceous legumes, dry matter production, frequency, Portuguesa, Venezuela.

(*) Recibido: 13-02-2010

Aceptado: 20-07-2010

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. UNELLEZ-Guanare. 3350 Po. Teléfonos: 0257- 2568006, 2568007 y 2568008. Código postal 3310. Correo electrónico: Josesolorzano@cantv.net.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas herbáceas en los potreros de las fincas con bovinos a pastoreo, son una fuente importante de proteína y nutrientes para los animales, y además, cumplen funciones como mejoradoras de los suelos y pastizales.

A nivel mundial, las familias de las leguminosas forman un grupo de plantas de gran importancia, están constituidas por 700 géneros y alrededor de 17.000 especies entre hierbas, arbustos y árboles (Villa *et al.* 2000).

El rasgo más característico es la fijación de nitrógeno atmosférico, por medio de simbiosis con bacterias nitrificantes; muchas tienen importancia agrícola, forrajera, maderable, ornamental y medicinal.

Las leguminosas herbáceas pueden ser erguidas, rastreras, trepadoras, inermes sin espinas ó armadas. Tienen raíces típicas a veces modificadas en tubérculos. Algunas especies presentan nódulos, los cuales albergan bacterias del género *Rhizobium* u otras, entre las cuales se pueden mencionar las especies de los bejuquillos (*Rhynchosia sp.*), las pega pega (*Desmodium sp.*) y las dormideras (*Mimosa pudica*). El fruto más característico es una legumbre, conocida como vaina (Guevara 1986).

Las leguminosas herbáceas son un grupo minoritario en la composición florística de las sabanas del sector Hoja Blanca (Guanarito), con valores de cobertura que no sobrepasan 12 % (Camargo 2000). En sabanas de Mantecal (estado Apure), no superaron valores de 9 % en Valor de Importancia (Tejos *et al.* 1992).

Para Lascano *et al.*, citado por Muñoz (2000), la incorporación de leguminosas en los potreros, es una manera económica, eficiente y permanente de corregir la deficiencia de nitrógeno en los suelos, para favorecer las plantas y animales. La asociación de gramíneas y leguminosas permite obtener ganancias en producto animal superiores en 30 %. Por otra parte, Muñoz (2000) resaltó para las leguminosas un

aporte entre 40 y 60 % de nitrógeno al suelo y 5,0 a 20 % de minerales. Según Sánchez (2006), las leguminosas son una fuente importante de proteína de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales.

Los bajos indicadores reproductivos y productivos en la ganadería bovina venezolana y de la zona estudiada (Hoja Blanca y Veguita-Corozal), son consecuencia básicamente de la degradación de las pasturas, lo cual representa un serio problema económico, social y ecológico. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la diversidad y producción de biomasa de leguminosas herbáceas en potreros de seis fincas doble propósito del municipio Guanarito, en el estado Portuguesa.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en seis fincas del municipio Guanarito, tres ubicadas en el sector Hoja Blanca y tres en Veguita – Corozal (Fig. 1), pertenecientes a la Red de Innovación Productiva en Ganadería de Doble Propósito del municipio Guanarito. La selección de las fincas fue realizada previamente por los productores, cuando se escogieron los centros pilotos para el proyecto de los bancos forrajeros de la red.

La población se conformó con todas las leguminosas herbáceas presentes en los potreros de las fincas La Bendición, El Descanso, El Esfuerzo, Campo Alegre, Los Naranjos y Las Marías. Para la selección de las muestras se escogieron al azar el 50 % de los potreros en cada una de las fincas.

En cada potrero, se trazaron las dos diagonales, de las cuales se seleccionó aleatoriamente una, y sobre ella, dejando un margen de 3,0 metros desde la cerca, se ubicó un punto de muestreo, luego cada 100 m, de manera sistemática los siguientes puntos para la cosecha de las leguminosas. Para la cosecha, se utilizó el método del cuadrante (marco metálico de 1,0 x 0,5 m) propuesto por Tejos (1999), dentro del cual se cortaron al ras del suelo todas las leguminosas herbáceas. Se colectaron muestras y fueron identificadas en el herbario PORT de la

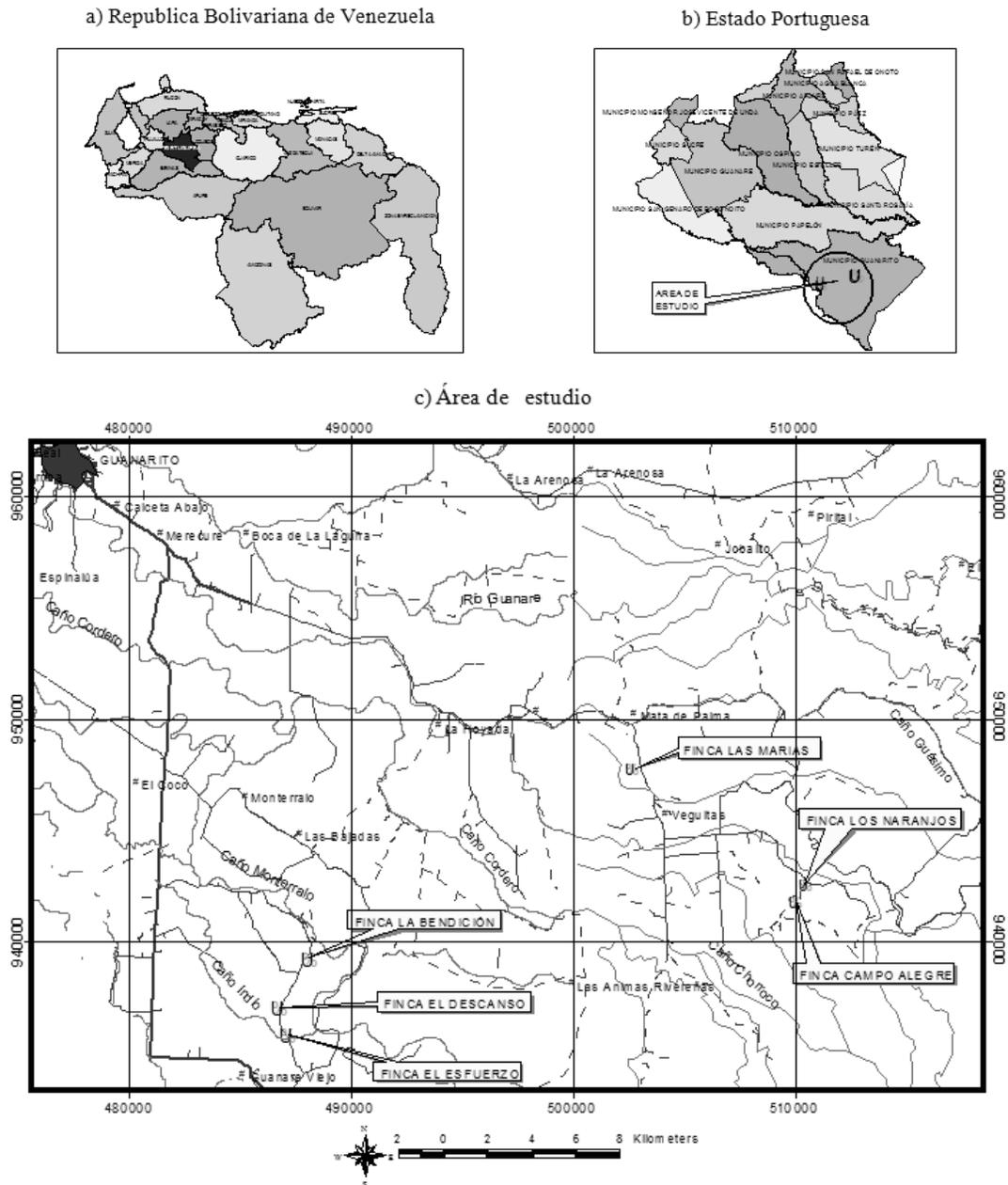


Figura 1. Mapa de ubicación política del área de estudio, en el municipio Guanarito, estado Portuguesa.

Universidad Ezequiel Zamora en Guanare. Se realizaron tres cosechas o cortes por época del año.

Las variables cuantificadas fueron: cantidad de especies de leguminosas herbáceas y diversidad según el índice de Shannon, con la ecuación siguiente:

$Ids = -\sum p_i (\ln p_i)$; donde $p_i = (n_i/N)$ y n_i es el número de individuos de la especie i , y N es el total de individuos en la muestra. Además se cuantificó la producción de materia seca (kg/MS/ha, clasificada según finca, época y especie), para esta

variable se aplicó análisis de varianza de Kruskal-Wallis. Se determinó la frecuencia de especies leguminosas herbáceas (por finca y unidad fisiográfica).

El trabajo de campo se realizó con la participación de los productores, de tal manera, de compartir experiencias e incorporarlos en el proceso de generación de información.

Área de estudio

Ubicación. El caserío Hoja Blanca, está a 40 km de Guanarito, entre las coordenadas UTM: 485-535

E y 930-802 N, 496-687 E y 938-800 N, en el cual se encuentran tres de las fincas (La Bendición, El Descanso y El Esfuerzo), estas se localizan en el sector Jagueyón-Valle Hondo. Veguita Corozal, se encuentra a 50 km de Guanarito, entre las coordenadas UTM: 496-512 E y 936-952 N. En el sector Veguita del Medio se ubicaron dos de las fincas (Campo Alegre y Los Naranjos) y la tercera (Las Marías) está aledaña a la carretera principal Veguita Corozal.

Clima. La zona presenta un clima marcadamente estacional en función de la distribución de las lluvias, las cuales, se extienden desde abril hasta octubre, con un promedio anual de 1.375 mm. Las temperaturas son isotérmicas durante el año, con un promedio de 27 °C (Pedrique y Medina 2006), típico de las zonas tropicales de baja altitud. La zona de vida según el sistema bioclimático de Holdridge (1979) es Bosque Seco Tropical, con un mosaico de vegetación de bosques deciduos y sabanas inundables con predominio de gamelote (*Paspalum fasciculatum*).

En el uso de la tierra, predomina la ganadería doble propósito, con pastos introducidos, como la estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en los bancos, tanner (*Urochloa radicans*) en los bajos y pastos nativos como el gamelote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad de las leguminosas herbáceas en potreros

Número de especies. Se identificaron 13 especies de leguminosas herbáceas. Los géneros más

comunes fueron *Desmodium* con cuatro especies, seguido del *Teramnus* con dos, el resto de los géneros con una especie (Tabla 1).

El número de leguminosas herbáceas encontradas en las seis fincas, se ubicó en el rango reportado por Sarmiento y Vera (1979) en sabanas de Barinas (6-14 especies). Tejos *et al.* (1992) encontraron entre 1 y 8 especies en las sabanas del módulo Fernando Corrales en Mantecal, estado Apure y Camargo (2000) en Guanarito estado Portuguesa, encontró 7 especies.

Varias de las especies reportadas por Camargo (2000), hoy no están presentes en los potreros. Esto pudiese estar relacionado con el manejo, como lo plantearon Paterson y Horrell (1981) y Ruiz *et al.* (2006), quienes propusieron que el pastoreo disminuye la presencia de leguminosas. Como ejemplo, *Teramnus uncinatum* es una especie sensible al pastoreo (Entrena *et al.* 1998). Resultados similares encontraron Tejos *et al.* (1992), quienes reportaron una reducción del valor de importancia cuando compararon la sabana con (1,2 a 6,1 %) y sin (2,4 a 9,0 %) pastoreo.

Diversidad. Las fincas que presentaron mayor diversidad de leguminosas herbáceas según el índice de Shannon, fueron La Bendición, Los Naranjos y Campo Alegre (Tabla 2). La mayor o menor cantidad de especies en este grupo de plantas en los potreros depende fundamentalmente de la posición fisiográfica y el manejo. La mayoría de las leguminosas herbáceas se ubican en la unidad fisiográfica banco, como indicaron Tejos *et al.* (1992) y Mancilla y Valbuena (2002).

