



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras



Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

ISSN: 0002 - 192X
AÑO 60 VOL. 60 No. 1 2010

AGRONOMÍA TROPICAL

Agronomía Trop

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Maracay, Venezuela



AUTORIDADES INIA

Dr. Yván Gil Pinto
PRESIDENTE

Dr. Orlando José Moreno
GERENTE GENERAL

Dr. Luís C. Dickson Urdaneta
GERENTE DE INVESTIGACIÓN e INNOVACIÓN

Dr. Jonathan A. Cohello Arcia
GERENTE DE PRODUCCIÓN SOCIAL

FUNDADORES

Luis Medina (Dir.), Bruno Mazzani[†], W. S. Iljin, Rafael Pontis Videla, Jesús Silva Calvo, Gino Malagutti, Guisepppe Ravanello, Luis A. Salas F., S. Horovitz, P. Obregón y Dora M. de Zerpa.

COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA AGRONOMÍA TROPICAL

Tatiana Pugh Moreno
EDITORA JEFE

Alecia M. Bolívar Castillo
EDITORA ASISTENTE

Zulay del V. Melo Durán
SECRETARIA

Ana G. Bolívar Ulloa
SECRETARIA

Carmen E. Solórzano Acevedo
DIAGRAMACIÓN

EDITORES REGIONALES

Iraida E. Rodríguez Pérez, INIA-Anzoátegui
Producción Animal

Margelys B. Salazar de Barrios, INIA-Barinas
Geólogo Recursos Naturales

María E. Flores Romero, INIA-CENIAP
Economía Agrícola

Luis E. Vivas Carmona, INIA-Guárico
Entomología

Aleida del S. Delgado Urbano, INIA-Lara
Economía Agrícola

Adolfo E. Cañizares Chacín, INIA-Monagas
Fruticultura

Douglas E. Altuve, INIA-Sucre
Biología Marina

Iris C. Silva Alarcón, INIA-Táchira
Producción Vegetal

Juan A. Vergara López, INIA-Zulia
Nutrición Animal

AGRONOMÍA TROPICAL

Vol. 60 - 2010

Enero-Marzo

Nº 1

ISSN 0002-192X

Depósito Legal pp 195102AR73

TABLA DE CONTENIDO

Trabajo Especial:	Pág.
ABARCA, OSCAR y M. A. BERNABÉ P. Proyección de la demanda de tierras agrícolas en Venezuela, a partir del análisis de las necesidades alimentarias al año 2020..... Projection of the demand of agricultural earth in Venezuela, from the analysis of the nourishing needs to year 2020.	5
Artículos:	
HUNSAKER-ALCÂNTARA, HEATHER M., V. D. JOLLEY, B. L. WEBB, P. S. ALLEN, R. D. HORROCKS, E. G. CORONEL y M. L. BUESO C. Alternativas al método de extracción Mehlich-I para estimar la necesidad de P en suelos guatemaltecos..... Alternatives to the method of extration Mehlich-I to consider the necessity of P in guatemalan grounds.	23
PIÑA-DUMOULÍN, G., J. QUIROZ, A. OCHOA y S. MAGAÑA-LEMUS. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I la yaca..... Physical-chemistry characterization of fresh fruits of no traditional cultivations in Venezuela I the yaca.	35
POLEO, C. J., L. FUENTES y L. VIVAS. Caracterización reproductiva de una población de <i>Zygodontomys brevicauda</i> (Rodentia: Cricetidae) capturada en siembras de arroz del estado Guárico, Venezuela..... Reproductive characterization of a population <i>Zygodontomys brevicauda</i> (Rodentia: Cricetidae) in rice fields, Guárico State, Venezuela.	43
LAURA NIÑO, L., L. GONZÁLEZ, L. PRIETO, E. ACEVEDO y F. SUÁREZ. Producción de tubérculos semillas a partir de progenies de semilla sexual de papa en Pueblo Llano, estado Mérida..... Production of tuber-seed from true potato seed progenies in Pueblo Llano, Merida State.	49
M. A. ELGUEZABAL MÉNDEZ, N. CARVAJAL, R. BENÍTEZ, M. E. JREIGE y E. MOYA. Cargas microbianas en productos del merey elaborados en el valle del río Tacal, Cumaná, estado Sucre, Venezuela..... Product microbial loads of the merey elaborated in the Valley of River Tacal, Cumana, Sucre State, Venezuela.	55
L. E. VIVAS C., A. NOTZ y D. ASTUDILLO. Fluctuación poblacional del chinche <i>Oebalus insularis</i> (Stal) en Calabozo estado Guárico, Venezuela..... Population dynamics of the bug <i>Oebalus insularis</i> (stal) in Calabozo, Guarico State, Venezuela.	61
ARIAS, K. y O. ARNAUDE de CHACÓN. Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa <i>Solanum tuberosum</i> L. variedad Granola..... Effect of the fertilization chemical, organic and combined on the yield of <i>Solanum tuberosum</i> L. variety Granola.	75

Notas Técnicas:**Pág.**

- ESCALONA, A., F. JIMÉNEZ e I. ACEVEDO. Compost de champiñonera y vermicompost como sustratos para el desarrollo de plántulas de pimentón..... **85**
Compost of champiñonera and vermicompost like substrates for the development of plantulas of pimenton.
- GARCÍA R., J. L. y R. MONTILLA. Hymenopteros parasitoides de insectos asociados a las plantaciones de cacao, en la región costera del estado Aragua, Venezuela..... **91**
Hymenopteros parasitoides of insects associated to the cacao plantations, in the coastal region of the Aragua State, Venezuela.

Instrucciones a los autores

TRABAJO ESPECIAL

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE TIERRAS AGRÍCOLAS EN VENEZUELA, A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES ALIMENTARIAS AL AÑO 2020

PROJECTION OF THE DEMAND OF AGRICULTURAL EARTH IN VENEZUELA, FROM THE ANALYSIS OF THE NOURISHING NEEDS TO YEAR 2020

Oscar Abarca* y Miguel A. Bernabé P.**

* Profesor. Universidad Central de Venezuela. Estado Aragua. Venezuela. E-mail: abarcao@agr.ucv.ve

** Profesor. Universidad Politécnica de Madrid. Valencia 28031-Madrid. E-mail: ma.bernabe@upm.es

RESUMEN

En el presente trabajo se calculó la superficie de tierras agrícolas necesaria para suministrar los requerimientos mínimos alimenticios de la población venezolana al 2020, a partir del diseño y optimización de una dieta hipotética que proporciona 3 001 cal/pers/día, 91 g.prot/pers/día, 88 g.grasa/pers/día, 452 g.carb/pers/día y 942 mg.cal/pers/día. De la fórmula dietética diseñada, se dedujo el volumen de productos agrícolas requeridos y la correspondiente superficie a cosechar para cada uno de los rubros y sistemas productivos del país, bajo un enfoque de autosuficiencia alimentaria. La demanda se estimó para tres escenarios posibles de productividad en los cultivos y el resultado se comparó con la disponibilidad de tierras (DT), para evaluar el balance disponibilidad/demanda agrícolas. Los escenarios considerados fueron: productividad con la tasa actual de rendimiento y sus cambios en los cultivos (2007), basándose en la tendencia histórica y productiva con los rendimientos máximos obtenidos en ensayos experimentales de la región. La tendencia histórica se evaluó mediante análisis de regresión lineal sobre la serie de cada rubro. Como resultado se determinó que para satisfacer las exigencias alimenticias de la población se requieren unos 55 millones toneladas brutas de productos agrícolas al año, sembrando entre 19 y 28 millones ha de acuerdo a los escenarios de productividad considerados. El balance general de DT es positivo, pero al desagregarlo se observa un déficit significativo en los sistemas horticultura de piso alto y cultivos anuales mecanizados.

Palabras Clave: cultivos agrícola; producción; rendimientos; superficie; demanda de tierras; disponibilidad de tierras; Venezuela.

SUMMARY

In the present work there has been calculated the necessary surface of agricultural lands to give the minimal food requirements of the Venezuelan population in 2020, from the design and optimization of a hypothetical diet that provides 3 001 calories/person/day, 91 g protein/person/day, 88 g fat/person/day, 452 g carbohydrates/person/day and 942 mg calcium/person/day. From the dietetic designed formula, the quantity production needed and the corresponding harvested area, for each items and productive systems of the country, been calculated, under an approach of food self-sufficiency. The lands demand was estimated for three possible scenarios of crop yield and the result was compared with the lands availability, to evaluate the agricultural lands availability/demand balance. The considered three scenarios were: productivity with the current rate of crops yields (2007), changes in crops yields based in historical trend and productivity based in maximum crops yields obtained in experimental regional essays. The historical trend was evaluated by linear regression analysis on each item historical series. To satisfy the population food needs in 2020 there is needed approximately 55 million t of gross agricultural products to the year, which demand to harvest between 19 and 28 million ha, in agreement to the considered productivity scenarios. The lands general balance is positive, but when disaggregated, a significant deficit is observed in the systems High Floor Horticulture and Annual Mechanized Crops.

Key Words: agricultural crops; production; yields; surface; lands demand; lands availability; Venezuela.

RECIBIDO: mayo 20, 2009

ACEPTADO: abril 06, 2010

INTRODUCCIÓN

Desde hace dos décadas la proporción de dependencia de las importaciones en el suministro de alimentos a la población venezolana, se mantuvo en un 40% aproximadamente para los componentes calóricos-proteicos y un 60% para las grasas (INN, 2008; ULA, 2009). Esta situación se agravó en los últimos años, dado que el crecimiento registrado de la economía, incluyendo al sector agrícola, resultó insuficiente para atender el aumento del consumo privado (BCV, 2008). En el 2006, se importó: maíz el 43% en grano, trigo 100%, yuca 34%, azúcar refinada 46%, caraotas 84%, frijol 78%, arveja 99%, aceite vegetal 97%, carne de bovino en canal 17%, carne de aves 49%, huevos 42%, leche en polvo 87% y similarmente en otros rubros (INN, 2008).

Los actuales niveles de productividad agrícola pueden ser explicados desde el punto de vista edafo-climático, por la baja fertilidad natural de los suelos del país, los cuales tienen limitaciones que oscilan de moderadas a severas por acidez, saturación de aluminio y bajos contenidos de N, P, K, Ca y materia orgánica, así mismo, por un balance hídrico negativo (inundaciones y sequías), excesivo relieve y condiciones de aridez (Comerma *et al.*, 2005; Montilla, 2004).

Afortunadamente, el país cuenta con los medios para superar las principales limitaciones si se realiza una adecuada gestión de los recursos hídricos de la industria petroquímica, de fertilizantes, de las reservas de rocas fosfóricas, calcio y magnesio. Paralelamente, se dispone de un potencial siderúrgico para la industria de la mecanización y se cuenta con la energía necesaria para este desarrollo (Montilla, 2004; Rodríguez, 2007).

De acuerdo con Montilla (2004), las potencialidades señaladas permiten afirmar los obstáculos para el éxito agrícola no radica en la escasez de tierras, sino, en la anómala situación de la tenencia. De acuerdo a las cifras del último Censo Agrícola (CA) señalado por el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC, 1998), en Venezuela existen 501 000 unidades de producción agrícola (UPA) que ocupan 31 100 000 ha. El 75% de la superficie están ocupadas por el 5% del total de propietarios de las UPA. Esta concentración de propiedad y la baja productividad del sector agrícola, se manifiesta por la dependencia de las importaciones de alimentos y se refleja en el problema del latifundio como expresión de la ociosidad del uso de la tierra.

La frontera agrícola venezolana creció de acuerdo a los censos realizados por el MAC, de 22 000 000 ha en el 1951, a 31 000 000 ha en el 1990 (Delahaye, 2003), con

una tasa de expansión aproximada de 200 000 ha.año⁻¹, seguido de una política para incrementar el suministro de alimentos. En la década de los noventa se reorientó la política hacia el crecimiento de los rendimientos de los cultivos, desestimulando el uso del factor tierra y la desincorporación de la producción cientos de miles de hectáreas de los Llanos Centrales del país (Rodríguez, 2003).

Tanto la política de expansión en la frontera agrícola, como el desarrollo del patrón vertical, basado en el incremento de la productividad, no se logró satisfacer la demanda nacional de productos agrícolas, manteniendo el déficit crónico en casi todos los rubros con problemas continuos de desabastecimiento, inflación, gasto de divisas en importaciones y dependencia alimentaria (Mora y Rojas, 2007; Montilla, 2004; Montilla *et al.*, 2003; Rodríguez, 2003).

Los países desarrollados con 20% de población mundial, producen el 44% del volumen total de cereales, patrón que se repite en casi todos los rubros agrícolas, evidenciándose el alcance de la suficiencia alimentaria, basado en una producción agrícola (PA) propia. Así mismo, las importaciones y exportaciones representó el 7% total del comercio mundial para el año 2004, valor que disminuyó el 12% en el 1979 (FAO, 2007a), cifras que reflejan la tendencia de los países a consumir los productos agrícolas en su lugar de origen, propendiendo a la autarquía alimentaria (Montilla, 1992).