Tabla 1. Leguminosas herbáceas encontradas en los potreros, en seis fincas, del municipio Guanarito.

Nombre científico	Nombre vulgar	Crecimiento	Importancia
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	Trébol de sabana	Anual	Forrajera
<i>Calopogonium caeruleum</i>	Bejuquillo	Anual	Poco Forrajera
<i>Cassia occidentalis</i>	Brusca	Perenne	No Forrajera
<i>Centrosema pubescens</i>	Bejuquillo	Anual	Forrajera
<i>Crotalaria retusa</i>	Maraquita	Perenne	Poco Forrajera
<i>Desmodium adscendens</i>	Guacarillo	Perenne	Forrajera
<i>Desmodium axillare</i>	Pega-pega	Anual	Forrajera
<i>Desmodium scorpiurus</i>	Pega	Anual	Forrajera
<i>Desmodium triflorum</i>	Pega	Anual	Forrajera
<i>Mimosa pudica</i>	Dormidera	Perenne	No Forrajera
<i>Rhynchosia minima</i>	Guasi	Perenne	Forrajera
<i>Teramnus uncinatus</i>	Frijolillo velludo	Perenne	Forrajera
<i>Teramnus volubilis</i>	Mielito	Perenne	Forrajera

Así, las fincas con mayor diversidad, fueron aquellas donde la mayor proporción del terreno fue banco.

Tabla 2. Valores de diversidad de leguminosas herbáceas en seis fincas del municipio Guanarito.

Finca	Nº de especies	Índice de Shannon
La Bendición	9	2,08
Los Naranjos	9	1,91
Campo Alegre	7	1,68
El Descanso	9	1,67
El Esfuerzo	6	1,67
Las Marías	5	1,29

Mayor valor absoluto del Índice de Shannon, significa superior diversidad.

Según Ruiz *et al.* (2006), los factores de manejo como el uso de agroquímicos y carga animal inadecuada (sobrepastoreo) provocan pérdida de cobertura vegetal y disminuyen el porcentaje de leguminosas en los pastizales (Rebuffo *et al.* s/f).

De las especies identificadas, 85 % son forrajeras, lo cual es deseable para los productores. Las demás, aún cuando no son, mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, en especial el contenido de nitrógeno. Entre las especies reportadas por Camargo (2000) en el sector Hoja Blanca, cuatro se mantienen en los potreros (*Desmodium scorpiurus*, *D. triflorum*, *Teramnus volubilis* y *Centrosema pubescens*), se presume que las restantes especies desaparecieron de los sectores Veguita-Corozal y Hoja Blanca. La diversidad de este grupo de plantas en los potreros se encuentra entre los valores reportados por la literatura.

Especies como *Teramnus volubilis*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium scorpiurus* y *Alysicarpus vaginalis* son consideradas forrajeras (Tejos 2002). Middleton y Mellor (1982) consideran que *Calopogonium caeruleum* y

Teramnus uncinatum son especies con potencial forrajero y Madueño-Molina *et al.* (2006) reportaron información similar para *Rynchosia minima*.

Producción de biomasa por leguminosas herbáceas en potreros por finca y época del año

Entre las fincas, se encontraron diferencias en la producción de biomasa de las leguminosas herbáceas (P<0,05). Con la aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis (P<0,05) se conformaron tres grupos, el primero formado por las fincas La Bendición y Campo Alegre, el segundo por Los Naranjos, El Descanso y El Esfuerzo y el tercero por finca Las Marías (Tabla 3).

La producción de biomasa de las leguminosas herbáceas estuvo en función de la época del año. Durante el periodo lluvioso se obtuvieron los valores mayores en las seis fincas (Tabla 3). La disponibilidad de agua en el suelo es vital para los procesos de fotosíntesis y crecimiento de las plantas. Además de la escasez de humedad en el suelo, la disminución de la oferta forrajera de las gramíneas, también pudiese contribuir a la declinación de la producción de biomasa de las leguminosas herbáceas.

Estos resultados son inferiores a los reportados por Oliveira y Schwengber (2008), quienes obtuvieron una biomasa forrajera promedio de 1724 kg/MS/ha para tres especies, utilizadas como cobertura en Boa Vista, Brasil, y a los informados por Sanabria *et al.* (1995), los cuales encontraron un promedio de 2550 kg/MS/ha, para 14 ecotipos de leguminosas forrajeras en una sabana del estado Monagas.

Las diferencias entre fincas pueden ser atribuidas al manejo de los potreros por parte del

Tabla 3. Producción de biomasa de leguminosas herbáceas por finca y época del año en el municipio Guanarito.

Finca	Superficie (ha)	Total anual (kg/MS/ha)	Época seca (kg/MS/ha)	Época lluviosa (kg/MS/ha)
La Bendición	160	1.360a	560a	800a
Los Naranjos	11	1.310a	540a	770a
Campo Alegre	19	1.265a	505a	760a
El Descanso	76	1.040b	360b	680b
El Esfuerzo	80	1.000b	340b	660b
Las Marías	160	352c	167c	185c

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P< 0,05).

productor (Paterson y Horrell 1981; Ruiz *et al.* 2006). Donde se observó mayor control de malezas y sobre pastoreo, la producción de biomasa de las leguminosas herbáceas fue menor, indistintamente de la época del año (fincas El Descanso y El Esfuerzo). La finca Las Marías presentó una situación distinta, tuvo mayor superficie de terrenos bajos con mal drenaje y los potreros estaban muy enmalezados, situación que pudo afectar la presencia y producción de las leguminosas herbáceas.

Producción de biomasa de las leguminosas herbáceas en los potreros por especie y por finca

Se encontraron diferencias entre especies ($P < 0,05$), las cuales se ordenaron en tres grupos (Tabla 4). Las especies que aportaron mayor cantidad de biomasa fueron *Rhynchosia minima*, *Teramnus volubilis* y *Desmodium adscendens*. El segundo grupo lo conformaron *Centrosema pubescens*, *Mimosa pudica* y *Desmodium scorpiurus*. Las diferencias entre especies pueden responder a aspectos genéticos.

En términos de especies, la producción de biomasa fue baja en relación a lo reportado por Sanabria *et al.* (1995) y Oliveira y Schwengber (2008), solo *Rhynchosia minima*, alcanzó un valor similar (1156 kg/MS/ha). Se considera bajo el aporte forrajero de este grupo de plantas.

Frecuencia de las leguminosas herbáceas en los potreros

Las especies más frecuentes fueron *Teramnus volubilis*, *Rhynchosia minima*, *Mimosa pudica* y *Desmodium adscendens*, con valores entre 11 y 17 % (Tabla 5). *Crotalaria retusa* fue menos frecuente (0,6 %). La mayoría de los productores realizan constantemente el control de malezas, bien sea manual, mecánico o químico, lo cual puede disminuir el crecimiento de las leguminosas herbáceas, hasta la eliminación total. El incremento de la carga animal también afectaría la frecuencia, porque la mayoría de las leguminosas herbáceas son forrajeras.

Tabla 5. Frecuencia de leguminosas herbáceas en las seis fincas del municipio Guanarito.

Especie	Frecuencia absoluta (%)*
<i>Teramnus volubilis</i>	17
<i>Rhynchosia minima</i>	15
<i>Mimosa pudica</i>	14
<i>Desmodium adscendens</i>	11
<i>Teramnus uncinatus</i>	10
<i>Desmodium scorpiurus</i>	8
<i>Desmodium triflorum</i>	6
<i>Cassia occidentalis</i>	5
<i>Centrosema pubescens</i>	5
<i>Calopogonium caeruleum</i>	4
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	3
<i>Desmodium axillare</i>	2
<i>Crotalaria retusa</i>	0,6

*Cantidad de potreros donde la especie estaba presente, de un total de 150 evaluaciones.

Tabla 4. Producción de biomasa de leguminosas herbáceas por especie y por finca en el municipio Guanarito.

Especies	Fincas						Total
	La Bendición	El Descanso	El Esfuerzo	Campo Alegre	Los Naranjos	Las Marías	
	kg/MS/ha						
<i>Rhynchosia minima</i>	256	207	129	258	306	-	1156a
<i>Teramnus volubilis</i>	253	135	175	243	-	52	858a
<i>Desmodium scorpiurus</i>	168	113	-	85	201	-	568b
<i>Desmodium adscendens</i>	168	120	133	114	332	-	867a
<i>Teramnus uncinatus</i>	158	41	139	43	-	-	380b
<i>Mimosa pudica</i>	125	115	194	135	-	152	721b
<i>Calopogonium caeruleum</i>	107	58	54	110	-	-	329b
<i>Desmodium triflorum</i>	68	48	-	-	-	-	116c
<i>Desmodium axillare</i>	56,0	-	-	-	-	-	56c
<i>Cassia occidentalis</i>	-	202	-	-	-	112	314c
<i>Centrosema pubescens</i>	-	-	176	215	256	-	647b
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	-	-	-	61	99	21	181c
<i>Crotalaria retusa</i>	-	-	-	-	115	15	130c
Total	1.360	1.040	1.000	1.265	1310	352	6.327

Los resultados de este trabajo son inferiores a los reportados por Camargo (2000), quien encontró una frecuencia absoluta de *Teramnus volubilis* de 75 %, en el sector Hoja Blanca del municipio Guanarito. Estas diferencias pueden ser causadas por la utilización de productos químicos para el control de las malezas y el sobre pastoreo. Mientras se mantenga esta situación en el tiempo, menor será la frecuencia de leguminosas herbáceas en potreros.

CONCLUSIONES

En las seis fincas, se encontraron 13 especies de leguminosas herbáceas en los potreros, 85 % de las cuales son de interés forrajero. Estas especies tienen importancia agronómica y económica como forraje y cultivo de cobertura, por lo que su permanencia en los potreros constituye una estrategia eficaz destinada al mejoramiento de la productividad y calidad nutricional del pastizal.

Se encontraron diferencias entre las fincas en función de la diversidad y producción de biomasa de las leguminosas herbáceas; la posición fisiográfica y el manejo pudiesen ser causantes de tales divergencias.

En términos de producción de biomasa el aporte de las leguminosas herbáceas se considera bajo; la diversidad en relación al número de especies se encuentra en el rango señalado para la sabana nativa.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Red de Innovación Productiva en Ganadería de Doble Propósito del Municipio Guanarito por el financiamiento del trabajo. A los propietarios de las fincas señores Cándido Zambrano, Narciso Aranda, Hilario Aranda, Justo Contreras, Ángel Durán, José Ornino Mendoza y Jesús Manuel Molina y a la bachiller María Mena. A los niños Justo Contreras, Andreína Durán y Edinson Zambrano, quienes participaron con entusiasmo en todas las fases del trabajo.

REFERENCIAS

Camargo, M. 2000. Composición botánica forrajera y productividad lechera en fincas de

doble propósito del municipio Guanarito, Portuguesa. Revista Unell. de Ciencia y Tecnología. Volumen especial: 102 – 109.

Entrena, I., Chacón, E. y González, V. 1998. Influencia de la carga animal y la fertilización con azufre sobre la tasa de crecimiento, biomasa y producción aérea neta de una asociación de *Brachiaria mutica* y *Teramnus uncinatum*. Zootecnia Tropical 16(2): 183-206. [Revista en línea]. Disponible en: http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/zootecniatropical/zt1602/texto/influcarga.htm. [Consulta: junio 2009].

Guevara, L. 1986. Mimosoideae. Alcance. Revista Científica. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Agronómicas. 35: 17 - 38.

Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José. pp.13 – 14.