Las cifras indicadas para Venezuela la ubican como un caso atípico, altamente dependiente de las importaciones. La producción de carne (bovinos, aves y cerdos) es uno de los pocos rubros en los que moderadamente se destaca en el país. Además, estos productos así como la leche y los huevos tienen una elevada dependencia de insumos importados.

Según las cifras del estado de los bosques referidos en la Situación de los Bosques del Mundo de la FAO (2009a; 2007b; 2005; 2003; 2001; 1999a; 1999b; 1997), la superficie de éstos en Venezuela se redujo de 58 000 000 ha en el 1980 a 47 713 000 ha al 2005. La tasa de deforestación promedio fue 631 900 ha.año⁻¹ en el 1990, descendiendo a 215 500 ha.año⁻¹ el 2000 y se elevó a 358 600 ha.año⁻¹ el 2005. La mayor parte de la superficie agrícola actual proviene de la expansión histórica de la frontera agrícola hacia estas áreas boscosas (Centeno, 2009), con el impacto que implica sobre la biodiversidad, los recursos hídricos, el patrimonio genético y las emisiones de carbono, entre otros problemas.

El incremento de la producción de alimentos para satisfacer las necesidades de la población hasta el 2020 no tiene por qué recurrir a la expansión de la frontera agrícola en detrimento de los bosques del país, dada la disponibilidad de las tierras (DT) desincorporadas de la producción desde la década de los noventa, de acuerdo a Rodríguez (2003). Es necesario conocer la demanda real de las tierras para planificar su aprovechamiento óptimo, preservar los ecosistemas naturales del país en particular los bosques, mejorar los rendimientos de los cultivos y procurar la sostenibilidad y seguridad alimentaria.

Este trabajo tiene como objetivo cuantificar la superficie de tierras agrícolas requerida para satisfacer las exigencias nutricionales estimadas de la población venezolana en la próxima década, bajo un enfoque orientado a la independencia alimentaria y ajustando un modelo dietético acorde a los patrones del Instituto Nacional de Nutrición (INN, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo se desarrolló la siguiente secuencia metodológica:

Recolección y procesamiento de estadísticas agrícolas nacionales. Se utilizaron los registros estadísticos por rubros del MAC reportados por FEDEAGRO (2009), según datos de FAOSTAT (FAO, 2009b). Se seleccionó la serie histórica 1990-2007 dada a la DT en formato digital, para este período en las dos fuentes contrastadas (FAO 2009b; FEDEAGRO, 2009) y en las Hojas de Balance de Alimento (HBA) registros de ULA, 2009. Cada rubro se estudió individualmente, pero los resultados se presentan por sistemas de producción de acuerdo a la agrupación definida en las estadísticas agropecuarias (Cuadro 1).

Análisis de las HBA del INN (ULA, 2009) para el período 1990-2006. De éstas se extrajeron los valores de referencia para evaluar la adecuación de los aportes nutricionales de la producción nacional de alimentos del 2007 y diseñar una dieta óptima en el 2020.

Diseño y simulación de una dieta óptima hipotética para el horizonte de estudio en el 2020. Esta partió de los valores de referencia de las HBA (INN, 2008) y la propuesta de Montilla *et al.* (2003) consistente en el suministro de 3 000 cal/pers/día y 80 g proteína/pers/día. Se tomó la proporción de los grupos generales de

alimentos (cereales, raíces y tubérculos, caña de azúcar, leguminosas, grasas, hortalizas, frutas, carnes, huevos, pescados y mariscos, leche) descritas por Montilla (2004) y la distribución de los componentes de estos grupos generales se derivó de los registros de producción de 2007.

La simulación se realizó mediante una hoja de cálculo, para obtener los volúmenes de producción requeridos para cada rubro agrícola. Se utilizaron los factores de conversión de las HBA (INN, 2008) para transformar secuencialmente la fórmula calórica hipotética de la dieta en alimento neto y bruto. Los factores de conversión son coeficientes de proporcionalidad que permitieron estimar las pérdidas que se producen en cada una de las etapas del proceso de transformación del producto cosechado, desde el alimento puesto en venta al detal hasta el colocado en la mesa del consumidor.

Evaluando los escenarios de producción se determinó los volúmenes de producción nacional requeridos para satisfacer las necesidades de la población al 2020, de acuerdo a las proyecciones de crecimiento poblacional (INE, 2009) y los tres escenarios de productividad:

- a. **Escenario 1.** Rendimientos actuales (RRA): se calculó la superficie requerida por cada rubro al 2020, como los volúmenes necesarios del producto agrícola y la tasa de rendimiento del rubro registrado en las estadísticas agrícolas del 2007 (FAO, 2009b; FEDEAGRO, 2009).
- b. **Escenario 2.** Rendimientos tendenciales (RRT): se evaluó la superficie demandada por cada rubro, basado en los volúmenes del producto agrícola necesarios para suplir la dieta y la tasa de rendimiento esperado al 2020, de acuerdo a la tendencia estadística de este registro histórico. La RRT se determinó a partir de análisis de regresión realizados sobre las series históricas de cada cultivo (FAO, 2009b; FEDEAGRO, 2009).
- c. **Escenario 3.** Rendimientos experimentales (RRE): la superficie a cultivar se obtuvo a partir de los volúmenes de producto agrícola indispensable para la alimentación de la población al 2020 y de los rendimientos máximos potenciales, estimados a partir de la revisión de los ensayos experimentales realizados por las instituciones de investigación agrícola del país y de los rendimientos máximos históricos de las naciones productoras líderes (FAO, 2009b; Marín, 2002).

Estas tasas de rendimiento corresponden en general a experimentos regionales o locales completamente controlados o en países bajo otras condiciones agroclimáticas, afectados por su proyección a nivel nacional por un factor variable entre el 40 y el 90%, refiriéndose el criterio que las RRE utilizadas no superen el doble del rendimiento histórico máximo del cultivo, dadas las condiciones ideales en que son obtenidas.

De acuerdo a las cifras de los censos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2009), la población de Venezuela se proyecta en 27 345 526 hab. en el 2007 y 33 321 062 hab. al 2020.

Los volúmenes de productos agrícolas por cosechar se incluyó el suministro de las raciones requeridas para la alimentación del rebaño nacional (ruminantes, porcinos, equinos y aves), estimadas como la fracción disponible de cada rubro para la alimentación animal, según los registros anuales de las HBA en el período 1990-2006 (ULA, 2009), incluyendo la DT de los rubros utilizados, tanto por la agroindustria de alimentos balanceados, para el consumo directo del rebaño.

La superficie cosechada de cada rubro y el escenario de productividad se comparó con el inventario de DT agrícolas más actualizados y elaborados. Éste contempla unos 55 000 000 ha ubicadas al norte del río Orinoco, ocupando la mayor parte de la agricultura del país. En esta región se ubica casi la totalidad de DT agrícolas. Para elaborar el balance disponibilidad/demanda de tierras agrícolas se reagruparon los cultivos estudiados en los sistemas de producción empleados en el inventario del Cuadro 2 (Marín, 1999).

Con la finalidad de simplificar la estimación de la superficie requerida para la PA del sector agrícola animal, sólo se contempló la producción de la ganadería bovina, asumiendo un rebaño nacional íntegramente orientado hacia la ganadería de doble propósito, sin necesidad de calcularla para la ganadería de leche.

En relación a los otros rubros del sector animal, se consideró la poca extensión relativa de los sistemas de aves y cerdos que se desarrollaron principalmente en técnicas de explotación confinados y el pequeño tamaño de los rebaños caprinos y ovinos, en comparación al bovino.

CUADRO 1. Cultivos y sistemas de producción o grupo alimenticio estudiados.

Sistema de producción	Cultivos estudiados
Cereales	Arroz, maíz, sorgo, trigo.
Raíces y tubérculos	Apio, batata, ñame, ocumo, papa, yuca, otras*.
Leguminosas	Arveja, caraota, frijol, y quinchoncho.
Textiles y oleaginosas	Ajonjolí, algodón, coco, girasol, maní, palma africana, sisal, soya.
Hortalizas	Ajo, berenjena, cebolla, coliflor, lechuga, pepino, pimentón, remolacha, repollo, tomate, vainita, zanahoria y otras*.
Frutales	Aguacate, cambur, fresa, lechosa, limón, mandarina, mango, durazno, melón, piña, naranja, patilla, plátano, toronja, uva y otras*.
Plantaciones	Caña de azúcar, cacao, café y tabaco.
Carnes	Bovinos, caprinos, ovinos, porcinos y aves.
Huevos	Huevos de consumo.
Leche	Leche y derivados lácteos.
Pescados y mariscos	Marítimos y fluviales.

*No especificadas en las bases de datos.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

CUADRO 2. Agrupación de cultivos por sistema productivo para el balance de tierras agrícolas.

Sistema de producción	Cultivos estudiados
Cultivos asociados (CA)	Tubérculos, batata, ñame, ocumo y otras raíces.
Cultivos anuales mecanizados (CAM)	Arroz, maíz, sorgo, trigo, yuca, arveja, caraota, frijol, quinchoncho, ajonjolí, algodón, girasol, maní y soya.
Plantaciones de piso alto (PPA)	Café
Plantaciones de piso bajo (PPB)	Coco, palma africana, sisal, cambur, piña, plátano, cacao, tabaco y caña de azúcar.
Horticultura de piso alto (HPA)	Apio criollo, papa, ajo, coliflor, brócoli, lechuga, remolacha, repollo, zanahoria, fresa, durazno y otras hortalizas.
Fruticultura y horticultura de piso bajo (FHPB)	Aguacate, lechosa, limón, mandarina, mango, melón, naranja, patilla, toronja, uva, otras frutas, berenjena, cebolla, pepino, pimentón, tomate y vainita.
Bovinos	Ganadería bovina de doble propósito (carne y leche).

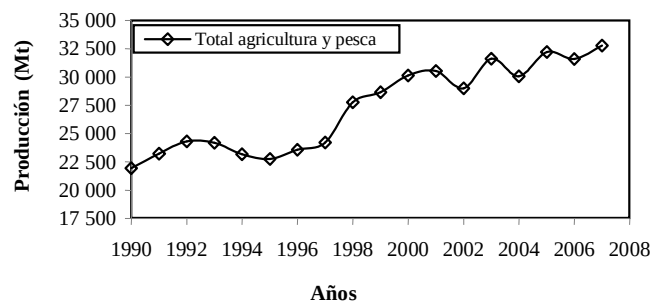
Fuente: Marín (1999)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

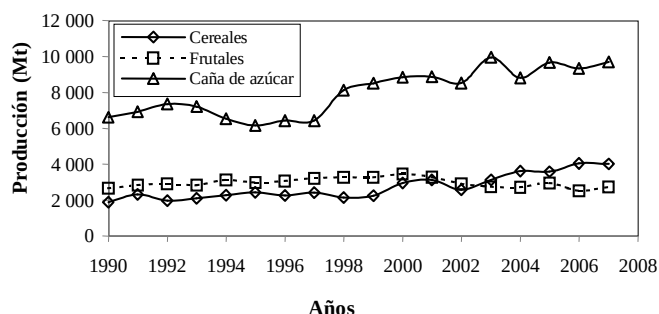
Producción agrícola

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran el volumen de producción registrado durante el período histórico de estudio, tanto para la producción total de alimentos como para grupos de cultivos o sistemas agrícolas.

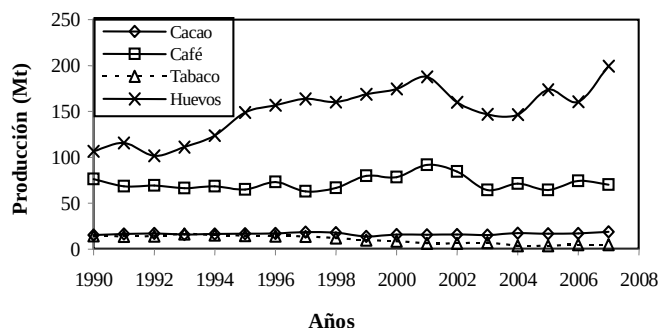
En términos globales se puede observar una tendencia creciente en la producción total de alimentos, durante la serie histórica estudiada, con una disminución y estancamiento importante entre los años 1992-1997.



Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 1. Producción total anual de la agricultura vegetal, animal y pesca, durante el período 1990-2007 (Mega toneladas año⁻¹).

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 2. Producción anual de cereales, frutales y caña de azúcar, durante el período 1990-2007.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 3. Producción anual de cacao, café, tabaco y huevos, durante el período 1990-2007.

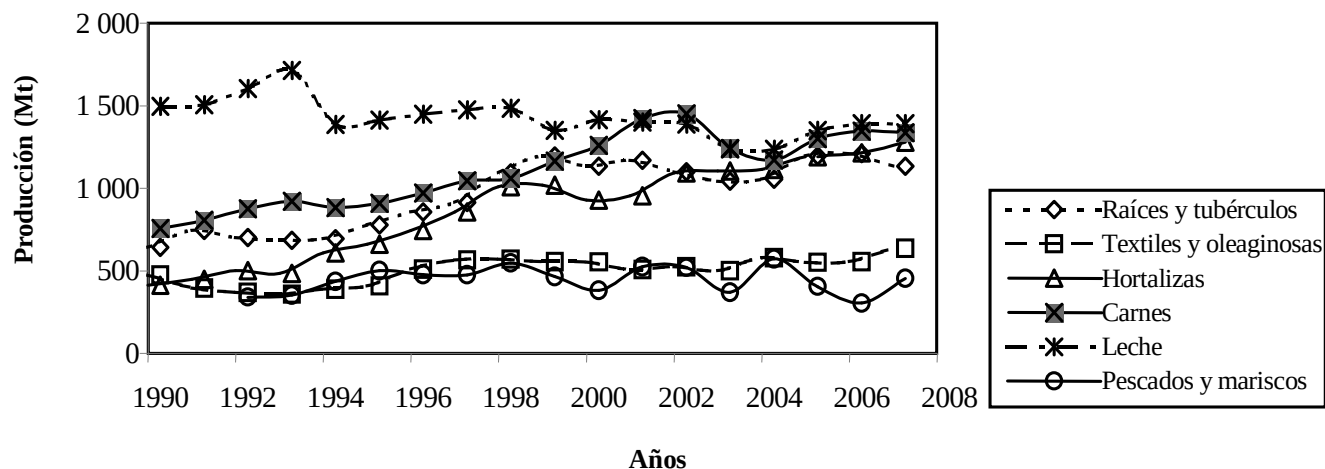


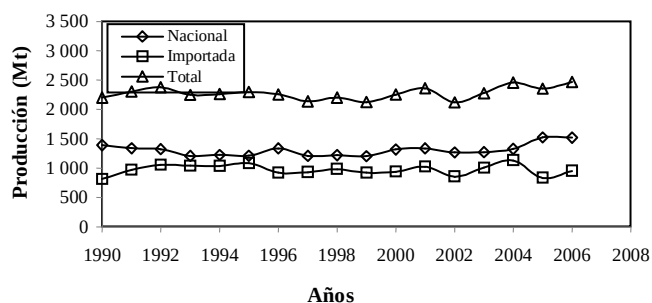
FIGURA 4. Producción anual de raíces y tubérculos, textiles y oleaginosas, hortalizas, carnes, leche, pescados y mariscos, durante el período 1990-2007.

A partir del último año se obtuvo un crecimiento destacado en el volumen de la producción total, pasando de 24 209 659 t en el 1997 a 32 770 824 t al 2007. Los principales rubros que contribuyeron con el incremento fueron: caña de azúcar, cereales, carnes, hortalizas y huevos. Los demás grupos mantuvieron un ligero desarrollo; excepto leche, pescados, mariscos y tabaco que tendieron a disminuir.

Disponibilidad nacional de alimentos y requerimientos alimentarios para el 2020

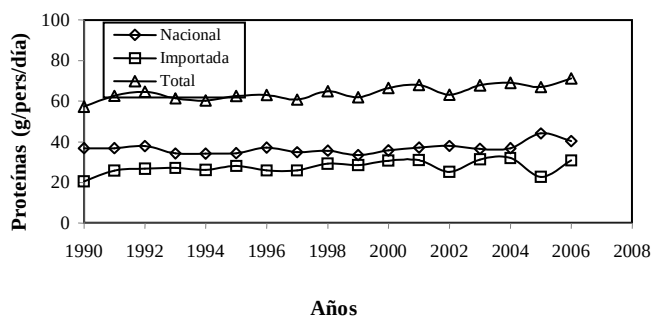
De acuerdo a las Hojas de Balance de Alimentos (HBA) del Instituto Nacional de Nutrición (INN), según ULA (2009), en el período histórico evaluado, Venezuela dependió de las importaciones para suplir la dieta del habitante promedio nacional, en una cantidad variable total disponible entre 831 y 1 083 cal/pers/día (35 a 47% de calorías); 23 y 32 g.prot/pers/día (34 a 47% de proteínas); 34 y 54 g.grasa/pers/día (51 a 66% de grasas) de acuerdo con las Figuras 5, 6 y 7.

Esta dieta promedio es una referencia teórica suministrada de 2 300 cal/pers/día, 65 g.prot/pers/día y 1 000 mg.cal/pers/día (INN, 2008). Según el patrón de disponibilidad para el consumo humano de grupos alimenticios que se ofertan en el mercado, incluidos en la producción nacional, las importaciones y los aportes nutricionales a ésta, son adecuados un 100% en algunos casos con oferta excedentaria, salvo la disponibilidad de calcio que mantiene un déficit cercano al 50% de los requerimientos mínimos.



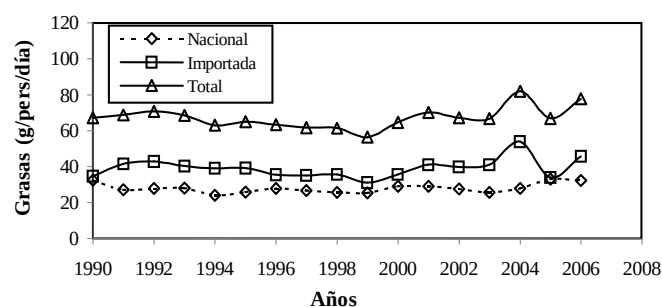
Fuente: INN (2008).

FIGURA 5. Procedencia del componente energía de la disponibilidad alimentaria venezolana.



Fuente: INN (2008).

FIGURA 6. Procedencia del componente proteínas de la disponibilidad alimentaria venezolana.



Fuente: INN (2008).

FIGURA 7. Procedencia del componente grasas de la disponibilidad alimentaria venezolana.

La dieta diseñada para el horizonte de planificación para el 2020 tiene una composición nutricional de 3001 cal/pers/día, 91 g.prot/pers/día, 88 g.grasa/pers/día, 452 g.carbohidratos/pers/día y 942 mg.calcio/pers/día (Cuadro 3).

En esta fórmula se mantiene la propuesta de Montilla (2004) de continuar la importación de trigo, dado el arraigo de este rubro en la dieta nacional, pero llevándola a un 10% del volumen total de cereales. Así mismo,

el suministro de leche se incrementó para cumplir con los requerimientos mínimos de calcio.

En el Cuadro 4 se presenta el volumen total de producto agrícola bruto, equivalente a consumirse por la población venezolana al 2020 y cosechados en la DT agrícolas del país, según el enfoque de seguridad alimentaria planteado.

Rendimientos agrícolas

En las Figuras 8, 9 y 10 se muestran los rendimientos observados por sistema de PA para la serie histórica estudiada. Éstos provienen de la relación entre el volumen total que integran el sistema de producción y la superficie cosechada de los cultivos en el año respectivo. La superficie cosechada en algunos rubros fue superior al área en producción efectiva, lográndose dos o más cosechas de varios rubros en el mismo espacio durante el año. Éste es el caso de los cultivos asociados y de algunas hortalizas bajo riego, no afectando los cálculos considerados que en la proyección se realizan para determinar justamente la extensión que debe ser cosechada en el horizonte de la planificación.

CUADRO 3. Composición nutricional de la dieta propuesta para la población venezolana al 2020.

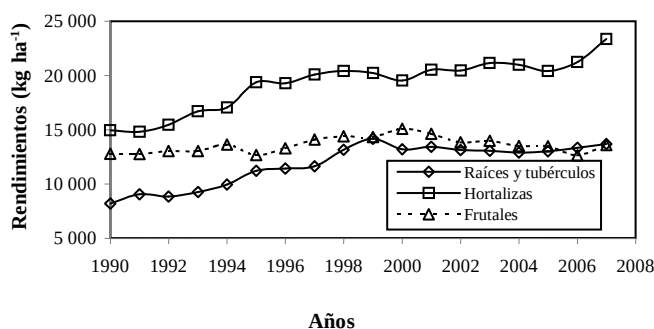
Grupo alimenticio	Aporte alimenticio (g/pers/día)	Composición nutricional por persona				
		Calorías (cal/día)	Proteínas (g/día)	Grasas (g/día)	Carbohidratos (g/día)	Calcio (mg/día)
Cereales	255,1	887,9	21,7	2,3	194,1	27,2
Raíces y tubérculos	204,1	208,3	3,3	0,4	47,9	34,4
Azúcar	102,0	406,1	0,0	0,0	101,5	0,0
Leguminosas	51,0	128,6	12,5	0,6	18,2	50,5
Grasa y aceites	51,0	451,0	0,0	51,0	10,0	0,0
Hortalizas	204,1	61,7	2,8	0,5	10,2	64,6
Frutas	408,2	300,9	3,9	2,8	57,8	94,8
Carnes	81,6	159,6	16,1	9,9	0,0	10,3
Huevos	30,6	47,8	3,8	3,4	0,5	16,8
Pescados y mariscos	51,0	59,6	10,8	1,7	0,0	41,7
Leche y derivados	459,2	289,3	16,1	15,6	21,6	601,5
TOTAL	1 908,0	3 000,8	90,9	88,2	451,9	941,7

Fuente: ULA (2009), Montilla (2004) y cálculos propios (2009).

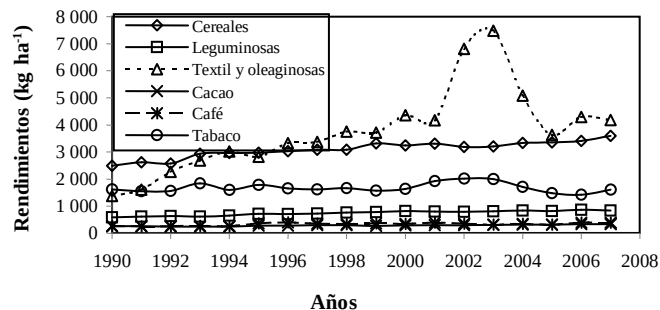
CUADRO 4. Volumen total de alimentos requerido por la población venezolana en el 2020, estimada en 33 321 062 habitantes.

Grupo alimenticio	Alimento neto g/pers/día	(t año)	Producto agrícola bruto (t año)	Alimentación rebaño nacional (t año)	Total producto agrícola (t año)
Cereales	255,1	3 102 665,6	5 650 962,5	3 372 356,7	9 023 319,2
Raíces y tubérculos	204,1	2 482 132,5	4 041 088,4	81 170,0	4 122 258,4
Azúcar	102,0	1 241 066,2	14 764 648,7		14 764 648,7
Leguminosas	51,0	620 533,1	633 197,1		633 197,1
Grasa y aceites	51,0	620 533,1	4 365 343,5	724 055,1	5 089 398,6
Hortalizas	204,1	2 482 132,5	3 705 706,3		3 705 706,3
Frutas	408,2	4 964 264,9	9 262 758,0	50 405,7	9 313 163,7
Carnes	81,6	992 853,0	1 614 343,3		1 614 343,3
Huevos	30,6	372 319,9	445 358,7		445 358,7
Pescados y mariscos	51,0	620 533,1	830 114,4		830 114,4
Leche y derivados	459,2	5 584 798,0	5 756 336,9		5 756 336,9
Café	6,2	75 405,6	95 011,0		95 011,0
Cacao	3,8	46 216,3	29 044,5		29 044,5
TOTAL	1908,0	23 205 453,7	51 193 913,2	4 227 987,55	5 421 900,8

Fuente: Cálculos propios (2009).

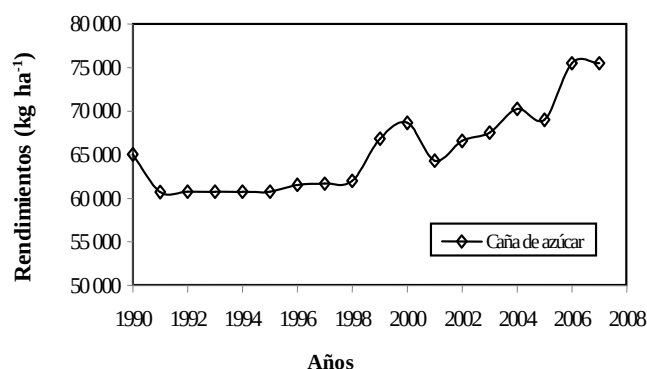


Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 8. Rendimiento promedio anual de raíces y tubérculos, hortalizas y frutales, durante el período 1990-2007.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 9. Rendimiento promedio anual de cereales, leguminosas, textiles y oleaginosas, cacao, café y tabaco, durante el período 1990-2007.



Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009).

FIGURA 10. Rendimiento promedio anual de caña de azúcar, durante el período 1990-2007.