Madueño-Molina, A., García-Paredes, D., Martínez-Hernández, J. y Rubio, C. 2006. Germinación y desarrollo de plántulas de frijolillo *Rhynchosia minima* (L) DC. en condiciones de salinidad. Terra Latinoamericana 24 (1): 47-54. [Revista en línea]. Disponible: <http://inifzacgw.inifapzac.sagarpa.gob.mx/publicaciones/movimiento.pdf>. [Consulta: junio 2009].

Mancilla, L. y Valbuena, N. 2002. ¿Por qué las leguminosas forrajeras llegan a convertirse en malezas? Revista Carabobo Pecuario 52: 44.

Middleton, C. y Mellor, W. 1982. Grazing assessment of the tropical legume *Calopogonium caeruleum*. Tropical Grasslands 16(4): 213-216. [Revista en línea]. Disponible: http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_16_1982/Vol_16_04_82_pp213_216.pdf. [Consulta: junio 2009].

Muñoz, A. 2000. Las Leguminosas Tropicales, un complemento de las gramíneas en la

- producción animal con rumiantes. UNELLEZ, Guanare. 88 p. Mimeo.
- Oliveira, J. y Schwengber, D. 2008. Producao de fitomasa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura em solo de cerrado de Boa Vista, Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 07. 13 pp. Embrapa Roraima. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.cpafr.embrapa.br/embrapa/attachments/262_bp072008_fitomassa_jane.pdf. [Consulta: junio 2010].
- Paterson, R. y Horrell, C. 1981. Forage legumes in Santa Cruz, Bolivia. Trop. Anim. Prod. 6(1): 44-53. [Revista en línea]. Disponible en: http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/TAP61/61_44.pdf. [Consulta: junio 2009].
- Pedrique, C. y Medina, A. 2006. Desarrollo de un sistema agrosilvopastoril en los municipios Guanarito y Sucre del estado Portuguesa. [Documento en línea] en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/congreso/agroforesteria> [Consulta: Abril 25, 2008].
- Rebuffo, M., Bemhaja, M. y Risso, D. s/f. Uso de leguminosas forrajeras en sistemas pastoriles: situación actual de Uruguay. [Documento en línea]. www.inia.org.uy/sitios/Inl/vol36/rebúffo2.pdf. [Consulta: junio 2009].
- Ruiz, T., Castillo, E., Alonso, J. y Febles, G. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa en sistemas ganaderos. X Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia. FCV. Maracaibo, 20,21y 22 de Abril. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A8-Tomas%20Ruiz.pdf. [Consulta: junio 2009].
- Sanabria, D., Fariñas, J., Manrique, U., Flores, Z. y Reyna, Y. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de mesa del estado Bolívar, Venezuela. Zootecnia Tropical 13(1):63-76. [Revista en línea]. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1301/texto/adaptabilidad.htm. [Consulta: junio 2009].
- Sánchez, A. 2006. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. FONAIAP. [Documento en línea] en <http://www.ceniap.gov.ve> [Consulta: marzo 04, 2008].
- Sarmiento, G. y Vera, M. 1979. Composición, estructura, biomasa y producción primaria en diferentes sabanas de los llanos occidentales de Venezuela. Separata del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales N° 136 Tomo XXXIV. Caracas, Venezuela. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.ciens.ula.ve/icae/publicaciones/sabanas/pdf/sarmiento_g1979.pdf. [Consulta mayo 2010].
- Tejos, R. 1999. Inventario de vegetación: notas de clase. Programa de Ingeniería de Producción Animal, UNELLEZ. 19 p. Mimeo.
- Tejos, R. 2002. Pastos nativos de sabanas inundables. Megagraf. Barquisimeto. Venezuela. 108 p. [Libro en línea]. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/pastos_nativos/capítulos.pdf. [Consulta: junio 2009].
- Tejos, R., Berrade, F. y Jauregui, P. 1992. Efecto de niveles de inundación y pastoreo sobre la composición botánica del módulo Fernando Corrales, Apure. In. Berrade, F. y Tejos, R. Productividad primaria aérea neta en diferentes unidades fisiográficas del módulo Fernando Corrales (Edo. Apure) (PIMA-18). UNELLEZ, Guanare. Mimeo.
- Villa, V. Carrillo, B. Martínez, A. Ruiz, C. y Martínez, A. 2000. Leguminosas. [Documento en línea] en <http://www.ceniap.gov.ve> [Consulta: enero 10, 2008].

ARTÍCULO RESEÑA

CAMBIO CLIMÁTICO, RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL Y EDUCACIÓN*

Climatic change, environmental responsibility and education

Rafael Javier Rodríguez R.¹ y Carlos Enrique Rangel P.²

RESUMEN

El Cambio Climático (CC) es una realidad, representa un reto que la humanidad debe afrontar, porque significa un desafío para el modelo de desarrollo asumido desde la industrialización. Se enmarca en el contexto de crisis global ambiental, complejo conjunto de situaciones que aquejan al planeta como un todo interdependiente, interrelacionado y sistémico. De acuerdo a la forma en que se enfrente el CC, esta acción trascenderá en el futuro, ya que tendrá un efecto en las perspectivas de desarrollo humano. La situación planteada precisa elaborar, adoptar y aplicar programas de educación y sensibilización, facilitar el acceso a la información y participación, además, de la participación de la sociedad en la elaboración de respuestas educativas, en sus vertientes formal e informal, para promocionar valores ambientales que sean internalizados y proponer acciones, con el fin de fomentar actitudes favorables para el logro de un desarrollo sostenible. El componente educativo, se ha incrementado en las políticas de estado, se evidencia en el desarrollo de una instrumentación legal que contempla la formación del ciudadano e implica que los organismos del Estado, las empresas, las comunidades y las organizaciones no gubernamentales se involucren con el fin de definir y llevar a la práctica estrategias significativas de respuestas ante este escenario. Es necesario que la maquinaria sociopolítica y especialmente la empresarial se instruya para enfrentar los retos que supone esta situación; es preciso enriquecer la capacidad del país en el área de evaluación de vulnerabilidad y adaptación de forma integrada, reconocer los acuerdos internacionales relativos al CC, para demostrar que esta formación integral sobre el área ambiental podrá redundar en el crecimiento económico, sin detrimento de los recursos naturales, pues hasta ahora, la acción proambiental se ha basado fundamentalmente en la adopción de buenas prácticas y la puesta en marcha de algunos sistemas de gestión medioambiental. Un tema clave es desarrollar estrategias nacionales para promover la responsabilidad medioambiental, que fortalezcan la adaptación y mitigación al cambio climático, que puedan integrarse a los planes de desarrollo. Es necesario además, definir indicadores y sistemas de medición que permitan valorar la responsabilidad social y medioambiental de las sociedades, las organizaciones y las partes involucradas. Ante tales argumentos, este trabajo se presenta como una propuesta teórica.

Palabras clave: responsabilidad social, gestión ambiental, educación.

ABSTRACT

Climatic change (CC) is a reality. It is rapidly becoming the next serious challenge mankind has to face. CC poses a threat to our society's current model of industrial development. It is but a part of the complex, interdependent and interrelated environmental crisis that ails the planet as a whole. The way our society deals with CC will have far reaching consequences on the future of human development. The current situation of environmental deterioration demands from all groups of society to design, adopt and

(*) Recibido: 02-11-2009

Aceptado: 14-05-2010

¹ Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA) – Barquisimeto, Venezuela. E-mail: rafaeljavier@ucla.edu.ve

² Universidad Politécnica "Antonio José de Sucre", núcleo Carora – Venezuela. Carlosrangel71@hotmail.com

apply educational and sensibilization programs as well as to facilitate the access to information and increase society's participation in the adequation of the educational system's responses, both formal and informal, to the problem. All these in order to promote environmental values that can be internalized by the individual and that at the same time can result into concrete actions conducive to a both environmentally friendly and financially sustainable model of industrial development. The importance of education in the government's environmental policies has increased significantly in recent years. In the particular case of CC, the evidence is in the development of a legal framework where the individual's environmental formation is well established. This framework implies the involvement of government and non-government agencies, enterprises and communities in the design and implementation of serious and relevant answers to the CC scenario. It is necessary that industrial conglomerates and sociopolitical groups get educated in this new paradigm in order to face the challenge successfully. Another part of the equation has to do with the increase of the country's capacity to evaluate its vulnerabilities as well as its adaptative capabilities as part of an integrated approach that takes into account the international agreements on CC, thus showing that this integrative educational and social approach to the individual's environmental formation can create economic growth and be environmentally successful as well. So far, most of the current pro-environment policies have been based on the implementation of sound management ideas as part of some systems of environmental management. A key issue is to develop national strategies that promote environmental responsibility in order to improve the country's adaptation to CC and the amelioration of its effects, that can also be integrated into national development plans and that can provide indicators and measurement systems to evaluate the awareness and responsibility towards the environment of all the organizations and individuals involved. This paper presents a theoretical response to the issue of CC.

Key words: social responsibility, environmental management, education.

INTRODUCCIÓN

El CC faculta plantear interrogantes en varios ámbitos, principalmente sobre justicia social, equidad y derechos humanos. Es importante destacar que en la actualidad se cuenta con recursos financieros y con las capacidades tecnológicas para comenzar a actuar, de manera que si no logramos impedir un cambio magnificado, será a causa de nuestra incapacidad de generar voluntad política para obrar unidos. Se requieren transformaciones humanas, para internalizar los retos asociados a una transición hacia un verdadero desarrollo. Para los países latinoamericanos existe un doble reto en este contexto; por una parte, asegurar el éxito de la lucha contra la pobreza y, por otra, entender el rol que la región puede jugar en definir una economía global desligada básicamente del uso de combustibles fósiles.

Para afrontar esta situación se exige la presencia de profesionales en diferentes áreas; en

Venezuela, aunque se dispone de especialistas, pocos manejan las interrelaciones entre el CC y otros sectores, necesarios a fin de organizar y ejecutar un trabajo enmarcado en los problemas nacionales, principalmente de índole ambiental. Resalta que los mecanismos existentes de interacción entre las instituciones públicas y los entes productivos son ineficientes, donde el individualismo ha sobresalido negativamente. Esta razón amerita promover una gestión en términos de conocimientos, organización, innovación, creatividad, eficiencia técnica y económica. Considerar la dimensión ambiente, significa para las organizaciones un cambio de racionalidad de gestión empresarial, en estos momentos de extrema necesidad.

Por otro lado, llama la atención que la mayoría de los estudios nacionales de vulnerabilidad, adaptación y mitigación realizados en diferentes partes del mundo, se concentran en la selección de escenarios de CC y estudios de impacto, lo cual representa un enfoque que no

siempre ha dado como resultado opciones pertinentes a políticas de respuestas. En este orden de ideas, el Programa de Naciones Unidas, a través de la oficina regional para América Latina y el Caribe, identificó una serie de aspectos referentes a la región, destaca que no todos los países de la zona tienen una única posición frente al CC, debido a diferencias geoeconómicas, vulnerabilidad, dependencia de recursos energéticos fósiles o eco-fragilidad. Sin embargo, en la región se está buscando una consolidación, una estrategia acordada y común. Se observa un consenso sobre la necesidad de generar informes técnicos para consolidar programas de adaptación y mitigación en condiciones particulares, en el reconocimiento de la urgencia de incorporar el CC en los planes de desarrollo sustentable.

I. El Cambio climático y la necesidad de una gestión ambiental para Venezuela

Cuando mencionamos cambio climático, nos referimos a un problema capaz de ocasionar impactos enormes sobre la disponibilidad de agua y alimentos, la salud, la biodiversidad e infraestructuras costeras en numerosas regiones del planeta (Sánchez 2009). Venezuela, a pesar de su ubicación latitudinal, cercana al ecuador, es vulnerable a los efectos del cambio climático global. Regiones importantes del país pueden ser afectadas, debido a sus condiciones climáticas y ecológicas actuales, a su localización geográfica y a los tipos de actividades económicas (Andressen *et al.* 1996). Entre los principales sectores económicos que podrán afectarse están el agrícola, el turismo, la recreación y el industrial. Asimismo, se observarán impactos sobre la vegetación y la fauna, los ecosistemas frágiles y principalmente los recursos hídricos (Robock *et al.* 1993). Al respecto, es necesario destacar que desde el punto de vista agrícola, el régimen térmico y el hídrico son los factores determinantes en la caracterización y ubicación de los climas, la disponibilidad de agua es el parámetro que determina con mayor precisión las posibilidades agrícolas para el país.