La tendencia estadística muestra el crecimiento de los rendimientos durante la serie histórica con pendientes positivas en las líneas de regresión de todos los sistemas evaluados, con la excepción de los frutales, observándose las mayores tasas de desarrollo en los rubros: caña de azúcar, cereales, hortalizas, textiles y oleaginosas, principalmente en este último rubro. Los frutales crecieron ligeramente hasta el 2000 y a partir de allí su rendimiento presentó un descenso. Las raíces y tubérculos, leguminosas, café y cacao evidenciaron un estancamiento aparente y una pendiente positiva en la regresión histórica.

Desde la institucionalización de la investigación agrícola en el país, los últimos años del siglo XIX (Pacheco, 2003) se realizaron numerosas investigaciones y ensayos regionales sobre variedades tradicionales, razas silvestres y cultivares modernos que permitió obtener la base genética actual de la agricultura del país. Estos ensayos adaptaron los cultivos a diferentes ambientes y sistemas productivos con el objetivo de lograr los máximos rendimientos.

En el Cuadro 5 se presentan las tasas de RRE promedio de cada sistema agrícola evaluado, alcanzados a partir del rendimiento en ensayos experimentales para cada cultivo integrante del sistema. También se incluye el RRA y el RRT histórica reseñado por FAO, 2009b; FEDEAGRO, 2009.

Las TR esperadas al 2020 según el escenario RRT indicados en el Cuadro 5, se obtuvieron mediante un análisis de regresión lineal cuyos parámetros se señalan en el Cuadro 6.

CUADRO 5. Rendimientos de los sistemas y cultivos del sector agrícola vegetal de Venezuela ponderados para 3 escenarios de productividad.

Grupo alimenticio	Rendimiento por escenario (kg ha ⁻¹)		
	RRA (2007)	RRT (2020)	RRE
Cereales	3 593	4 225	4 761
Raíces y tubérculos	13 697	18 679	21 631
Caña de azúcar	75 524	82 187	95 728
Leguminosas	837	1 088	1 452
Textiles y oleaginosas	4 178	8 375	8 155
Hortalizas	23 368	28 100	38 234
Frutas	13 583	10 216	30 926
Café	395	471	1 207
Cacao	332	393	1 200

RRA: Escenario de rendimientos actuales de los cultivos

RRT: Escenario de rendimientos tendenciales

RRE: Escenario de rendimientos experimentales

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

En el Cuadro 7 se muestran los valores de productividad correspondientes al sistema de ganadería bovina. Parámetros como la capacidad de carga y el peso vivo del animal a sacrificio que se adaptaron de Comerma *et al.* (2005); Chacón *et al.* (2009); Tejos (2004) y Marín (1999), mientras que otros como el rendimiento en canal, tasa de extracción y leche por vaca se derivan de las cifras FAO (2009b) y FEDEAGRO (2009).

Superficie cosechada y requerimientos de extensión para 2020

En las Figuras 11 al 19 se presentan las superficies históricas cosechadas por el sistema agrícola vegetal en el período 1990-2007. Estas figuras muestran las proyecciones de la extensión a cosechar requerida para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana, hasta el horizonte de planificación al 2020 de acuerdo a la proporción dietética diseñada y los escenarios de evolución de los rendimientos.

Los cereales constituyen el grupo de cultivos de mayor extensión superficial en el país con 1 115 451 ha en el 2007 (Figura 11). Se sembraron 753 854 ha en el 1990, espacio que se vino reduciendo a 673 521 ha en el 1999. A partir de ese año, se produjo un crecimiento relativamente sostenido hasta la situación actual.

CUADRO 6. Análisis de regresión para la estimación de la tendencia de crecimiento del rendimiento de los sistemas agrícolas y cultivos de Venezuela, período 1990-2007.

Sistema agrícola	Ecuación regresión	Error en Y	R ²	p**
Cereales	$Y=52,57X+2\ 594,98$	110,43	0,87	<0,001
Raíces y tubérculos	$Y=319,13X+8\ 785,89$	1\ 947,71	0,77	<0,001
Caña de azúcar	$Y=778,19X+58\ 063,12$	2\ 705,77	0,71	<0,001
Leguminosas	$Y=16,10X+588,67$	25,25	0,92	<0,001
Textiles y oleaginosas	$Y=213,94X+1\ 742,99$	1\ 096,66	0,53	<0,001
Hortalizas	$Y=412,68X+15\ 306,73$	1\ 014,83	0,83	<0,001
Frutas*	$Y=-217,01X+16\ 943,15$	1\ 440,63	0,68	<0,01
Café	$Y=6,48X+269,82$	39,19	0,45	<0,01
Cacao	$Y=4,99X+237,82$	10,71	0,87	<0,001

*Serie histórica ajustada: 1995-2007

**Prueba del estadístico F

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

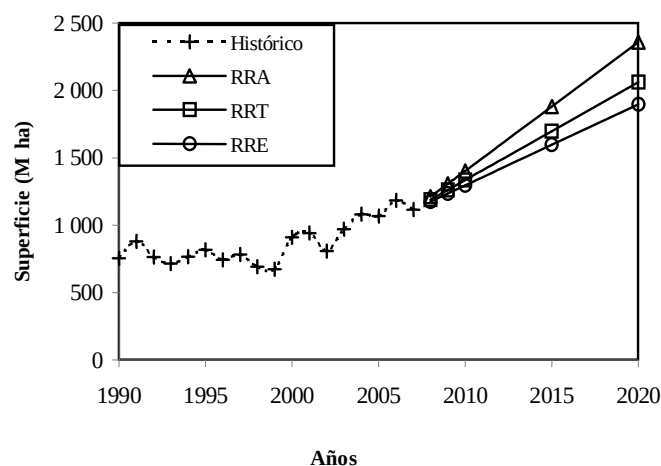
CUADRO 7. Rendimientos promedio del sistema de ganadería bovina de doble propósito en Venezuela, ponderados para 3 escenarios de productividad.

Parámetro	RRA (2007)	RRT (2020)	RRE
Peso vivo (kg/animal)	400	450	450
Canal (kg/animal)	225,4	241,0	270,0
Canal (% peso vivo)	56,3	53,6	60,0
Tasa de extracción (%)	13	10,6	13
Capacidad de carga (UA/ha)	0,72	1	1
Sacrificio (Nº cabezas)	2\ 336\ 910	2\ 184\ 233	1\ 950\ 617
Ordeño (l/vaca/día)	3,2	3,3	5,0
Vacas a ordeñar	5\ 142\ 341	4\ 916\ 339	3\ 062\ 289
Rebaño nacional	17\ 954\ 494	20\ 605\ 944	5\ 004\ 746

RRA: Escenario de rendimientos actuales de los cultivos

RRT: Escenario de rendimientos tendenciales

RRE: Escenario de rendimientos experimentales

Fuente: Chacón *et al.* (2009), Comerma *et al.* (2005), Tejos (2004), Marín (1999) y cálculos propios (2009).

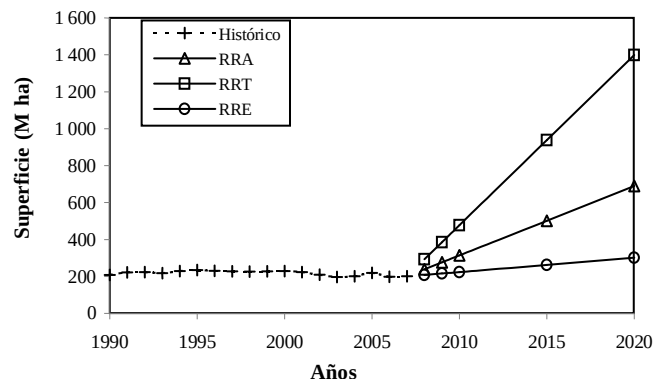
RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 11. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema cereales (Mega ha año⁻¹).

Dentro de este grupo, el maíz (blanco y amarillo) es el cultivo más importante con 740 372 ha en 2007, seguido por el arroz con 208 825 ha y el sorgo con 165 804 ha.

Continúa en extensión superficial el sistema de frutales con 200 610 ha en 2007 (Figura 12). La máxima superficie cosechada del grupo en el período alcanzó en 1995, 234 606 ha, y desde entonces, comenzó a descender hasta la actualidad.



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

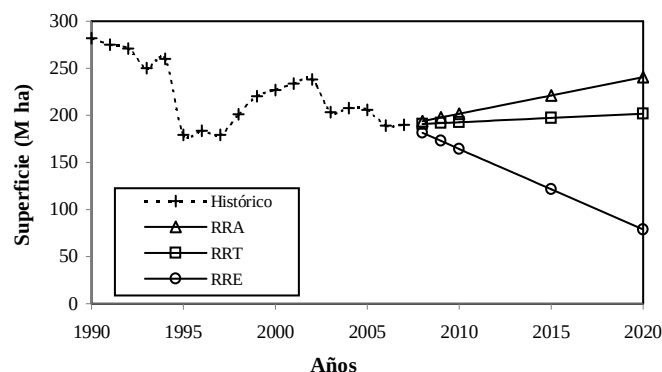
FIGURA 12. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema frutales.

Las musáceas son los cultivos más importantes del grupo, aunque su superficie decayó desde 65 097 ha para el plátano y 55 254 ha el cambur, en 1990, hasta 45 180 y 34 982 ha, respectivamente, en 2007. El tercer cultivo del grupo es la naranja, que descendió desde 36 880 ha en 1990, hasta 29 103 ha en 2007.

El siguiente rubro en orden de extensión superficial es el café con 190 000 ha en 2007, rendimiento que llegó a 281 963 ha en 1990 (Figura 13).

El grupo de textiles y oleaginosas impactó la política agrícola a principios de los años noventa, pasando de una extensión total de 344 841 ha el 1990 a 128 668 ha el 1994 (Figura 14). A partir de entonces mantuvo una tendencia ascendente, particularmente el 2003, ocupando el 2007 una superficie de 152 255 ha. En este grupo, los cultivos más importantes son: el ajonjolí 40 549 ha, la soya 37 060 ha y la palma africana 26 713 ha.

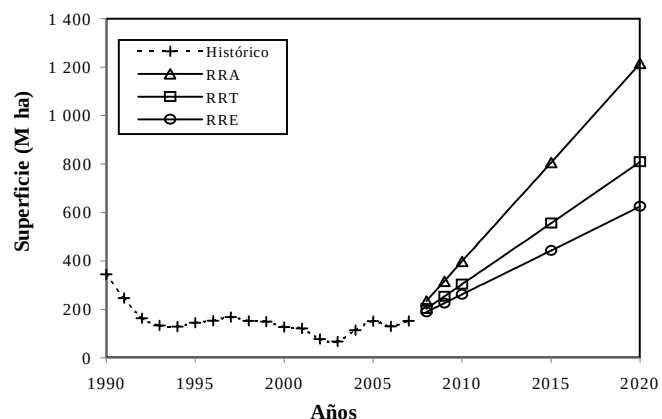
Este último cultivo se considera el de mayor éxito en el país por la expansión en producción y productividad alcanzada en su corto tiempo de introducción, sin embargo, por sus requerimientos agroecológicos, su expansión superficial debe evaluarse con precaución, en lo general se hace a expensas del bosque húmedo (Marín, 2002).



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 13. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del cultivo café.

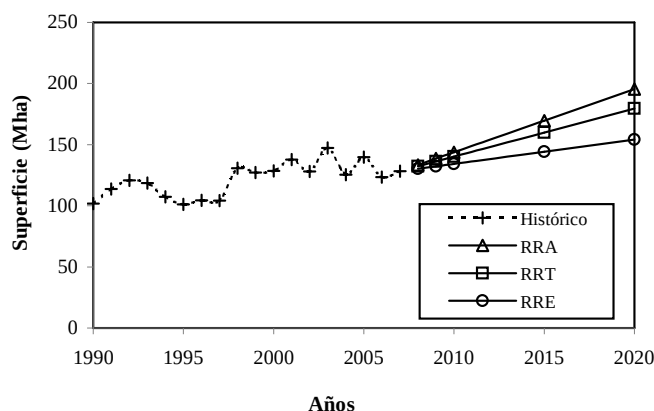


RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 14. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema textiles y oleaginosas.

La caña de azúcar es el próximo cultivo en el orden de ubicación por extensión superficial con 128 314 ha el 2007 (Figura 15). Esta se expandió lentamente en el 1997 cuando la superficie era de 104 214 ha, llegando a alcanzar 147 000 ha el 2003. Su producción se concentró en la región Centro Occidental del país, en el área de influencia de los centrales azucareros (Mora y Rojas, 2007) producto de programas actuales de fomento agroindustrial de construcción y ampliación de centrales (MAT, 2007) se promovió el desarrollo del cultivo.