Venezuela forma parte del tratado de Kyoto; por lo que le corresponde en este momento iniciar esfuerzos a fin de cumplir con sus obligaciones, que aunque no incluyen demostrar avances en el

cumplimiento de la reducción en las emisiones de dióxido de carbono, debido a razones principalmente de equidad, basadas en la mayor responsabilidad que han tenido los países altamente industrializados en la generación del problema, nos exigen tomar medidas para tratarlo de la mejor manera y que seguramente, ante los efectos y evidencias del fenómeno, pronto tendremos también que asumir ciertas restricciones.

En función de los pronósticos ambientales esperados, es de extrema urgencia el estudio de temas relacionados con este aspecto científico para abordar las situaciones y escenarios planteados con criterios y basamentos técnicos a fin de alcanzar la tan esperada sustentabilidad. En atención a la problemática señalada, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales en nuestro país, presentó la Primera Comunicación Nacional acerca del Cambio Climático (MARN-PNUD-GEF 2006), la cual constituye la principal referencia local en relación con esta problemática ambiental. La mencionada comunicación contiene entre otros aspectos, el inventario general de emisiones de gases de efecto invernadero, los impactos ambientales y socioeconómicos del cambio climático para Venezuela y las posibles medidas de adaptación, además de los pronósticos del clima para los próximos 50 años, con datos nada alentadores. Al respecto, Martelo (2004) expresó que esta información surgió a partir del análisis de patrones espacio-temporales de precipitaciones y temperatura esperables para el futuro, además de algunas de sus implicaciones más generales, tales como: cambios en el tipo climático, la disponibilidad climática del agua y el confort térmico, las cuales influyen la capacidad productiva en general (principalmente en los sectores vegetal y animal), el uso del agua, el manejo de embalses, la generación de energía y el riesgo de incendios forestales.

Es necesario considerar la adaptación de la sociedad venezolana contemporánea a los retos de sostenibilidad y calidad del medioambiente, se requiere la participación activa de todos los sectores sociales y de modo muy especial de las corporaciones económicas, entre otras razones debido a que en el ámbito económico se toman la mayoría de las decisiones sobre el control y el uso

de energía disponible, la aplicación de los recursos naturales, o la transformación de la calidad del ambiente, que determina un posible camino de llegada al equilibrio armónico hombre-naturaleza-desarrollo a través de la aplicación de la responsabilidad social ambiental.

II. La dimensión ambiental de la responsabilidad social

En Venezuela, el fortalecimiento del estado, consagrado en la constitución de 1961 como empresario y responsable de los derechos sociales, generó una respuesta empresarial activa de promoción social directa con la creación de organizaciones sociales empresariales, cambiando el rol de benefactor al de promotor social. Sin embargo, inicialmente los empresarios nacionales no aceptaron encargarse de la filantropía residual en aquellos espacios que no ocupaba el estado. En el devenir nacional se han presentado diferentes situaciones, en la actualidad se destaca que la inversión empresarial ha sido mayor en la educación, a nivel de la capacitación de recursos humanos y en menor grado en el desarrollo local.

La responsabilidad social corporativa (RSC), también llamada responsabilidad social empresarial (RSE), puede definirse como la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económico y ambiental por parte de las empresas, generalmente con el objetivo de mejorar su situación competitiva, valorativa y su valor añadido. La responsabilidad social no se aplica sólo a las compañías privadas, se ha ampliado para incorporar a las agencias gubernamentales y a otras organizaciones que tengan un claro interés en mostrar cómo realizan su trabajo. Bajo este concepto de administración se engloba un conjunto de prácticas, estrategias y sistemas de gestión empresariales que persiguen un nuevo equilibrio entre las dimensiones económica, social y ambiental. De manera que, la responsabilidad social y las acciones que ésta supone tiene visiones muy diversas y cada una de ellas podría ser apreciada de manera distinta de acuerdo con el entorno de las empresas, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y comunidades. Al respecto la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, señala que la

inversión socialmente responsable representa la expresión más difundida del apoyo a los mercados relacionada con la implementación de buenas prácticas de responsabilidad ambiental y social.

Se entiende por Inversión Socialmente Responsable (ISR) a aquella capaz de incorporar consideraciones éticas, sociales o medio-ambientales a las económicas en la toma de decisiones de inversión, tanto por la empresa como por los agentes inversores externos (Senior *et al.* 2007). Es importante señalar, que en sus primeras etapas, la ISR fue considerada simplemente como un alegato social que no incluía en profundidad variables ecológicas. Según Gardetti (2004) y Luy (2007), existen algunos fundamentos que deben ser considerados en la implementación de la Responsabilidad Social:

- Debe ser una práctica guiada por fundamentos éticos, que responderá a un compromiso a largo plazo. No debe ser una acción puntual con el fin de obtener un beneficio para la imagen o el negocio. La responsabilidad ambiental posee un fundamento ético y operativo, el cual por un lado está fundado en una ética de reciprocidad y compromiso (intergeneracional) que impulsa hacia una forma diferente de gestión y relación entre las empresas y su entorno.
- No se debe considerar sustitutiva de la legislación sobre derechos sociales o normas ambientales.
- No sólo debe ser una imagen ante la sociedad y los gobiernos. La RSE debe mostrar consistencia y fortaleza ante el escrutinio público.
- No debe ser un mecanismo para competir, pues se corre el riesgo de convertir a comunidades y organizaciones no gubernamentales (ONG) en nichos y mecanismos de "mercado".
- La RSC o RSE debe ser ejecutada por la empresa o la corporación, no por sus clientes o por sus empleados, aunque estos últimos podrían participar en el diseño y ejecución de la estrategia.

- Cuando la RSE depende de la intervención de alguna ONG, de acuerdo con sus áreas de experiencia, la empresa debe estar conciente de que tiene "aliados" o "socios" con quienes comparte los éxitos pero también los fracasos. Las ONG's no deben ser vistas como simples "proveedores de servicios".
- Debe responder a necesidades operativas de los diferentes agentes públicos y privados, expresados en la búsqueda de una mayor innovación y ecoeficiencia traducida en un mejor resultado en el cumplimiento de sus respectivas misiones (debe estar clara la vinculación con lo ambiental).

III. Valoración de la responsabilidad ambiental y la situación venezolana

En un escenario económico poco claro en materia de desarrollo sustentable y una sociedad donde el consumo es un factor altamente influyente en el estilo de vida y el comportamiento de los ciudadanos, las empresas son vistas como actores centrales. La empresa, como organización paradigmática a partir de la era industrial, debe necesariamente asumir su responsabilidad por el mal uso de recursos no renovables (Gill 2008), durante ese proceso (de conversión) la sustentabilidad representa un pensamiento útil para la construcción de una nueva concepción de organización (Aular 2006).

Los proyectos de responsabilidad social empresarial podrían parecer parte de una moda gerencial; sin embargo, cuentan con un tratamiento estratégico y se basan en decisiones corporativas que buscan rentabilidad. Se entienden como un plan de negocio que crea fidelidad de marca, atrae inversionistas y principalmente rinde beneficios contables a las compañías. De manera que en los últimos años, se tomó conciencia de que las empresas tienen responsabilidades no sólo relacionadas con el desarrollo económico en los países donde operan, sino frente a temas sociales y ecológicos. Así, en los últimos años comenzó a cobrar sentido el concepto de responsabilidad social empresarial como una manera de terminar con la actitud empresarial ajena a la ética y a la propia vida.

Esta situación ha tomado cada día más fuerza, especialmente en los países desarrollados, en los cuales se favorecen iniciativas voluntarias tales como el Pacto Global, impulsado por las Naciones Unidas, el cual representa una iniciativa internacional voluntaria, considerada como una de las más importantes en relación con la responsabilidad ambiental y social. Si bien en América Latina, el debate es aún incipiente, la sociedad ya percibe su importancia, especialmente por la relación que debe existir entre la responsabilidad social empresarial y los problemas de exclusión, pobreza e inequidad que viven los pueblos poco industrializados. Mientras tanto crece el número de consumidores "responsables", que exigen cada vez con más fuerza a las firmas aportes para el desarrollo, proyectos enfocados en la ética y acciones voluntarias para seguir siendo fieles a la marca. Según Morhardt *et al.* (2002), una de las iniciativas voluntarias con mayor difusión internacional es el mecanismo que proporciona información global sobre la gestión ambiental total o parcial de la empresa, conocido como certificación ISO 14001. Este mecanismo permite homogenizar los estándares de gestión ambiental aplicables a las empresas, el cual cuenta con un amplio reconocimiento de los consumidores de países desarrollados.

Al respecto, Luy (2007) señaló que durante algún tiempo el desarrollo a costa del medioambiente no fue la excepción, sino la regla. Durante un período prolongado la labor empresarial consideró al ambiente como un espacio con una alta capacidad de tolerancia a los desechos generados en los procesos industriales o bajo la premisa de que la contaminación de las aguas, los suelos, la atmósfera, o la pérdida de espacios naturales representaban solamente efectos colaterales e intrínsecamente vinculados con el desarrollo. Sin embargo, la presión ciudadana y las advertencias de universidades, centros de investigación y de organizaciones no gubernamentales condujeron a los gobiernos a establecer regulaciones ambientales orientadas a disminuir el impacto de la actividad productiva sobre el ambiente o la salud de los ciudadanos. Es así que en los últimos años se han formalizado acuerdos internacionales entre gobiernos en materia ambiental, que tienen incidencia en leyes y

políticas públicas en cada Estado. Mientras que en el ámbito nacional surgieron ciertos controles sobre el proceso de producción, así como en el mejoramiento de éstos, a fin de ahorrar agua y electricidad principalmente, disminuir el volumen de desechos sólidos, líquidos o gaseosos, además de contemplar el manejo de los residuos antes de su descarte definitivo.

Uno de los aspectos resaltantes en nuestro país, es el desconocimiento generalizado acerca de los indicadores de valoración de la responsabilidad social medioambiental de las empresas y la inexistencia de un programa de educación ambiental relacionado con el cambio climático, razón que hace imprescindible la creación de estos indicadores, así como su aplicación en la sociedad en general, lo que implica que los organismos del Estado, las empresas, las comunidades y las organizaciones no gubernamentales se involucren en el conocimiento del tema. Al respecto, es necesario considerar que la maquinaria sociopolítica de Venezuela se debe capacitar para enfrentar los retos que presupone esta situación ambiental, es preciso enriquecer la capacidad del país en el área de evaluación de su vulnerabilidad y adaptación de forma integrada, así como reconocer siempre los acuerdos internacionales sobre el cambio climático. En nuestro país, la comisión encargada de presentar la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, definió algunas situaciones problemáticas relacionadas con la transferencia de tecnología e información referente a esta condición atmosférica, resalta que los mecanismos existentes de interacción entre las instituciones públicas y los sectores productivos son ineficientes, el individualismo en los esfuerzos de desarrollo tecnológico ha sobresalido de manera negativa.

De igual manera, debemos señalar la inexistencia de políticas claras contra el cambio climático, las cuales ya en otros países se adelantan y ejecutan a la vez que se adoptan tecnologías y prácticas adecuadas, que tienen como principal intención mitigar los efectos nocivos sobre nuestro planeta. Debemos también reconocer que, aun cuando nuestra contribución global al efecto invernadero a través de nuestras emisiones directas

sea considera baja, Venezuela es uno de los principales países exportadores de petróleo. También debemos saber que la extracción, conversión y uso de petróleo y el gas como combustibles contribuyen al 77 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en Venezuela. A escala mundial, el consumo actual de combustibles fósiles representa algo más del 80 % de toda la energía que se consume. Sin embargo, esta cifra incrementará a 90 % para el año 2020, si no se hace nada para impulsar una transición energética que ofrezca una mayor participación a las energías renovables en los mercados (Fundación Instituto de Ingeniería 2006).

El cambio climático es un asunto de particular importancia para Venezuela por tratarse de un país vulnerable. Algunos de estos factores están representados por que 60 % de la población se asienta en el arco montañoso andino-costero, altamente dependiente de embalses para el abastecimiento de agua, cuya recarga depende del régimen pluviométrico. Por otra parte, la producción agrícola es principalmente de secano, lo que causa susceptibilidad a la variación estacional de las lluvias. Entre otras características naturales de Venezuela destaca su diversidad biológica, a pesar de su relativamente pequeña extensión, está entre los 10 países con mayor diversidad de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Además, cerca de 50 % del territorio está cubierto por bosques y 15 % está protegido por parques nacionales y monumentos naturales. A lo anterior habría que sumarle la superficie de otras áreas protegidas destinadas a la conservación, como los refugios y reservas de fauna silvestre.

Es necesario destacar, el caso referente a las costas Venezolanas - alrededor de 4000 km-, ya que la mayoría de la actividad económica productiva del país tiene lugar a lo largo de ésta y según recientes observaciones, la costa este del lago de Maracaibo en la actualidad se está retrayendo a una velocidad de alrededor de 8 cm por año, debido parcialmente a la extracción de petróleo, tal retracción amenaza a la industria petrolera, a la inversión asociada y a la población en los principales centros urbanos a lo largo de la costa. Adicionalmente, la elevación del nivel del

mar entre 2 y 10 cm por década, como es sugerido en los escenarios climáticos, se agrega a la exacerbación de la erosión de la costa, lo cual aumenta el riesgo de inundación para las miles de hectáreas de tierras bajas costeras.

A pesar de esta breve descripción de las características naturales de Venezuela, la RSE ha estado orientada principalmente hacia temas de salud y educación, ha tenido como principales destinatarios los sectores de menor ingreso, los niños y los jóvenes. De manera que el ambiente no ha sido el ámbito de mayor atención por parte de las empresas para ejercer su responsabilidad social. Quizás esto no significa que no existan iniciativas, pero en virtud de nuestra diversidad y potencial biológico, podrían hacerse mayores esfuerzos, por ejemplo, es difícil entender por qué en la cuenca del lago de Valencia, donde está asentado un alto porcentaje de la actividad industrial secundaria del país, que tiene el lago y los parques nacionales Henri Pittier y San Esteban, son una excepción las empresas que apoyan programas ambientales en esta región (Luy 2007).

Quizás sea importante aclarar que la intención no es tener al menos el aporte de la RSE a ámbitos distintos al ambiente, pero sí mostrar que apoyar el ambiente es una estrategia para contribuir a mejorar la calidad de vida de todos. Es posible, que la rica diversidad biológica no sea suficiente para convencer a una empresa que oriente parte de su RSE hacia el tema ambiental, pero he aquí algunos argumentos y ejemplos empresariales que favorecen el apoyo de proyectos ambientales en el marco de las políticas de RSE, y que tienen un efecto en la calidad de vida de los ciudadanos:

- Presencia en todos los estados del país de al menos un parque nacional, que represente un importante espacio recreativo de la región. Además, los parques nacionales brindan protección a las nacientes de las cuencas hidrográficas que abastecen los acueductos y que representan las fuentes naturales de producción de agua.
- Existencia de comunidades asociadas a casi todas las áreas protegidas, que usan los recursos naturales (pesca, turismo de naturaleza o actividades agroecológicas). En

muchos casos esas actividades representan el principal ingreso económico de esas comunidades.

- Uno de los principales problemas ambientales de Venezuela es el manejo y la disposición de los desechos sólidos, que afecta la calidad de vida de prácticamente todos los ciudadanos. En Venezuela se ha impulsado y apoyado algunos proyectos de gestión de residuos en diferentes sectores del país por parte de algunas empresas privadas que tradicionalmente patrocinan a asociaciones que protegen el ambiente.

La visión integral del problema es necesaria, destaca por ejemplo, que en nuestro país deberá más temprano que tarde enfrentarse una transición energética, por lo que se necesitará una preparación previa que reconozca un mejor aprovechamiento del beneficio económico del negocio petrolero. Al respecto, Gabaldón (2008) planteó que resulta supremamente importante cómo encarar la cuestión de esa transición. Seguramente la solución estaría en una diversificación de las fuentes económicas del país, que implica aprender a vivir de otros rubros, como lo plantea Rodríguez (2009).

IV. La educación y la conducción hacia el cambio

La educación desempeña una función determinante en la manera en que una sociedad actúe frente a los retos que le plantee su entorno; pero ¿Cómo maximizar a través de la educación la capacidad adaptativa o mitigativa de un sector, a los posibles y no completamente conocidos impactos de los cambios ambientales globales?, máxime cuando se ha reconocido que la percepción social del problema originado por el Cambio Climático, es altamente vulnerable a las situaciones de disonancia cognitiva: conocemos el problema, asumimos la necesidad de actuar en consecuencia, pero finalmente nuestras prácticas pocas veces son consecuentes con lo que sabemos y creemos (Meira 2008). Parece necesario entonces, enfrentar esta incoherencia y ofrecer alternativas de buenas prácticas que permitan ajustar pericias proambientales, las cuales pueden surgir de iniciativas entre las universidades y las empresas.

Entre algunos aspectos que pudiesen contemplarse en un programa académico relacionado con el Cambio Climático y la Responsabilidad Ambiental, destacan las temáticas relacionadas con las aplicaciones dirigidas a enfrentar la problemática del Cambio Climático, por cuanto empresas privadas y administraciones públicas requieren profesionales con amplio conocimiento en el tema, tanto por la incidencia que esta situación muestra en las actividades productivas y de servicios como por la frecuente necesidad de evaluar, planificar y adecuarse, en las distintas fases de la gestión empresarial y administrativa relacionadas con el medioambiente.

Es importante destacar, con respecto a la situación política-educativa, que en Venezuela se ha pretendido iniciar un proceso para la construcción de una “Sociedad Alternativa”, de manera que esta coyuntura no debe ser apartada al momento de enfrentar problemas ambientales, por el contrario es imprescindible sustentar las políticas educativas hacia otros ámbitos, para ofrecer cabida al potencial de la Responsabilidad Social y destacar las preocupaciones de índole ambiental, en especial las relacionadas con las consecuencias del Cambio Climático. En este contexto, las empresas tienen la posibilidad de considerar dentro de sus lineamientos de RSE al ambiente, por los vínculos que tiene, directa o indirectamente, sobre la actividad productiva, sus empleados y la calidad ambiental de todos sus potenciales consumidores.

Es necesario confrontar los retos planteados cuando proyectamos en el futuro una sociedad mejor adaptada a las condiciones específicas de su entorno, reconocer lo complejo del tema y con la intención sistémica, enfatizar en algunos aspectos relevantes relacionados con la intención de diseñar, fortalecer y acelerar un proceso adaptativo. Es posible sugerir propuestas conducentes al cambio de actitud, vía proceso educativo, en el cual la responsabilidad ambiental permita articular los problemas ambientales con la educación, que visto como un proceso de aprendizaje, requiere considerar aspectos estructurales, además de institucionales y sociales, conducentes a cambios de comportamiento. Este enfoque representa una gran oportunidad para que la educación retome su

papel fundamental en una sociedad y sirva de puente hermenéutico entre las empresas y la crisis ambiental.

CONCLUSIONES

Es fundamental reconocer que los esfuerzos a realizar para mitigar efectos del cambio climático no deben abarcar un determinado sector de la sociedad o ciertas actividades específicas, se trata de una tarea en la que todos debemos comprometernos, principalmente debido a que toda actividad de producción y consumo de bienes requiere uso de energía que emite gases de invernadero. Por ello, mientras se desarrollan nuevas tecnologías relacionadas con energías alternativas provenientes de fuentes renovables, se impone un esfuerzo colectivo que amerita urgentemente un cambio de actitud, el cual necesita información base que se puede lograr a través del proceso educativo. En este sentido, la intervención de las empresas vía responsabilidad social se presenta como una gran alternativa para alcanzar la tan esperada sostenibilidad.

Se debe reconocer que todos los sistemas ecológicos y económicos indispensables para el desarrollo y bienestar social son altamente sensibles a la velocidad y magnitud del cambio climático. En Venezuela, así como en la mayoría de países latinoamericanos se requiere promover una gestión gerencial en términos de conocimientos, organización, innovación, creatividad, eficiencia técnica y económica. Considerar y valorar la dimensión ambiente, significa para las organizaciones un cambio de racionalidad de gestión empresarial, en estos momentos con extrema urgencia. En definitiva es apremiante la participación activa de las empresas con el objeto de alcanzar una mejora en la calidad de vida de los individuos y de las comunidades. Las partes interesadas esperan que las empresas actúen responsablemente, brinden información acerca de sus actividades, procedan más allá de su propio interés y cumplan con la legislación. Es necesario, que además de los fundamentos científicos del problema del Cambio Climático y de las bondades que ofrece la Responsabilidad Social para un país, se estudie a las organizaciones educativas como potenciadoras de cambios de

actitud en las personas, hacia una cultura ambiental que permita reconocer al ambiente y lo valore racionalmente.

REFERENCIAS

- Andressen, R., Robock, A. y Acevedo, M. 1996. Escenarios de Cambio Climático por efecto invernadero y deforestación para Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* 37: 221- 249.
- Aular, A. 2006. Estrategias para la Sustentabilidad organizacional de las PyMEs metalmeccánica. Bases para su desarrollo. V Congreso de Investigación y Creación Intelectual. UNIMET. Memorias. Caracas. Caracas Vol. 5, N° 2 (Nueva serie): 145-153.
- Fundación Instituto de Ingeniería. 2006. Estudio de prospectiva Tecnológica en Cambio Climático. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Venezuela. pp 2-5.
- Gabaldón, A. 2008. El cambio climático y sus posibles efectos sobre Venezuela. *Rev. Humanía del Sur* 3(4): 13 – 32.
- Gardetti, M. 2004. Creando valor sustentable. *Bussines and Sustainability Setter*. Año 1. N° 2. Abril.
- Gill, A. 2008. Responsabilidad Empresarial y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Económicas. UBA.
- Luy, A. 2007. Responsabilidad Social Empresarial: El ambiente es una oportunidad. Fundación Tierra Viva. *Revista Producto*. Edición 296. Disponible en www.producto.com.ve/rse/opinion/rse-el-ambiente.php.
- MARN-PNUD-GEF. 2006. Primera comunicación nacional en Cambio Climático de Venezuela. Versión didáctica para el nivel de educación diversificada. 120 p.
- Martelo, M. 2004. Consecuencias ambientales Generales del Cambio Climático en Venezuela. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Dirección General de cuencas Hidrográficas-MARN. pp 1-12.
- Meira, P. 2008. Comunicar el Cambio Climático. Escenario Social y Líneas de Acción. Serie Educación ambiental. Ministerio del ambiente y medio Rural y Marino. España. Pp. 15-66.
- Morhardt, E., Sarah, B. and Nelly, F. 2002. Scoring corporate environmental and sustainability reports using GRI 2000, ISO 14031 and other criteria. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Mgmt* 9. pp 215-233.
- Robock, A., Turco, R., Harwell, M., Andressen, R. Chang, H. and Sivakumar, M. 1993. Use of general circulation model output in the creation of climate change scenarios for impact analysis. *Climatic Change* 7(4): 367 – 389.
- Rodríguez, R. 2009. “El Cambio climático: Una respuesta física al comportamiento humano”. Ediciones del Rectorado de la UCLA. 143 p.
- Sánchez, J. 2009. Prólogo del libro: “El Cambio climático: Una respuesta física al comportamiento humano”. En: Rodríguez, R. 2009. Ediciones del Rectorado de la UCLA. 143 p.
- Senior, A., Narváez., M., Fernández, G. y Revilla, J. 2007. Responsabilidad ambiental: factor creador de valor agregado en las organizaciones. *Revista de ciencias Sociales*. XIII(3). FACES-LUZ: 484-494.