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

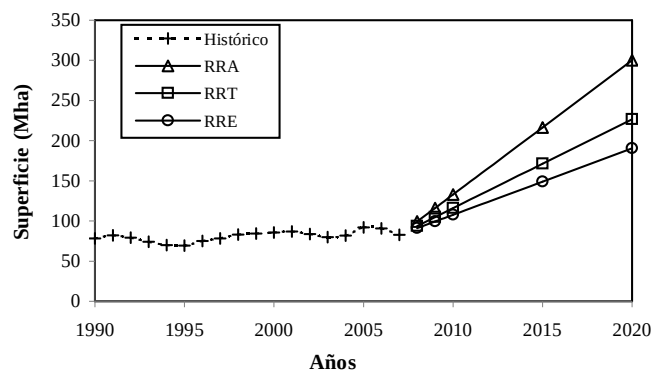
Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 15. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del cultivo caña de azúcar.

Las raíces y tubérculos cuentan con una superficie de 82 721 ha de poca expansión de 78 307 ha el 1990 (Figura 16). Los cultivos más importantes de este grupo son la yuca y la papa con 35 083 y 24 597 ha, respectivamente.

El cultivo del cacao se presenta en descenso desde 62 609 ha el 1990 hasta 56 927 ha el 2007 (Figura 17), de igual forma, otro miembro del sistema de plantaciones tropicales como el tabaco pasó de 9 009 a 3 166 ha, en el mismo período.

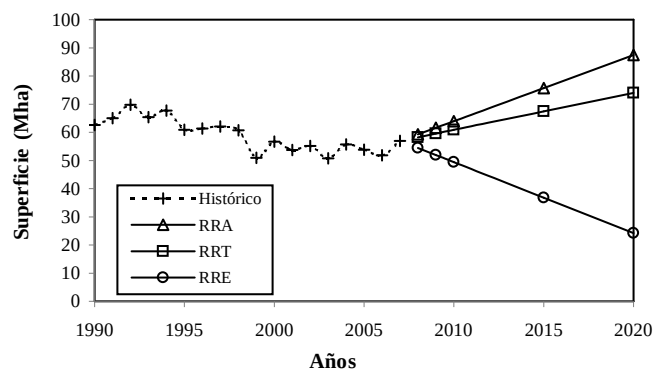
Las hortalizas mantuvieron una tendencia creciente en la superficie cosechada pasando de 27 666 ha el 1990 a 54 737 ha el 2007 (Figura 18).



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 16. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema raíces y tubérculos.

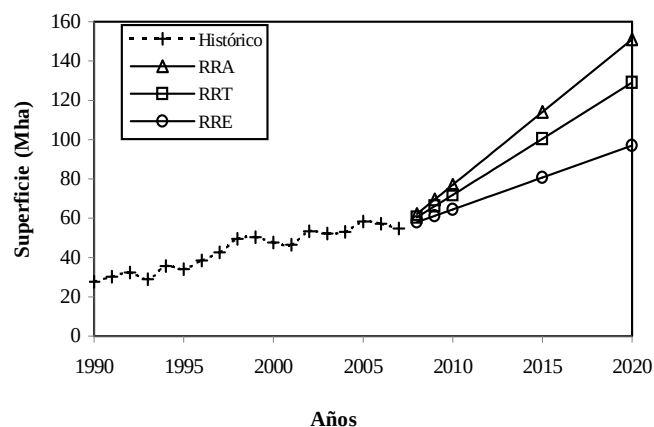


RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 17. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del cultivo cacao.

Dentro de este grupo destacan: la cebolla 11 036 ha, el tomate 9 705 ha y la zanahoria 7 842 ha. El cultivo de hortalizas igual que algunos frutales, plantas medicinales y ornamentales, comúnmente se desarrollan en ambientes controlados hidropónicos, organopónicos o en otras modalidades que no requieren necesariamente superficie agrícola para su asentamiento.



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

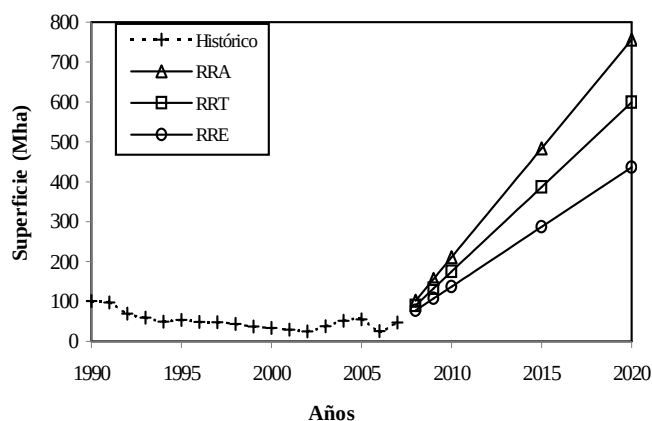
FIGURA 18. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema hortalizas.

La expansión de la producción hortícola bajo esta modalidad altamente productiva, pudiera ser una alternativa para el país. Sin embargo, esta opción no fue considerado en este estudio.

El sistema productivo de menor extensión en la agricultura venezolana fue de leguminosas con una superficie de 47 519 ha el 2007 (Figura 19). Este grupo registra un fuerte descenso en el período, pues el 1990 se cosechó 101 257 ha, pero a partir de 2002 se observa un cambio de comportamiento del rubro con tendencia a mejorar.

En el Cuadro 8 se presentan las proyecciones de superficie a cosechar para cada escenario de productividad. La superficie total a obtener para el sector agrícola vegetal y suplir la demanda alimenticia de la población al 2020 es de 5 991 638 ha con la tasa de RRA, 5 676 443 ha con RRT ó 3 801 421 ha RRE.

Las necesidades de carne bovina al 2020 corresponden a 526 667 t y 33% de demandas totales en carne. Para la producción de este volumen de carne se estima una superficie de pastizal de 22 103 390 ha con RRA, 20 605 944 ha RRT ó 15 005 746 ha RRE (Cuadro 8).



RRA: rendimientos actuales (2007); RRT: rendimientos tendenciales; RRE: rendimientos experimentales.

Fuente: FAO (2009b), FEDEAGRO (2009) y cálculos propios (2009).

FIGURA 19. Superficie histórica cosechada y extensión a sembrar para suplir los requerimientos nutricionales de la población venezolana para cada escenario de rendimiento del sistema leguminosas.

Balace de tierras agrícolas

La DT agrícolas estimadas de tierras al 2020 se comparó con la disponibilidad, obteniéndose las cifras presentadas en el Cuadro 9.

El balance global de tierras para la agricultura vegetal es positivo en cualquiera de los escenarios de productividad de los cultivos, dada la DT de 7,3 millones ha, para los sistemas agrícolas vegetales, se condideró superior a la DT en todos los escenarios.

Con la RRA (el peor escenario), se requieren casi 6 millones ha, para suplir las necesidades de los venezolanos en el 2020, mientras que con RRE la DT es de 3,8 millones ha (Cuadro 9).

Este resultado fundamenta la posibilidad de sustituir las importaciones en el suministro del sistema alimentario venezolano, sin afectar la sostenibilidad en el aprovechamiento de las tierras agrícolas.

Existe además la posibilidad de optimizar el uso, incrementando los parámetros de productividad y así mejoraría la relación disponibilidad/demanda de tierras para la agricultura vegetal.

CUADRO 8. Requerimientos de superficie para satisfacer la demanda de alimentos de la población venezolana al 2020, bajo tres escenarios de productividad.

Sistema agrícola vegetal	Superficie a cosechar por escenario en 2020 (ha)		
	RRA	RRT	RRE
Cereales	2 356 641,2	2 059 993,5	1 895 314,3
Raíces y tubérculos	300 099,7	226 490,4	190 570,0
Caña de azúcar	195 496,0	179 646,7	154 235,4
Leguminosas	756 211,3	599 165,5	436 232,3
Textiles y oleaginosas	1 213 880,3	808 108,8	624 049,1
Hortalizas	151 077,4	129 004,0	96 921,2
Frutas	690 083,8	1 398 272,0	301 145,4
Café	240 717,0	201 784,9	78 749,3
Cacao	87 431,4	73 977,3	24 203,7
Total vegetal	5 991 638,2	5 676 443,0	301 420,7
Ganadería bovina	22 103 389,5	20 605 944,0	15 004 746,0
Total	28 095 027,7	26 282 387,0	8 806 166,7

RRA: Escenario de rendimientos actuales de los cultivos (2007).

RRT: Escenario de rendimientos tendenciales.

RRE: Escenario de rendimientos experimentales.

Fuente: Cálculos propios (2009).

Al desagregar los componentes del sistema agrícola vegetal global se observa un comportamiento positivo en el balance de los sistemas FHPB, PPA, PPB y CA, entre tanto, es negativo para las HPA y CAM.

La horticultura y fruticultura de piso tropical (FHPB) requiere satisfacer las necesidades alimenticias de la población venezolana al 2020, en una superficie equivalente de 18% con RRA, 21% RRT ó 9% RRE de la DT existentes para este grupo (Cuadro 9).

El potencial de crecimiento de la FHPB, constituye una posibilidad real de complacer las solicitudes internas para desarrollar una producción orientada al mercado exterior, igual para productos frescos como agroindustriales.

Los cultivos de este grupo tienen un desarrollo óptimo en el piso tropical, requiriendo de riego para su aprovechamiento intensivo, limitando la DT efectiva, referido por Marín (1999). Venezuela dispone de unas 570 219 ha con infraestructura de riego (FAO, 2009c), de las cuales alrededor de un 80% se ubica en el piso tropical.

El sistema PPA constituido por el cultivo del café, necesita el equivalente al 24% (RRA), 20% (RRT) ó 8% (RRE) de la DT para este grupo (Cuadro 9). El balance corresponde sólo a las carencias del consumo interno, demostrando la potencialidad para el mercado exterior de un cultivo con características de conservación y ventajas agroecológicas. Para ello tendría que resolver problemas actuales como la baja productividad de los cultivos, mediante la renovación de cafetales, erradicando las enfermedades y plagas, dando apoyo técnico y financiero a los productores e inversión en infraestructura vial. El desarrollo del rubro, además, aportaría beneficios por el papel conservacionista que juega en las cuencas de montaña en las que generalmente se ubica.

Las PPB tienen un comportamiento positivo en el balance de tierras, salvo en el escenario de RRT y la trayectoria decreciente en los rendimientos de este grupo de cultivos. Los requerimientos varían desde 67% (RRA), 106% (RRT) ó 36% (RRE) de la DT (Cuadro 9). La tendencia decreciente en los RRT es atribuible, en esencia a los renglones cambur, plátano y piña, puesto que otros rubros importantes como la caña de azúcar y la palma africana tienen una proyección ascendente. Este grupo de cultivos poseen gran adaptabilidad a las condiciones ecológicas del país. En este sentido, se debe evaluar, detener y revertir la trayectoria decreciente de los rendimientos. Para los otros escenarios (RRA, RRE) el balance es positivo, con buenas perspectivas de desarrollo del grupo para la sustitución de importaciones y el fomento de las exportaciones.

El sistema CA requiere para el 2020 una superficie correspondiente al 99% (RRA), 69% (RRT) ó 55% (RRE) de la DT para este grupo (Cuadro 9). Otro balance eficiente son los considerados cultivos secundarios (batata, ñame, ocumo) de gran importancia en la economía campesina. Estos rubros tienen gran tradición de consumo en la población urbana y rural de bajos recursos y un alto potencial para la sustitución de componentes nacionales o importados en las raciones de alimentos balanceados para animales (González, 1994; Scott *et al.*, 2000).

CUADRO 9. Balance de tierras agrícolas para la demanda de alimentos de la población venezolana al 2020.

Requerimientos para 2020 con cada escenario de productividad										
	Disponibilidad (ha)	(%)	Uso actual (ha)	(2007) % de Disp.	RRA (ha)	% de Disp.	RRT (ha)	% de Disp.	RRE (ha)	% de Disp.
Sistemas agrícolas vegetales										
CA	70 818	0,97	20 112	28,40	69 964	98,79	48 716	68,79	38 841	54,85
CAM	2 208 613	30,40	1 303 020	59,00	4 126 169	186,82	3 275 238	148,29	2 825 088	127,91
PPA	994 390	13,69	190 000	19,11	240 717	24,21	201 785	20,29	78 749	7,92
PPB	1 414 108	19,46	334 364	23,64	949 401	67,14	1 501 560	106,18	514 417	36,38
HPA	97 168	1,34	46 619	47,98	169 425	174,36	139 833	143,91	117 545	120,97
FHPB	2 480 098	34,14	137 585	5,55	435 961	17,58	509 310	20,54	226 781	9,14
Sub-Total										
Agricultura vegetal	7 265 195	100,00	2 031 700	27,96	5 991 638	82,47	5 676 443	78,13	3 801 421	52,32
Sistemas agrícolas animales										
Sub-Total Bovinos	27 259 197	100,00	16 809 576	61,67	22 103 390	81,09	20 605 944	75,59	15 004 746	55,04
Total sistemas agrícolas										
Total Agricultura	34 524 392	100,00	18 841 276	54,57	28 095 028	81,38	26 282 387	76,13	18 806 167	54,47

CA: Cultivos asociados; CAM: Cultivos anuales mecanizados; PPA: Plantaciones de piso alto; PPB: Plantaciones de piso bajo; HPA: Horticultura de piso alto; FHPB: Fruticultura y horticultura de piso bajo; RRA: Escenario de rendimientos actuales de los cultivos (2007); RRT: Escenario de rendimientos tendenciales; RRE: Escenario de rendimientos experimentales.