ARTÍCULO RESEÑA

ACERCA DE LA HISTORIA, TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y USOS DE *Bixa orellana* L.*

About the history, taxonomy, botany and uses of *Bixa orellana* L.

Freddy Leal¹ y Claret Michelangeli de Clavijo²

“Hallé un hombre solo en una almadía [canoa] que se pasaba de la isla de Santa María a la Fernandina, y traía un poco de su pan [casabe], que sería tanto como el puño, y una calabaza de agua y un pedazo de tierra bermeja [onoto] hecha en polvo y después amasada, ...”

Almirante Cristóbal Colón (1492)

INTRODUCCIÓN

Desde épocas muy remotas, y antes de que la historia lo señale, el hombre ha usado pigmentos de origen vegetal para teñir sus vestidos, para adornar a su hogar, para darle color a sus comidas y bebidas, y para embellecer su cuerpo. Es de destacar que en los últimos tiempos, el añadido de colorantes juega un papel grande, en las industrias modernas de alimentos y cosméticos (Rem y Espig 1991).

A fines del siglo XIX, la industria química de entonces, revoluciona el comercio y mercado de pigmentos naturales orgánicos, pues gracias a la síntesis de muchos de ellos, casi los eliminan del mercado; sin embargo, ha habido un resurgimiento, al descubrirse los efectos carcinógenos, alergénicos o sobre la piel de estos productos sintéticos; de manera que, los pigmentos vegetales han vuelto a jugar un papel importante en la coloración de alimentos o en productos de belleza aplicables a la piel, por cuanto la legislación de la mayoría de los países desarrollados demandan pruebas de inocuidad para los colorantes sintéticos, no así para los productos de plantas (Rem y Espig 1991).

Los pigmentos de plantas usados por las industrias de alimentos, cosméticos y colorantes, pertenecen a una variedad grande de productos químicos, entre ellos: los rojos provienen de las antocianinas, betacianinas y algunos carotenoides (bixina y orellina del onoto, capsantina del pimentón (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*), licopeno del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *esculentum*) y cartamina del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.); los amarillos de los carotenoides: xantofila y zeaxantina del maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*), azafrina del azafrán (*Crocus sativus* L.), la curcumina de la cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y los verdes de las clorofilas.

En general, los pigmentos se hallan en los plastidios y vacuolas en las células de las plantas. Los pigmentos como la clorofila y los carotenoides presentes en los plastidios, son solubles en aceites y grasas; de manera que, son usados en alimentos y cosméticos ricos en estos compuestos, aún cuando pueden ser usados en alimentos libres de grasas con la ayuda de agentes emulsivos y dispersantes. Los pigmentos presentes en las vacuolas, como las antocianinas y betacianinas, son solubles en agua; y por ello, su uso es de importancia primaria en la industria de bebidas y repostería.

El gran valor estratégico de las especies y plantas colorantes está determinado por su código genético, el cual identifica una composición

(*) Recibido: 12-01-2010

Aceptado: 30-07-2010

¹ Cátedra de Frutales y Especies. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay.

² Biotecnología y Bioseguridad. Centro de Investigaciones de Biotecnología Agrícola (CIBA). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. claremiche@gmail.com.

química que representa un perfil organoléptico o farmacológico (Bardoni 1994).

ONOTO, BIXA, ACHIOTE O URUCÚ

El onoto o achiote (*Bixa orellana* L.) conocido también por los nombres de achote, achote de monte, urucú (García Barriga 1992); rouku, ruen, chica, chacangarigua, pamacea (Hernández 1605); anoto (Tamanaco), mapoya y mayepa (Maipure) (Humboldt 1804), color (Gumilla 1741); bija, bicha (Pérez Arbeláez 1978), caituco, caitoco (Alvarado 1921; Pittier 1926); huantura (Ruiz 1793), Ocote (Arce 1983); y por otros nombres que le dan las diferentes etnias que habitan la Amazonía y la Orinoquía. Anoto y onoto son voces caribes (Tamanaco); bija, es voz del caribe insular (Taino) que se hablaba en La Española; urucú es de origen guaraní y achiote es de origen náhuatl.

HISTORIA

La primera referencia histórica que se tiene acerca de esta planta y del uso de sus semillas como pigmento, es de Cristóbal Colón (1492), después de su llegada a la isla de San Salvador el 12 de octubre, cuando describe al pueblo que saliera a su encuentro: “De ellos se pintan de prieto, y ellos son de la color de los canarios ni negros ni blancos, y de ellos se pintan de blanco, y de ellos de colorado, y de ellos de lo que hallan, y de ellos se pintan las caras, y de ellos todo el cuerpo, y de ellos solos los ojos, y de ellos sólo la nariz”.

De acuerdo con Mendes-Ferrao (1993), Pero Vaz de Caminha escribe al Rey Manuel de Portugal, el 1° de mayo de 1500, desde Puerto Seguro de Vera Cruz, en las costas del ahora Brasil, que los indios le trajeron “unos frutos ásperos y espinosos verdes, de algunos árboles que no parecían castaños, sino que eran mas y mas pequeños, y que estaban llenos de unos granos rojizos pequeños que presionándolos entre los dedos, soltaban una tintura muy rojiza, de la que ellos quedaban manchados, y que cuanto más se mojaban, más rojizos se ponían”. Posteriormente, Colón durante su cuarto viaje en 1502, en la costa norte de la hoy Honduras, vio cientos de indios con

“sus caras pintadas de rojo y negro, para parecer bellos, pero en realidad parecían unos diablos”.

Para 1535, Gonzalo Fernández de Oviedo publica en su “Historia general y natural de las Indias” que “Esta planta o bija hay en esta [La Española] e las otras islas e en la Tierra Firme, e son tan altas como estado y medio de hombre, e poco más o menos. Tiene la hoja cuasi de la manera del algodón, y echa unos fructos en capullos que quieren parecer a los del algodón, salvo que por fuera tienen un vello grosezuelo, por ciertas venas que de fuera señalen los apartamientos o partes que de dentro tiene el capullo, dentro del cual están unos granos colorados, o rojos que se pegan como cera, o mas viscosos; e de aquellos hacen unas pelotas los indios con que después se pintan las caras, e lo mezclan con ciertas gomas, e se hacen unas pinturas como bermellón fino, e de aquella color se pintan las caras y el cuerpo, de tan buena gracia, que parescen el mismo diablo. E las indias lo mismo cuando quieren hacer sus fiestas e areitos o bailes, y los indios, cuando quieren parecer bien, e cuando van a pelear, por parecer feroces. Después, aquesta bija es mala de quitar hasta que pasan muchos días; mas aprieta mucho las carnes...”“Digo que esta bija es color estimada acá entre estas gentes desta isla e muchas en la Tierra Firme, para los efectos que tengo dicho”.

Las Casas (1550) en su “Apologética Historia” refiere que en la Española “Hay también unos arbolitos tan altos como estado y medio, que producen unos capullos que tienen por de fuera como vello y son de la hechura de una almendra que está en el árbol, aunque no de aquella color ni gordor, porque son delgados y huecos; tienen dentro unos apartamientos o venas, y estos están llenos de unos granos colorados, pegajosos como cera muy tierna o viscosa. Destos hacían los indios unas pelotillas y con ellos se untaban y hacían coloradas las caras y los cuerpos, a jirones con la otra tinta negra [Jagua o caruto (*Genipa americana* L.)], para cuando iban a sus guerras; también aprieta esta color o tinta las carnes. Tírase también con dificultad; tienen un olor penetrativo y no bueno. Llamaban esta color los indios bixa”.

Así mismo, al describir a los habitantes de esta isla, López de Gómara (1552) dice que “sus

armas eran piedras y palos, que sirven de lanza y espada, a quién llaman macanas. Átanse a la frente ídolos chiquitos cuando quieren pelear. Tiñense para la guerra con jagua,....., y con bija, que también es fruta de árbol, cuyos granos se pegan como cera y tiñen como bermellón. Las mujeres se untan con estos colores para danzar sus areítos y porque aprietan las carnes”; confirmando así, lo señalado con anterioridad por Oviedo.

En 1558 o 1559 viaja a la Metrópoli, desde Santiago de León de Caracas, Sancho Briceño a pedirle al Monarca, una reforma en la administración Colonial para hacer venir de España al Puerto de Borburata y a riesgo de los colonos un navío; esta especie de merced les fue concedida el 8 de diciembre de 1560. Desde esta época hasta 1574 o 1575, venía todos los años un navío a Borburata y luego a La Guaira desde 1575 o 1576; perlas era la principal mercancía que llevaba de regreso; un poco de cacao, vainilla, añil, bija (onoto) y pieles de venado (Dauxion-Lavaisse 1813).

Raleigh (1596) al describir las riquezas al sur del río Orinoco señala que hay: “grandes cantidades de Palo de Brasil y diversas bayas que tiñen perfectamente de escarlata y rosado, y para la pintura, ni Francia ni Italia ni las Indias Orientales, producen nada igual, porque cuando más se lava la piel más bello aparece el color, que es de tal naturaleza, que las mujeres de Guiana, cuyas pieles de color aceituna y aún más oscura, se pintan la cara y el cuerpo con él.”

Otros autores (Gage 1648; Cobo 1653; Labat 1722; Gumilla 1741; Juan y Ulloa 1748; Gilij 1782; Velasco 1789; Ruiz 1793; Dauxion-Lavaysse 1813; Apun 1871; Ciudad Real 1872) señalan su presencia en México y Centro América, así como el norte de Sur América y las Antillas, donde se encuentra la descripción de la planta, así como sus usos por los indígenas amerindios.

Spence en 1878, señala que en su visita a los Valles del Tuy, “en muchos lugares había trechos cultivados de achiote a la que se presta menos atención ahora que en el pasado. El achiote u onoto es un árbol que crece a una altura de diez a quince pies, y florece dos veces al año”, y que “es usado

por los indígenas para decorar sus cuerpos, y ellos suponen que les sirve de protección contra las picaduras de insectos.” Además de mencionar sus usos, se refiere al proceso de extracción de la materia colorante, que era largo e imperfecto, pero que “Leblond se ingenió un método mejor”.

A finales del siglo XIX, el onoto fue una de las primeras especies transportadas desde América hacia el sur de Asia y África; donde se naturalizó muy bien, dando la impresión de ser indígena de estas áreas.

TAXONOMÍA

El onoto pertenece a la:

Clase: *Magnoliopsida*

Sub-Clase: *Dilleniidae*

Orden: *Violales*

Familia: *Bixaceae*

Género: *Bixa*

La familia *Bixaceae* contiene un solo género de plantas tropicales (*Bixa*), caracterizado por poseer árboles pequeños o arbustos, nativa de América tropical o de las Antillas, donde una especie (*Bixa orellana* L.) está naturalizada, y con un número de especies variable, entre 1 a 4, dependiendo de la autoridad botánica. La familia se caracteriza por poseer hojas alternas, simples, enteras, palmatinervias, y con estípulas; posee pecíolos largos y pubescentes. Tanto las hojas como el tallo contienen una savia rojiza. Las flores son regulares; bisexuales en inflorescencias paniculares; con cinco pétalos imbricados y retorcidos en la yema. Los estambres numerosos con filamentos libres, y con anteras en forma de herradura, dos tecas, que se abren en el ápice por dos hendiduras. El ovario es súpero, con dos a cuatro carpelos fundidos en un lóculo y dos placentas parietales con numerosos óvulos. El estilo es delgado, el cual termina en un estigma bilobado. El fruto es una cápsula con dehiscencia a lo largo de las dos valvas. La cápsula es tomentosa, o con espinas cortas o sin ellas. El fruto contiene semillas numerosas, ovoides, con una testa roja, pulposa y brillante; esta testa es la fuente del colorante amarillo-rojizo. Las semillas contienen un embrión grande rodeado por un endospermo granular, con almidón abundante (Chant 1993).