Fuente: Marín (1999) y cálculos propios (2009).

En resumen, la situación de tierras en el sistema HPA fue negativa para todos los escenarios de rendimiento considerados con un requerimiento de 174% (RRA), 144% (RRT) ó 121% (RRE) de DT en este grupo (Cuadro 9). El déficit de tierras varía entre 72 275 y 20 337 ha. Las limitaciones en la oferta son producto de las variables agroclimáticas de estos cultivos, que los ubican principalmente en las zonas de los valles altos andinos y en áreas altas de otros estados del país, con escasa oferta de DT de vocación agrícola.

El cultivo que más demanda DT en este grupo es la papa con una superficie entre 58 000 y 88 000 ha. La solución al desbalance del grupo HPA estaría en orientar la producción del cultivo de la papa hacia las variedades adaptadas al piso tropical, tratar de alcanzar los RRE en todos los cultivos del grupo y desarrollar el sistema de cultivos en ambiente controlado.

El sistema CAM que incluye renglones de los grupos cereales, textiles, oleaginosas, leguminosas, raíces y tubérculos, es el más importante del país por la superficie que ocupa el volumen y valor de la producción, tanto en la oferta como en la demanda de sus productos. Este grupo genera la relación disponibilidad/demanda más desfavorable, con un déficit de DT para 2020 que varía entre 1 917 556 y 616 475 ha, según el escenario de productividad (Cuadro 9).

Según Marín (1999), establece una tipología para las DT para CAM en función a los requisitos agroecológicos de los cultivos componentes. Tierras tipo I con mayor calidad edáfica y régimen de humedad, sub-húmedo adecuadas para cultivos como el maíz, algodón, soya, caraota y otros (40%). Tierras tipo II correspondientes a suelos de texturas pesadas aptas para cultivos como el arroz (50%). Tierras tipo III con suelos de baja calidad edáfica, esqueléticos de baja fertilidad química y baja capacidad de retención de humedad, apropiados para cultivos como el sorgo y el frijol (10%).

Estas condiciones determinan un desbalance de DT más acentuado. Para el cultivo del arroz se requiere una superficie entre 571 271 y 663 166 ha para el 2020 existiendo una DT de 1 104 307 ha (tipo II), por lo tanto, demuestra el alto potencial de desarrollo en esta especie tropical de gran adaptabilidad agroecológica, restringe al 50% la DT para otros rubros de CAM.

Los cultivos sorgo y frijol tienen en conjunto una demanda de DT que varía entre 661 179 y 973 163 ha. El cálculo para estos cultivos (tipo III) es de 220 861 ha ó

650 000 ha, se incluyen las más aptas para la agricultura combinada con ganadería complementaria (Marín, 1999).

El déficit en estos rubros podría variar entre 11 179 y 323 163 ha. Los restantes cultivos del grupo CAM tienen una demanda que varía entre 1 561 948 y 2 489 841 ha, según los escenarios de productividad, contando con una DT de 883 445 ha. El déficit es visiblemente elevado, principalmente en maíz, cuya demanda oscilaría entre 803 476 y 1 044 733 ha al 2020. La solución a este desbalance debe buscarse del lado de la oferta y la demanda de DT, tal como propone Marín (1999).

Es necesario modificar algunos hábitos de consumo para reducir la demanda de maíz y aumentar la de arroz, así como acrecentar el uso de rubros de la batata en la elaboración de alimentos balanceados para animales, en sustitución de productos y sub-productos del maíz, el sorgo y la soya.

Las DT agrícolas aptas para ganadería tienen una capacidad de carga promedio de 0,72 UA ha⁻¹, que corresponden a la ponderación por superficie de los distintos sistemas tecnológicos de producción, cuya capacidad varía desde 0,15 UA ha⁻¹ en los sistemas extensivos de subsistencia hasta las 3 UA ha⁻¹ en los sistemas intensivos de producción lechera. Asumiendo esta capacidad de carga promedio y las tasas RRA en la producción de carne del sistema de ganadería de doble propósito (Cuadro 7), la demanda de DT agrícolas para cubrir las necesidades de carne bovina de la población para el 2020 está por debajo de la requerida (Cuadro 9).

Si se pudieran incrementar las tasas de redimios con mejoras tecnológicas en los sistemas productivos, la situación del balance de tierras sería aún más favorable. Entre las mejoras tecnológicas Chacón *et al.* (2009) proponen para las principales zonas ganaderas del país (Los Llanos y la Cuenca del Lago de Maracaibo) el control del pastoreo, fertilización estratégica, control de malezas, introducción de pastos mejorados, conservación de pastos, suplementación estratégica, riego, manejo hidráulico de sabanas y uso de residuos de cosecha.

El rebaño bovino necesario para el 2020 es de 17 954 494 cabezas (RRA), 20 605 944 (RRT) ó 15 004 746 (RRE), indicado en el Cuadro 7. Este rebaño podría incluir las vacas en ordeño requeridas para suplir la demanda de leche al 2020, con un número de animales que varía entre 3 062 289 (RRE) y 5 142 341 (RRA),

considerando que se simplificó los cálculos. Asumiendo un rebaño nacional íntegramente orientado hacia la ganadería de doble propósito fue necesario calcular una superficie específica para ganadería de leche.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y optimizó una dieta hipotética para la población venezolana al 2020, conformada por 33 321 062 hab., cuya composición nutricional es de: 3 001 cal/pers/día, 91 g.prot/pers/día, 88 g.grasa/pers/día, 452 g.carb/pers/día y 942 mg.ca/pers/día.
- Para proporcionar los alimentos requeridos, según la dieta diseñada, se necesita cosechar 55 421 901 t de productos agrícolas, los cuales demandan una superficie que varía entre 28 095 028 ha, para el escenario basado en RRA, 26 282 387 ha de RRT y 18 806 168 ha de RRE.
- El balance general disponibilidad/demanda de tierras agrícolas es positivo, dado que se cuenta con suficiente cantidad de DT aptas para cubrir las necesidades alimentarias al 2020, tanto para el sector agrícola vegetal como para el sector animal, con una demanda que varía entre el 81% (RRA), 76% (RRT) y 54% (RRE).
- Al desagregar el balance general se observa una sobre oferta para los sistemas FHPB, PPA, PPB y CA (con requerimientos en general, menores a la disponibilidad), con un déficit acentuado en HPA y CAM, entre 187 y 128% de la DT.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central de Venezuela (BCV). 2008. Informe Económico 2007. Caracas: BCV. 340 p.
- Centeno, J. 2009. El depredador de bosques. Fundación para el Desarrollo Sustentable [en línea]. [Consultado: 05 de Enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.fundacionsustentable.org/article166.html>>.
- Chacón, E., A. Baldizán y R. Torres. 2009. Sistemas de producción actuales y potenciales con bovinos en Venezuela. Convecar [en línea]. [Consultado: 30 de enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.convecar.org.ve/detalle.asp?id=23>>.
- Comerma, J., E. Casanova y V. Sevilla. 2005. Experiencias y perspectivas del uso de fertilizantes en pastizales en Venezuela. **In:** R. Romero; J. Salomón y J. De Venanzi (Ed.), XX Cursillo sobre bovinos de carne. Maracay: UCV-Facultad de Ciencias Veterinarias. 135-155 pp.
- Delahaye, O. 2003. La tierra en la agricultura venezolana. Algunos elementos para su caracterización. **In:** L. Albano; J. Rodríguez; L. Albano (Ed.), Elementos para el estudio del sistema agroalimentario venezolano. Maracay: UCV-Facultad de Agronomía. 1-33 pp.
- FEDEAGRO. 2009. Estadísticas Agrícolas. FEDEAGRO [en línea]. [Consultado: 15 de enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.fedeagro.org/agricola/default.asp>>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009a. State of the World's Forests 2009. Roma: Communication Division FAO. 152 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009b. Crops. FAOSTAT [en línea]. [Consultado: 15 de enero de 2009]. Disponible en: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009c. Venezuela. AQUASTAT [en línea]. [Consultado: 17 de Enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/venezuela/indexesp.stm>>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007a. Anuario Estadístico de la FAO-2004. Comercio Exterior [en línea]. [Consultado: 07 de enero de 2009]. Disponible en: <http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/site_es.asp?page=trade>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007b. State of the World's Forests 2007. Roma: Communication Division FAO. 143 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. State of the World's Forests 2005. Roma. Forestry Department. 153 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2003. State of the World's Forests 2003. Roma. Forestry Department. 100 p.

- Food and Agriculture Organization (FAO). 2001. State of the World's Forests 2001. Roma. Forestry Department. 175 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1999a. State of the World's Forests 1999. Roma: FAO Information Division.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1997. State of the World's Forests 1997. Oxford: Words and Publications.
- González, C. 1994. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L.) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo. Tesis Doctoral. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 234 p.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2009. Censos de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística [en línea]. [Consultado: 20 de Enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.ine.gov.ve/demografica/censopoblacionvivienda.asp>>.
- Instituto Nacional de Nutrición (INN). 2008. Hoja de Balance de Alimentos 2006. Caracas: Ministerio del Poder Popular para la Salud. 155 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.
- Marín, R. 1999. Disponibilidad de tierras agrícolas de Venezuela. Caracas: Fundación Polar. 53 p.
- Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). 1998. Resultados del VI Censo Agrícola 1997. Caracas: Dirección de Estadística e Informática.
- Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT). 2007. Plan Integral de Desarrollo Agrícola 2007-2008. Nuevo modelo agrícola: Promoviendo el socialismo agrario. Caracas: MPPAT. 22 p.
- Montilla, J. 2004. La inseguridad alimentaria en Venezuela. Anales Venezolanos de Nutrición, 17(1):34-41.
- Montilla, J. 1992. Comercio mundial - autarquía alimentaria. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Maturín: Universidad de Oriente. 1-11 p.
- Montilla, J., D. Marín y M. Briceño. 2003. Agricultura: Base del Progreso. Caracas: PPOSU-Ministerio de Educación Superior. 119 p.
- Mora, E. y J. Rojas. 2007. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana. Agroalimentaria (25):33-44.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1999b. Breve descripción de los recursos forestales de Venezuela. **In:** FAO-SIDA-CATIE (Ed.). Taller sobre el programa de evaluación de los recursos forestales en once países latinoamericanos, Documento de Trabajo 10. Turrialba, Costa Rica.
- Pacheco, G. 2003. La institucionalización de la investigación agrícola en Venezuela: Los primeros tiempos 1870-1935. Agroalimentaria (16):65-82.
- Rodríguez, A. 2007. Nuevas realidades, nuevos desafíos y nuevas tareas. Banco de Comercio Exterior, Alba Economía Año 1, N° 1 [en línea]. [Consultado: 29 de julio de 2009]. Disponible en: <<http://www.bancoex.gov.ve/albaeconomiaoc07/05rodriguezaraque.html>>.
- Rodríguez, J. 2003. El concepto de la combinación de recursos (tecnología). **In:** L. Albano, y J. Rodríguez. Elementos para el estudio del sistema agroalimentario venezolano. Maracay: UCV-Facultad de Agronomía. 1-32 pp.
- Scott, G., M. Rosegrant y C. Ringler. 2000. Raíces y tubérculos para el siglo 21. Tendencias, proyecciones y opciones de política. Washington-Lima: IFPRI-CIP. 64 p.
- Tejos, R. 2004. Alternativas de manejo de pastos tropicales introducidos en los llanos venezolanos. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Maracay: AVPA-ULA. 203-219 pp.
- Universidad de Los Andes (ULA). 2009. Hojas de Balance de Alimentos 1989-2006. Repositorio Institucional de la Universidad de Los Andes [en línea]. [Consultado: 03 de enero de 2009]. Disponible en: <<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/4423>>.

ALTERNATIVAS AL MÉTODO DE EXTRACCIÓN MEHLICH-I PARA ESTIMAR LA NECESIDAD DE P EN SUELOS GUATEMALTECOS¹

ALTERNATIVES TO THE METHOD OF EXTRACTION MEHLICH-I TO CONSIDER THE NECESSITY OF P IN GUATEMALAN GROUNDS¹

Heather M. Hunsaker-Alcántara*, Von D. Jolley*, Bruce L. Webb*, Phil S. Allen*,
R. D. Horrocks*, Eric Gabriel Coronel* y M. L. Bueso C.**

¹ Trabajo financiado por el Instituto Internacional para Nutrición de Plantas (IPNI) y la Facultad de Ciencias de Planta y Vida Silvestre (PWS) de la Universidad de Brigham Young.