Pareciera que la familia *Bixaceae* está muy relacionada con las *Cochlospermaceae*; aún cuando, algunos autores las consideran como pertenecientes a la misma familia (Cronquist 1988); así mismo, tiene algunas afinidades con las *Dilleniaceae*.

Algunos autores han considerado al género *Bixa* como monotípico, pero Baer (1976), propone que está formado por cinco especies, un cultivar y formas intermedias:

1. *Bixa orellana* L. Sp. Pl. 512. 1753.
Bixa orellana Noroña, Verh. Batav. Gen. 5:8. 1770. nom. nud.
Bixa tinctora Salisb. Prod. 369. 1796.
Bixa americana Poir. Encyc. 6:229. 1804.
Bixa purpurea Sweet, Hort. Brit. ed. 1. 33. 1826.
Bixa acuminata Boj. Hort. Maurit. 20.1837.
Bixa alba Mac Fad. Flor. Jam. 42 1857.
Orellana americana α *normalis* O. Ktze. Rev. Gen. 1:44.1891.
Orellana americana var. *leiocarpa* O. Ktze. Rev. Gen. 1:45.1891.
Orellana Orellana (L.) O. Ktze. Rev. Gen. 3(2):9. 1898.
Bixa orellana f. *Leiocarpa* (O.Ktze) Macbr. Field. Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13(4):11.1941.
Bixa orellana L. var. *leiocarpa* (O. Ktze) Standl. & Wms. Fieldiana, Bot. 29 (6):358. 1961.
Bixa katangensis Delpierre, Taxon 19: 304. 1970.
- Distribución: cultivada, o escape en todos los climas tropicales y subtropicales libres de heladas, con precipitaciones moderadas a altas; desde el sur de México y las islas del Caribe hasta Paraguay y Bolivia.
2. *Bixa urucurana* Willd., Enum. Plant. 565. 1809
Bixa sphaerocarpa Triana, Bull. Soc. Bot. France 5: 369. 1858
Bixa upatensis Gros., R. Med. Bot. Criollo 2: 213-214. 1864
Orellana americana var. *Urucurana* (Willd) O. Ktze. Rev. Gen. 1:43.1891
Orellana orellana var. *Urucaria*. O.Ktze. Rev. Gen. 3(2):9. 1898.

Distribución: especie riparia (riveras de ríos y riachuelos) en el norte de Sudamérica y en la cuenca del río Amazonas; Panamá hasta Nicaragua.

3. *Bixa platycarpa* Ruiz & Pavon. Ex G. Don, Gen. Syst. 294. 1831.
Bixa odorata Ruiz & Pavon. Ex G. Don, Gen. Syst. 295. 1831.
Bixa orellana var. *platycarpa* (Ruiz & Pavon. ex G. Don) Warb. In Engl. and Prantl. Pflanzenf. Ed 1, 3(6):310. 1895.
- Distribución: valles orientales de los ríos Huallaga, Ucayali y Amazonas.
4. *Bixa arborea* Huber, Bol. Mus. Paraense Hist. Nat. 6:87.1910.
- Distribución: bosques de tierra firme desde Pará en Brasil hasta la parte occidental del río Amazonas.
5. *Bixa excelsa* Gleason and Krukoff. Phytologia 1: 107-108. 1934.
- Distribución: bosques altos de tierra firme, en la cuenca central del río Amazonas en Brasil.

Clave para la identificación de las especies de *Bixa* (Baer 1976).

Base de las hojas cordiformes o truncadas, cristales subepidérmicos a lo largo de las venas, tricomas peltados o lingüiformes en el envés, con diámetros > 50 μ , con una densidad de 20-150 por mm², idioblastos coloreados; nectarios prominentes debajo del cáliz; árboles boscosos gigantes (en *B. platycarpa*), a pequeños, o de tamaño mediano a arbustos.

A. Silueta del fruto aovada a oval, de al menos unos 5 mm de grueso, con ápice de la cápsula dehiscente o no; flores rosadas o blancas; arbustos, o árboles de tamaño mediano a pequeño.

B. Largo del fruto con más de 25 mm, más largo que ancho; envés verde pálido, tricomas discoidales distintos, aislados; árboles pequeños, arbustos cultivados1.- *Bixa orellana*

CC. Largo del fruto menor a 25 mm, tan largo como ancho; envés amarillo a marrón,

tricomas linguados o en forma de embudo irregular, abundantes en grupos; arbustos o árboles hasta 10 m de altura, con ramas decumbentes, algunas veces en asociaciones.....2.-*Bixa urucurana*

BB. Silueta del fruto circular, con menos de 5 mm de grueso, con cápsula dehiscente cuyas mitades se abren a 90° con respecto al eje del fruto; flores blancas o amarillentas; árboles boscosos de hasta 35 m de altura en su madurez.....3.- *Bixa platycarpa*

AA. Bases de las hojas redondeadas, cristales subepidérmicos ausentes, tricomas peltados o en forma de discos en el envés, con un diámetro menor a 50 μ, y una densidad de 6-12 por mm², con idioblastos incoloros; nectarios debajo del cáliz inconspicuos o ausentes; árboles boscosos gigantes.

B. Frutos reniformes, con superficie rugosa y sin espinas; primer par de venas en las hojas pinnadas, intersectándose con la vena principal a ¼ desde la base de la hoja4.- *Bixa arborea*

DD. Frutos esferoidales, espinosos, espinas gruesas, algunas veces con ramificaciones o estípulas; primer par de venas intersectando la nervadura principal a ⅓ de la longitud de la hoja desde la base.....5.- *Bixa excelsa*

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Bixa orellana* L.

Árboles pequeños o arbustos con una altura entre 3,5 y 8,0 m, de raíz pivotante y larga, y con tallo liso y muchas ramas de color gris cenizo; con ramas y ramitas de color marrón cenizo, las cuales exudan un mucílago cuando hay heridas. La madera es blanca y suave. Presencia de estípulas y escamas en las yemas lanceoladas, con glándulas nectaríferas; con hojas alternas enteras, la haz membranosa, verde oscuro, ovada, con bordes dentados, el envés algo plateado cuando maduras, de 10-25 cm de largo y unos 10-20 cm de ancho, con sus bases redondeadas, truncadas o cordadas; pero con ápices acuminados, con nervaduras verdosas o rojizas; con pecíolos de unos 6-12 cm

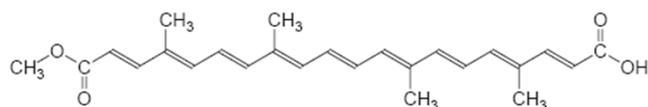
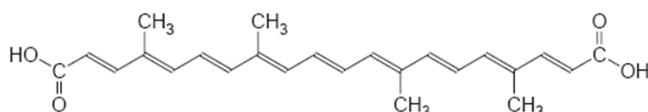
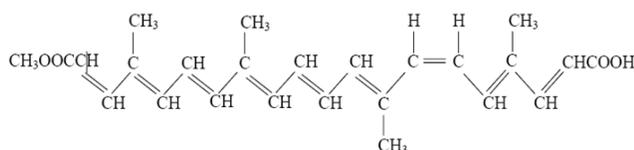
de largo. Existen cultivares o tipos con hojas jóvenes pardo-rojizas. Flores en número de 20-30, hermafroditas, regulares, bisexuales y actinomorfas, en panículas terminales de tipo monocasio, de 5-10 cm de largo y 4-8 cm de ancho; con 5 sépalos, caducos, rojizos o blanquecinos, de unos 8-10 mm de largo, y 5 pétalos rosados a púrpura, blancos o amarillentos de unos 25 mm de largo y unos 12 mm de ancho; estambres numerosos (300-400) con filamentos entre 10 y 12 mm de ancho, anteras blancas, bitecas, poricidas, con granos de polen pulverulento, de 1 mm de largo por 0,7 mm de ancho; ovario semielíptico o elipsoidal súpero, multiovulado y de placentación axial, con o sin espinas, estilo anaranjado de unos 15 mm de largo, con una forma de "S" al madurar. Fruto de tipo cápsula loculicida, polispérmica, ovoidea a esferoidal con ápice agudo o mucronato, de unos 30-50 mm de largo y 25-40 mm de ancho, con espinas duras (5-15 mm de largo) o sin ellas, de color verde, amarillo-pálido, rojizo o púrpura dependiendo del cultivar; cuando maduros los frutos adquieren un color marrón con dehiscencia apical; con 30-60 semillas turbinadas, de unos 5 mm de largo y unos 4 mm de ancho, con testa pigmentada de color naranja, roja o marrón. Número cromosómico $2n = 2x=16$.

LOS PIGMENTOS

La bixina, monometil éster del ácido norbixin dicarbónico, fue identificada por vez primera en 1825, pero no ha sido sintetizada, se encuentra en varias partes de la planta; pero mayormente en la testa pulposa (*papillae*) que recubre la semilla (3,4-5,3%) donde representa el 90% de los colorantes totales (Smith *et al.* 1992). La bixina y la norbixina son carotenoides carboxílicos con una estructura básica similar a la del caroteno (Fig.1), con un grupo carboxílico libre y otro esterificado en el caso de la bixina, los cuales le confieren las características de un ácido orgánico, en especial en lo referente a solubilidad y estabilidad.

Gracias al radical esterificado, la bixina es soluble en aceites y grasas, además de solventes como el cloroformo, piridina, ácido acético glacial y propilenoglicol; bajo condiciones normales tiene

gran estabilidad, pero tiende a degradarse en presencia de la luz y de las temperaturas altas; es resistente a ácidos, alcoholes y a la acción microbiana (Ávila 1983; Wilber y Rodríguez-Amaya 1992). La norbixina es soluble en agua.

Bixina (C₂₅H₃₀O₄)Norbixina (C₂₄H₂₈O₄)

Ácido cis-polieno monometiléster dicarboxílico

Los extractos solubles en aceite son usados para la coloración de margarina, aceites para ensaladas y otros preparados para alimentos ricos en grasa. Estos colorantes solubles en aceite pueden contener bixina o norbixina, o una combinación de ambos en la forma de ácidos libres. En el mercado se venden en la forma de polvos secos, en soluciones listas para su uso o en suspensiones con aceites vegetales comestibles (Green 1995).

Los extractos contienen una mezcla de sales de sodio y de potasio de los isómeros cis- y trans- de la norbixina, los cuales son productos de transformación de la bixina natural creados en los procesos de extracción. Los niveles de uso en los alimentos de los colorantes bixina y nor-bixina usualmente varían de 0,01 a 0,5%. El principal

competidor de los extractos de onoto en la industria de los alimentos es el beta-caroteno sintético.

USOS

El onoto fue domesticado por razones de ceremonias religiosas y supernaturales; y podría estar, entre las plantas que primero fueran domesticadas en la Amazonía, probablemente durante el paleolítico, luego adoptado y difundido hacia el resto de Sur América, Centro América y el Caribe; y de esa manera, los indígenas americanos, tendrían una fuente confiable para pintarse el cuerpo; esta práctica fue y continúa siendo usada con propósitos decorativos, para repeler insectos, ayudar a la cicatrización de heridas (León 2000), contra los malos espíritus y para hacer la guerra (Smith *et al.* 1992). El uso como colorante para sus comidas; así como, en el teñido de sus cesterías, su alfarería y sus hamacas, tuvo un desarrollo posterior.