* Profesores y Estudiantes Universitarios, respectivamente. Plant and Wildlife Sciences Department, Brigham Young University, Provo, UT 84602 e ** Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario de Oriente (CUNORI). Chiquimula. Guatemala. E-mail: heathermaehunsaker@hotmail.com, von_jolley@byu.edu, bruce_webb@byu.edu

RESUMEN

El costo e inaccesibilidad para el análisis de suelo en países desarrollados y en vías de desarrollo reducen la efectividad de fertilizantes, y fondos monetarios inadecuados promueven el uso de métodos de análisis de suelo con validación mínima. De los métodos con potencial para la extracción y análisis de P, sólo cinco se muestran promisorios, pero todos necesitan más investigación. El estudio se realizó en 26 campos de agricultores (en localidades múltiples), así mismo, tres estudios con tratamientos de fertilizantes idénticos (incubación de suelos, invernadero y campo). En las localidades múltiples, los métodos Agua Caliente Presurizada (ACP) y Olsen se unificaron positivamente al rendimiento de maíz ($r=0,60$ y $0,75$, respectivamente), pero se encontraron relaciones negativas para los métodos Mehlich-I y Bray-1 ($r=-0,83$ y $-0,74$, respectivamente). En el invernadero, el rendimiento, la concentración de P en tejidos vegetativos y la absorción total de P fueron efectivamente estimadas en los cinco métodos. En el campo controlado, el rendimiento no mejoró con la aplicación de P, aunque los contenidos de P en tejidos foliares se unieron al P extraíble para todos los métodos excepto el Mehlich-I (R^2 de $0,57-0,70$). El P extraíble se afectó en menor medida con la aplicación de P y Mehlich-I (R^2 de $0,51$ comparado $0,96-0,99$ con otros métodos). En general, ACP y Olsen resultaron similares y efectivos, Bray-1 y Mehlich-III los menos consistentes y Mehlich-I que fue uno de los métodos de extracción estudiados.

Palabras Clave: agua caliente presurizada (ACP); análisis de suelo; Bray-1; fósforo; Mehlich-I; Mehlich-III; Olsen.

SUMMARY

Lack of accessibility and cost of soil analysis in both developed and developing countries reduce the effectiveness of fertilizers, and insufficient funds promote the use of soil analysis procedures with minimal validation. Of the many potential methods for P extraction and analysis, five of them are promising, but is needed further research to improve validation. A survey study was done at 26 farmer-field locations (multiple sites study) and three controlled studies were performed with identical fertilizer treatments (soil incubation, greenhouse, and field). In the multiple sites study, PHW (pressurized hot water) and Olsen extractable P positively related to maize yield ($r=0.60$ and 0.75 , respectively), but relationships of Mehlich-I and Bray-I extractable P to yield were negative ($r=-0.83$ and -0.74 , respectively). In the greenhouse study, yield, vegetative P concentration and the total P absorption were effectively predicted by all five methods. In the controlled field experiment, grain yield did not improve with P application, but leaf P content related to extractable P for all but the Mehlich I extraction method (R^2 from 0.57 to 0.70). Extractable P was least related to P application rate with Mehlich I (R^2 of 0.51 compared to 0.96 to 0.99 with other extraction methods). Overall the studies, the PHW and Olsen methods were similar and most effective, the Bray-1 and Mehlich-III methods were less consistent, and the Mehlich-I method was the least consistent of the five extraction methods tested.

Key Words: pressurized hot water (ACP); analysis of soil; Bray-1; phosphorus; Mehlich-I; Mehlich-III; Olsen.

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes en el mundo desarrollado decayó en la última década, mientras que su uso en países en vías de desarrollo aumentó exponencialmente en algunos casos el nivel actual de uso en los países desarrollados (Food and Agriculture Organization, 2006). Debido a la preocupación global por la seguridad alimentaria y considerando el impacto positivo de los fertilizantes en el rendimiento de las cosechas (RC), éstos se hicieron altamente disponibles en los países en vías de desarrollo, lo que contribuye a una compensación de las disminuciones dramáticas de la fertilidad de los suelos a largo plazo (Arnason *et al.*, 1981).

La fertilización en la agricultura tropical tiene el potencial de incrementar dramáticamente la producción a causa de los suelos altamente erosionados y las reservas limitadas de nutrientes (Stewart *et al.*, 2005); sin embargo, los aplicados es raramente manejado por recomendaciones derivadas de los análisis de los suelos (AS), lo que lleva al mal uso y asociados riesgos económicos (Chase *et al.*, 1991) y ambientales (Bundy *et al.*, 2001).

La presión para producir alimento en suelos marginales y la importancia de los fertilizantes en mejorar la producción, hace que el acceso a los AS sea fundamental. De todas maneras, se ejecutaron pocas investigaciones para desarrollar y calibrar regímenes de AS en los diferentes suelos y hábitats de los países en vías de desarrollo (Raun y Barreto, 1995; Ryan *et al.*, 2001).

En su lugar, métodos de AS desarrollados para agricultura moderna a gran escala son simplemente adoptados para su uso en países en vías de desarrollo (Ryan *et al.*, 2001). Por ejemplo, el método de extracción de P, Mehlich-I doble ácido fue desarrollado en Carolina del Norte (EE.UU) en suelos muy ácidos con baja capacidad de intercambio catiónico y una variedad de texturas de suelo (Mehlich, 1953); el mismo es utilizado para los diferentes tipos de suelos guatemaltecos (Saín and Martínez, 2004).

Algunas características comunes de los suelos guatemaltecos y de otros países de Centroamérica incluyen: material originado de cenizas volcánicas, plantación de terrenos altamente inclinados y susceptibles a la erosión y una continua explotación de cultivos en tierras marginales (Raun and Barreto, 1995). Trabajos de investigación previos a cargo de Crane *et al.* (2006) analizaron en 111 suelos muestreados por todo Guatemala, alcanzó los siguientes rangos: pH 4,76 a 7,43; materia orgánica

2,3 a 10,8%; carbonatos de calcio 0 a 10%; texturas desde arcillosas (A) hasta arcillo-arenosas (Aa).

La amplia diversidad presente en los suelos sugiere que el método Mehlich-I puede no ser el AS ideal para ser usado en Guatemala, aunque otras alternativas no fueron evaluadas. No obstante, Ramírez *et al.* (1989) realizaron estudios con maní, principalmente en suelos ácidos, los cuales aplicaron dosis de P. Se analizaron con los métodos de extracción Bray-1, Mehlich-1, Morgan y Olsen y los resultados se correlacionaron con los rendimientos del maní. Estas se presentaron significativamente entre los rendimientos, el P extraído y los cuatro extractantes (0,70 a 0,74). Se esperaba que Mehlich-I extrajera P efectivamente, ya que sólo tres de las 44 locaciones del estudio no presentaban suelos ácidos.

De todas maneras, el maíz se cultiva en una distribución de suelos mucho mayor, algunos de los cuales podrían ser alcalinos y otros estudios comparando métodos de extracción de P, no se efectuaron con maíz.

La gran mayoría de la agricultura en Guatemala es de subsistencia a pequeña escala, comúnmente cultivada con maíz, *Zea mays* L., de monocultivo o asociado con frijoles, *Phaseolus vulgaris* L., o calabaza, *Cucurbita* spp. (Saín y Martínez, 2004). Los suelos de estos pequeños campos necesitan AS, pero las circunstancias económicas generalmente impiden su uso. Por lo tanto, hay una gran necesidad de métodos de AS, que sean accesibles, se encuentren disponibles, estén calibrados para la aplicación de fertilizantes en una variedad de tipos de suelo y relacionados con los rindes de cultivos tradicionales.

Para el método de extracción de nutrientes, agua caliente presurizada (ACP) se utilizó para B, Cu, Fe, K, Mn, NO_3^- , NH_4^+ , P, S y Zn, el cual se dispuso de una máquina de café expreso para extraer los nutrientes contenidos en el suelo, evaluándose con varios procedimientos de extracción en un amplio rango de los mismos y demostrándose ser una alternativa práctica en suelos guatemaltecos (Crane *et al.*, 2006). El método es económicamente más accesible para los agricultores de pequeña escala en comparación con otros métodos. El costo total del equipo y los químicos necesarios para analizar los contenidos de N, P, K y pH en el suelo es aproximadamente un décimo del costo para establecer un laboratorio que use procedimientos estándar (Crane *et al.*, 2006).

El procedimiento fue exitosamente implementado en pequeños laboratorios en Marruecos y Guatemala

(Crane *et al.*, 2006). Por su parte, Shiffler *et al.* (2005) encontraron que el método ACP es efectivo para estimar contenidos de B en suelos de los EE.UU. fertilizados con B, además de estar relacionado con el contenido de B, la absorción y el rendimiento (R) de alfalfa *Medicago sativa*. De este modo, estudios vinculados con la extracción de P por medio del método ACP y el R de la cosecha, contenido de nutrimentos y absorción de los mismos bajo dosis de fertilizantes monitoreadas, no fueron reportadas. Igualmente, en Guatemala está ausente una comparación del ACP con Bray-1, Mehlich-I, Mehlich-III y Olsen sobre suelos fertilizados con P.

Se indagó si uno de estos cuatro métodos extrae P, éste fue el Mehlich-I que permitió estimar relaciones entre el rendimiento del maíz y las dosis de P.

El objetivo de este estudio fue estimar el rendimiento de maíz, contenido y la absorción de nutrimentos, calibración de valores extraíbles a niveles conocidos de P aplicado considerado en los métodos ACP, Bray-1, Mehlich-I, Mehlich-III y Olsen. Con esta finalidad se completaron los análisis intensivos de suelos y plantas en campos de ensayo (CE) múltiples, la cantidad de fertilizante con P no fue controlada, así como experimentos de incubación, invernadero y de campo, donde el P aplicado fue controlado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación para el muestreo y análisis

Localidades múltiples: para este estudio se seleccionaron al azar 26 campos sembrados (regiones de Cobán y Chiquimula) y en los mismos se delimitó un área de 15 x 15 m; dentro de éstas se tomaron muestras aproximadamente dos semanas después de la siembra.

Las características físicas y químicas de los suelos variaron en gran manera entre y dentro de las dos regiones. En la región de Cobán presentaron un porcentaje de materia orgánica que varió desde 4,9 a 6,2%, un pH de 5,7 a 5,9 y texturas de franco-arenosas (Fa) a A, mientras que en Chiquimula variaron desde 4,0 a 9,9%, pH de 5,6 a 7,1 y texturas de Aa hasta A (Hunsaker-Alcântara *et al.*, 2007). Los rendimientos reflejaron la variación ambiental y edáfica con grano de maíz variables de 2,5 a 7,1 t.ha⁻¹ (Hunsaker-Alcântara *et al.*, 2007). No fue posible controlar los cultivos de maíz y asignar a los agricultores determinadas variedades de semillas en el estudio de campo de localidades múltiples. Así mismo, se encontró una diversidad genética inherente

en los cultivares. Cerca de la mitad de las plantas de maíz eran variedades de polinización libre y la otra mitad fueron híbridos desarrollados en Guatemala. El espacio entre surcos, las poblaciones de plantas y el uso de fertilizante son decisiones determinadas por los agricultores.

Durante la segunda semana de junio del año 2004, se tomaron 10 muestras a 20 cm de profundidad con una barrena entre las líneas de maíz (con un promedio de 80 cm entre hileras), así como también, muestras adyacentes a las plantas de maíz y la zona donde se aplicó el fertilizante. Uno de estos dos conjuntos se mezclaron separadamente y se submuestrearon dejándolos secar al aire, pasadas por un tamiz (<2 mm) y almacenadas en contenedores hasta el momento de la extracción de P que se describe en la sección titulada "Métodos de extracción".

Campo controlado: en el experimento se establecieron 60 parcelas de 4 x 9 m en un suelo Aa que presentó resultados de P disponible, menor al nivel crítico para maíz de 15 mg.kg⁻¹ (método Olsen) y 10 muestras a 20 cm de profundidad se tomaron al azar dentro de cada parcela el 17 de junio del año 2005, exactamente 30 d después de la fertilización (una lluvia de 40 mm cayó inmediatamente después de la dosis de fertilizante), éstas se mezclaron, submuestrearon y prepararon para su posterior análisis con los suelos del estudio de campos múltiples (excepto la extracción de P por el método Mehlich-III que incluyó también; Mehlich, 1984). Se tomó una segunda muestra de suelo (Ms) a cada parcela al tiempo de la cosecha, dejándose secar al aire, se tamizaron (<2 mm), realizaron la extracción y análisis de P como se describe en la sección titulada "Métodos de extracción".