Como medicamento, la decocción de los brotes tiernos de la planta es considerada anti disentérica, antiséptica, antivenérea, afrodisiaca, astringente y febrífuga (Smith *et al.* 1992), y para curar los dolores del hígado (Delascio 1985). El follaje es usado para tratar problemas de la piel y de las hepatitis. La corteza produce una resina parecida a la goma arábiga y sus tiras son usadas en cestería. Las hojas se aplican sobre las sienes contra el dolor de cabeza; y son consideradas buenas para el sistema digestivo. Se dice, que el colorante es un antídoto contra el HCN, presente en la yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz); y, se cree que las semillas son expectorantes, estomáquicas, laxativas (Correa 1931) y diuréticas (Ruiz 1793); y las raíces digestivas y antitusígenas (Schultes y Raffauf 1990). Así mismo, la infusión de las flores actúa como purgante y para regular los trastornos circulatorios (Delascio 1985).

La planta es además usada para tratar la diabetes y la hipertensión (Lans 2006) y en la extracción de dientes (Bueno *et al.* 2005). En investigaciones llevadas a cabo en pequeños animales (perros, gatos, ratones y conejos), se demostró la eficacia del extracto obtenido de la maceración de los granos, en la reducción de los niveles de colesterol. Posteriormente, los resultados de las pruebas clínicas confirmaron que

los pigmentos pueden acelerar el metabolismo de las grasas (Morrison y West 1985). Las flores molidas son usadas como tratamientos en las comezones de la piel (Smith *et al.* 1992). En las Filipinas, sus semillas después de molidas son usadas como condimento (Kennard y Winters 1960); pero en Brasil le atribuyen propiedades afrodisíacas (Correa 1931). El colorante es una fuente excelente de vitamina A, de la cual las dietas en los trópicos son deficientes. Debido a que posee hojas acorazonadas, con venación rojiza, y que sus flores son blancuzcas o rosadas, dispuestas en panículas terminales; las cuales, posteriormente desarrollan cápsulas con colores atractivos, ha sido introducida como una planta ornamental.

Del onoto se extraen los tintes más usados comúnmente en la industria de alimentos, repostería, cosméticos y teñidos; con uso amplio en salchicherías, lácteos -quesos, mantequillas, margarinas y helados-, cereales, masas, barquillas, aceites, maíces expandidos, salsas, conservas de pescado, sopas concentradas y cubitos, productos cárnicos, lápices labiales, betunes para calzado, barnices y tintes para fibras. Las semillas de onoto son además utilizadas en raciones para gallinas ponedoras, para mejorar la pigmentación de la yema.

Su cultivo ha tomado impulso a escala internacional, sobre todo en los últimos 20 años, como consecuencia de la sustitución en la producción de alimentos, de los colorantes sintéticos por los naturales. El onoto ha sido un cultivo tradicional en América Latina y los países del Caribe, y en el último siglo ha alcanzado importancia en varios países de África y Asia. Sin embargo, existen solo tres países con una producción importante: Perú y Kenya, los cuales son los mayores exportadores mundiales; y Brasil, que a su vez es importador. Otros productores de pequeños volúmenes incluyen a República Dominicana, Colombia, Ecuador, Jamaica, Costa Rica y Guatemala, Costa de Marfil, Angola, India, Sri Lanka, Tailandia y las Filipinas. Los principales países importadores son Rusia, Argentina, Canadá, EE.UU, Israel, Japón, Suiza y algunos países de la Comunidad Europea (Green 1995).

CONSIDERACIONES GENERALES

Como se señalara, del onoto se extraen los tintes más usados comúnmente en la industria de alimentos, repostería, cosméticos y teñidos; su siembra y producción ha tomado gran impulso a escala internacional, como consecuencia de la sustitución, en la producción de alimentos, de los colorantes sintéticos por los naturales.

Aún cuando ha sido un cultivo tradicional en América Latina y los países del Caribe, como especie perenne amazónica tiene buenas perspectivas para pequeños y medianos productores de la región, ya que puede ser sembrada en áreas marginales donde demanda pocos insumos, siempre y cuando, se mejoren sus prácticas agronómicas; además, existen los recursos genéticos que permiten la selección de cultivares.

El mejoramiento genético del onoto es de importancia fundamental para que los países aumenten sus producción, rendimiento y exportación, y puedan ser competitivos en los mercados regionales e internacionales (Rebouça 1992; Michelangeli *et al.* 2002); pero se debe buscar resistencia a enfermedades e incrementos en la producción de semillas y calidad, medida en tenores de bixina.

La conservación de su germoplasma es extremadamente importante, debido a la eliminación y extinción de poblaciones silvestres de onoto y sus parientes, causadas por desarrollos agrícolas, quemas indiscriminadas, apertura de vías de comunicación o represas hidráulicas; por ello, existe la necesidad de mantener colecciones *ex situ* que permitan conservar el acervo genético, y conocer sus características fenotípicas y genotípicas.

REFERENCIAS

- Alvarado, L. 1921. Glosario de voces indígenas. Fundación la Casa de Bello. Obras Completas. Caracas. 1984. 2 vol.
- Apun, K. 1871. En los Trópicos. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas. 1961. 519p.

- Arce, J. 1983. El achiote: generalidades sobre el cultivo I. Actividades en Turrialba (Costa Rica) 11(3): 8-9.
- Ávila, A. 1983. Aspectos Analíticos del Estudio Realizado en el Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA). Aspectos sobre el Achiote y Perspectivas para Costa Rica. CATIE. Turrialba. pp. 29-30.
- Baer, D. 1976. Systematics of the genus *Bixa* and geography of the cultivated annatto. PhD. Dissertation. University of California. Los Angeles. 252p.
- Bardoni, A. 1994. Genetic botanical resources: a challenge for man. *Chronica Horticulturae* 34(2): 6-7.
- Bueno, N., Castilho, R., Costa, R., Pott, A., Pott, V., Scheidt, G. and Batista, M. 2005. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Acta Bot. Bras.* 19(1):39-44.
- Chant, S. 1993. Bixaceae. In: V. H. Heywood (ed.). *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press. New York. pp. 105-106.
- Ciudad Real, A. 1872. *Tratado Curioso y Docto de las Grandezas de la Nueva España*. Universidad Autónoma de México. México. (1976). 2 vol.
- Cobo, B. 1653. *Historia del Nuevo Mundo*. Imp. de E. Rasco. Sevilla. (1980-95). 4 vol.
- Colón, C. 1492. *Diario de a Bordo*. Rei Andes. Santa Fé de Bogotá. (1992). 352p.
- Correa, P. 1931. *Diccionario das Plantas Uteis do Brasil*. Ministerio da Agricultura. Río de Janeiro. 3 vol.
- Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. The New York Botanical Garden. New York. 555p.
- Dauxion-Lavaysse, J. 1813. *Viaje a las Islas de Trinidad, Tobago, Margarita y a Diversas Partes de Venezuela en la América Meridional*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones del Rectorado. Caracas. 1967. 400p.
- Delascio, F. 1985. *Algunas plantas usadas en la medicina empírica venezolana*. Jardín Botánico. División de Vegetación. Dirección de Investigaciones Biológicas. Caracas. 186 p.
- Fernández de Oviedo, G. 1535. *Historia General y Natural de las Indias*. Ed. Atlas. Madrid. 1959. 5 vol.
- Gage, T. 1648. *Viajes en la Nueva España*. Ediciones Casa de las Américas. La Habana. 1980. 247 p.
- García-Barriga, H. 1992. *Flora Medicinal de Colombia*. Tercer Mundo Editores. Bogotá. Vol 3.
- Gilij, F. 1782. *Ensayo de historia americana*. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas. 1965. 327p.
- Green, C. 1995. *Natural colourants and dyestuffs*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Non-wood forests products. 4. Rome, 116 p.
- Gumilla, J. 1741. *El Orinoco Ilustrado y Defendido*. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas. 1963. 519 p.
- Hernández, F. 1605. *Historia Natural de la Nueva España*. Universidad Nacional de México. 1959. 7 vol.
- Humboldt, A. 1804. *Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente*. Ediciones del Ministerio de Educación. Caracas. 1956. 5 vol.
- Juan, J. y Ulloa, A. 1748. *Relación Histórica del Viaje a la América Meridional*. Fundación Universitaria Española. Madrid. 1978. 2 vol.
- Kennard, W. and Winters, H. 1960. *Some fruits and nuts for the tropics*. U.S. Department of

- Agriculture. Miscellaneous Publication No 801. Washington. D.C. 135 p.
- Labat, J. 1722. Nouveau Voyage aux iles de l' Amerique. Editions Seghers. Paris. 1979. 303 p.
- Lans C. 2006. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. J Ethnobiol-Ethnomedicine 2:45.
- Las Casas, B. de. 1550. Historia de las Indias. Apologética Histórica. José M. Vigil. (ed.). México. 5 vol.
- León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica. 522 p.
- López de Gómara, F. 1552. Historia General de las Indias y Vida de Hernán Cortés. Biblioteca Ayacucho. Caracas. 1979. 373 p.
- Mendes-Ferrao, J. 1993. A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses. Fundação Berardo. 241p.
- Michelangeli, C., Artioli, P. y Medina, A. 2002. Embriogénesis somática en onoto (*Bixa orellana* L.) a partir de cultivos de anteras. Agron. Trop. (Maracay) 54(4): 523-541.
- Morrison, E. and West, M. 1985. The effect of *Bixa orellana* (Annatto) on blood sugar levels in the anaesthetized dog. Jamaica. West Indian Medical Journal 1:34-38.
- Pérez-Arbeláez, E. 1978. Plantas Útiles de Colombia. Litografía Arco. Bogotá. 831 p.
- Pittier, H. 1926. Manual de las Plantas Usuales de Venezuela. Fundación Eugenio Mendoza. Caracas. 1971. 620 p.
- Raleigh, W. 1596. Discovery of the Large, Beautiful Empire of Guiana. Edited by V. T. Harlow. The Argonaut Press. London. 182 p.
- Rebouças. A. 1992. Melhoramento genético do urucuzeiro no sudeste da Bahia. In: Anais I Reunião Técnico-Científica sobre o Melhoramento Genético do Urucuzeiro, 22 a 24/10/91. EMBRAPA. CPATU. SBCN. pp. 9-12.
- Rem, S. and G. Espig. 1991. The Cultivated Plants of the Tropics and Subtropics. CTA. Verlag Josef Margraf. Wageningen. 552 p.
- Ruiz, H. 1793. The Journals of Hipolito Ruiz. Timber Press. Portland. 1998. 357p.
- Schultes, R. and Raffauf, R. 1990. The Healing Forest. Dioscorides Press. Portland. Oregon. 484p.
- Smith, N., Williams, J., Plucknett, D. and Talbot, J. 1992. Tropical Forests and their Crops. Cornell Publishing Press. Ithaca. 568 p.
- Spence, J. 1878. La Tierra de Bolívar. Banco Central de Venezuela. Caracas. 1966. 2 vol.
- Velasco, J. 1789. Historia de Quito en la América Meridional. Edit. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito. 1977. 504 p.
- Wilber, V. e Rodriguez-Amaya, D. 1992. Quantificação dos carotenoides de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) por cromatografía líquida de alta eficiencia (CLAE). Rev. Bras. Cor. Nat. 1(1):145-152.

INSTRUCCIONES PARA LOS CONTRIBUYENTES

ALCANCE Y TEMÁTICA

La revista Unellez de Ciencia 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 este capítulo 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., Olff, H., Willems, J. H. 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 1^a. 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. FONAIIP, 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.