Incubación e invernadero: en los experimentos se utilizaron dos tipos de suelos, uno de textura A con un pH 5,5 y CIC 22 (montaña) y otro Aa con un pH 7,3 y CIC 31 (valle) según Hunsaker-Alcântara (2007). Éstos se condujeron en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI), en Chiquimula, Guatemala. Después de mezclarlos con cinco dosis de P (0, 30, 60, 120 y 240 kg.P.ha⁻¹) y 3 de K (0, 40, y 80 kg.K.ha⁻¹) con un arreglo factorial de 5x3, submuestras de 500 g de cada mezcla con el fertilizante, se colocaron en botellas plásticas tapadas, humedecidas hasta la capacidad de campo e incubadas en un cuarto oscuro a una temperatura ambiente de 27°C ± 3°C (Shiffler *et al.*, 2005). Posteriormente, 14 d después 250 g de suelo se removieron, secados al aire, tamizados y analizados de la misma manera que las Ms de los dos experimentos de campo.

Estos análisis marcaron los niveles de fertilidad al comienzo de los experimentos de invernadero e incubación. Luego de 56 d se tomaron submuestras en el invernadero y en el cuarto de incubación removiendo el suelo restante, en las botellas preparadas se tomó una de cada maceta al tiempo de la cosecha. Éstas se dejaron secar al aire, se tamizaron (< 2 mm) y se realizó la extracción y análisis de P.

Métodos de extracción: la totalidad de los AS se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la Universidad de Brigham Young (Brigham Young University, Provo, Utah) en EE.UU. El P fue extraído por medio de los métodos ACP (Crane *et al.*, 2006), Bray-1 (Bray and Kurtz, 1945), Mehlich-I y II (Mehlich, 1953 y 1984, respectivamente) y Olsen (Olsen *et al.*, 1954). El P fue determinado usando el procedimiento de ácido ascórbico Murphy-Riley (Murphy and Riley, 1962). Todos los suelos fueron analizados con los cinco métodos mencionados anteriormente, exceptuando los de las localidades múltiples. En éstos últimos se utilizó los métodos ACP, Bray-1, Mehlich-III y Olsen.

Diseño experimental y tratamientos

Tratamientos experimentales en el campo, invernadero y botellas de incubación fueron incorporados en diseños de bloques completos al azar, consistentes de cuatro con cinco dosis de P (0, 30, 60, 120 y 240 kg.P.ha⁻¹) y tres dosis de K (0, 40, y 80 kg.K.ha⁻¹) con un arreglo factorial de 5x3 (a causa de la falta de efectos de K con énfasis en P y el hecho de que Bray-1 no se utiliza para extraer K los resultados de K no fueron incluidos). A cada parcela se le aplicó N [urea, CO(NH₂)₂] a una misma dosis de 215 kg.N.ha⁻¹. En el campo se utilizaron como fuentes de N, P, y K, urea de grado comercial, fosfato de diamonio [(NH₄)₂HPO₄] y cloruro de potasio (KCl). Las parcelas de campo fueron fertilizadas manualmente al voleo una semana antes de la siembra. En el invernadero y en los estudios de incubación se usó urea de grado reactivo, fosfato monocálcico [Ca(H₂PO₄)₂H₂O] y KCl como fuentes de nutrimentos.

Los suelos del invernadero y cuarto de incubación fueron fertilizados mezclando cada dosis con 26 kg de suelo (de montaña y valle mezclados separadamente), luego se colocaron cuatro submuestras de 6 kg en macetas y cuatro de 500 g en botellas debidamente tapadas. Los suelos de montaña y de valle recibieron cada uno de los tratamientos asignados al azar dentro de cada bloque. Las unidades experimentales en estos suelos se reasignaron al azar cada dos semanas para minimizar el gradiente de variabilidad ambiental.

Manejo y análisis de plantas

Para el experimento de campo se sembró la semilla del maíz híbrido HB-83 el 27 de mayo 2005, desarrollada para áreas tropicales por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA; López, 2002), constituyendo uno de los híbridos más comunes en Guatemala (Fauchère, 2000; Saín y Martínez, 2004). Estas se sembraron en orificios de aproximadamente 2,5 cm de profundidad en hileras de 75 cm de ancho. Las densidades finales consistieron de 52 000 plantas.ha⁻¹ y las macetas del invernadero se plantaron el 19 de julio 2005 con cuatro semillas (el mismo híbrido HB-83) en cada una, otra planta por maceta en el invernadero (la mejor de cada semilla).

La precipitación fue uniforme y generalmente adecuada al campo, pero entre el 16 al 20 de junio 2005 hubo la necesidad de aplicar riegos posteriores con aspersores para mantener un nivel óptimo de humedad durante el período de sequía. En el invernadero las macetas se nivelaron por peso, capacidad de campo y agua corriente. De allí en adelante se pesaron diariamente las seleccionadas al azar y se les agregó la misma cantidad de agua a todas.

En el campo, las malezas se controlaron con el herbicida preemergente Batalla [N-(fósfonometil) glicina] y los herbicidas posemergentes Hedonal [2,4-ácido bicloro-fenoxiacético] y Paraquat [bicloruro 1,1-dimetil 4,4-bipiridilio], así como también, se aplicó desmalezamiento manual con regularidad. El insecticida Thiodan [6,7,8,9,10,10-Hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-Hexahidro-6,9-Metano-2,4,3-Benzodioxatiopina-3-Óxido] se utilizó para controlar el gusano de maíz en el campo y Volaton [2-Dietoxifosfinotioiloximino-2-Fenil-acetonitrilo] aplicándose para controlar el gusano barrenador del maíz en el campo e invernadero.

Igualmente, muestras de tejidos foliares provenientes de 10 hojas (una hoja directamente debajo y opuesta a la espiga primaria) tomadas al inicio de la inflorescencia en el campo controlado y el de localidades múltiples. En éstos se tomaron muestras de 8 m de dos surcos centrales, dentro del área de 15 x 15 m de cada siembra con fechas de muestreo que variaron en cada región a causa de los diferentes días de plantación. En el estudio controlado, las muestras se tomaron de dos hileras centrales en las parcelas de 4 x 9 m el 19 de julio de 2005 (53 d después de la siembra).

Todas las muestras de tejido fueron secadas en un horno de aire forzado por un mínimo de 48 horas a 65°C, pesadas, molidas (< 1 mm), digeridas por medio de ácido nítrico-perclórico espolvoreado y humedecido (Johnson

and Ulrich, 1959) y analizadas para detectar P utilizando plasma conectado por inducción ICP (por sus siglas en inglés; IRIS Intrepid II XSP, Thermal Elemental, Franklin, MA). El N fue interpretado utilizando una analizadora total de N (FP2000 LECO Corporation, St. Joseph, MI).

El grano del maíz se cosechó a mano, alcanzándose la madurez fisiológica (después de la formación de la capa oscura). Las plantas de maíz y las espigas se contaron de una parcela experimental de dos surcos centrales de 8 m de largo de cada área de 15 x 15 m en el ensayo de campo de localidades múltiples, y de cada área de 4 x 9 m en el experimento de campo (Rehm and Lamb, 2004). Se registra el peso húmedo total de las mazorcas, se toma una submuestra de 10, las cuales son pesadas y desgranadas. De los granos obtenidos se toma una submuestra, se pesa y se seca en un horno (Pilbeam *et al.*, 2002).

La submuestra de granos se molió (< 1 mm) y fue digerida por medio de ácido nítrico-perclórico en polvo humedecido para su posterior análisis para detectar P utilizando ICP. El N se usa una analizadora total de N. En el estudio de invernadero la planta completa se cosechó al comienzo de la inflorescencia (56 d), cortándola al nivel del suelo (Chien *et al.*, 1987). Se secaron en un horno durante un mínimo de 48 h a 65°C, luego fueron molidas y analizadas para determinar niveles de P, K, y N.

Análisis estadístico

Toda la información obtenida de los AS y plantas estuvo sujeta a varios procedimientos de análisis estadísticos, utilizando el Statistical Analysis Software (SAS, 2001), incluyendo correlación, regresión y análisis de varianza. Este último se realizó con los modelos apropiados, basados en los diseños originales. Los análisis de correlación y regresión fueron completados usando los promedios apropiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de campo de localidades múltiples

El análisis de la información combinada de todas las localidades reveló pocas relaciones significativas entre la extracción de P y NO_3^- , por medio de varios métodos de extracción, rendimiento (R) y concentración de nutrientes en las hojas. Debido a que hubo una varia-

ción amplia en el R y las características de los suelos, la información se analizó agrupándola en localidades de bajo (< 5,5 t.ha⁻¹) y alto (> 5,5 t.ha⁻¹) R. Estos análisis arrojaron relaciones significativas.

Los R del maíz se relacionaron positivamente con el P extraído por medio de Olsen y agua caliente presurizada (ACP) en localidades de alto R. De hecho, las extracciones de P por medio de Mehlich-I y Bray-1 resultaron relaciones significativas ($P < 0,05$) negativas con respecto al R (Cuadro 1, $r = -0,83$ y $-0,74$, respectivamente). Esto último puede deberse al amplio rango de características que se encontraron en los suelos estudiados, haciendo que estos dos métodos de extracción desarrollados para suelos ácidos sean inefectivos (Enwesor, 1977; Fixen and Grove, 1990).

Otros estudios afirman que el método Olsen es más aplicable para diferentes tipos de suelos que Mehlich-I o Bray-1 (Mallarino y Blackmer, 1992). Crane *et al.*, 2006, observó relaciones similares en Guatemala en una variedad de suelos aún más amplia con el P extraíble, por medio de ACP y Olsen están más correlacionado con Bray-1 y finalmente la relación más pobre fue la extracción por medio de Mehlich-I.

Los R en las áreas de alto R se correlacionaron significativamente al porcentaje de N en las hojas de maíz obtenidas al comienzo de la inflorescencia (Cuadro 1; $r = 0,83$). El N de las hojas en 7 de 10 localidades de alto R estuvo arriba de 2,7% de N, el nivel establecido como suficiente y el N de las hojas en las localidades de menor R estuvo por debajo de 2,7% (Mills y Jones, 1996). Esto confirma la importancia de los nutrientes adecuados con N para evitar la restricción de la respuesta de P en el maíz.

En las 16 localidades de bajo R, el P extraíble por medio de ambos métodos Olsen y ACP se relacionaron significativamente ($P < 0,05$) al contenido de P en las hojas del maíz (Cuadro 1), pero la relación no se encontró altamente relevante ($r = 0,48$ y $0,56$, respectivamente). Alrededor de la mitad de las 16 concentraciones de P en las hojas estuvieron al ras o por encima del nivel suficiente de 0,25% de P en la hoja de la mazorca (Mills y Jones, 1996).

La relación entre el R y el NO_3^- extraído por medio de ACP fue significativo en las localidades de bajo R (Cuadro 1; $r = 0,61$) y confirmado con una relación similar con la extracción de CTA con agua ($r = 0,63$, resultados no incluidos).

Los resultados del estudio de campo de localidades múltiples sugieren que los métodos de extracción ACP y Olsen son más prometedores que P, Bray-1 y Mehlich-I, donde existe cierta habilidad para estimar los R del grano de maíz con alto R a pesar del amplio rango de variedades híbridas y nativas que se cultiva en Guatemala. Por lo tanto, se justifica la investigación adicional bajo condiciones de aplicación de P controladas en el campo y en invernadero para comparar las extracciones por medio de ACP y Olsen con otros métodos.

Experimentos de invernadero

Se observaron incrementos significativos para la variable R de biomasa del maíz, concentración y absorción total de P, donde el maíz se cultivó en dos tipos de suelo en el invernadero por 56 d (cerca de la etapa de floración), al tiempo que se incrementó la fertilización de P, siendo las relaciones altamente estimables (R^2 de 0,90, 0,98 y 0,99, respectivamente). Así mismo, aún las vinculaciones más insignificativas entre el R y el índice de P, o el R y el P extraíble por medio de ACP fueron excelentes. La concordancia entre el P extraíble y el R del maíz estuvieron igualmente definidas para los métodos de extracción ACP, Olsen, Bray-1 y Mehlich-III (Cuadro 2). Las relaciones entre el P extraíble y la concentración, como también entre el P extraíble y la absorción total fueron excelentes en todos los métodos (Cuadro 2).

La concentración promedio de P en el maíz a altas dosis de P alcanzaron la concentración comúnmente aceptable

de 0,3%, otra reportada para los tallos y hojas de plantas (raíces no incluidas) a una altura de 30 cm, estuvieron menos maduras las cosechadas en este experimento (Mills y Jones, 1996).

Algunos investigadores proponen que la absorción de nutrimentos o la concentración de los mismos son estimables de medición que el R durante el desarrollo de la metodología de análisis de suelo, información obtenida que respalda esta hipótesis (Mills y Jones, 1996).

Por lo tanto, con base a la información del invernadero, el método Mehlich-I fue el indicador menos confiable del R, aunque produjo relaciones significantes para todos los parámetros y ACP consistentemente confiable, como otros métodos efectivos de extracción de P que se probaron.

Incubación. Las relaciones entre los índices de P aplicado y de P extraíble con varios métodos altamente significativo (R^2 entre 0,98 y 0,99). La comparación de los niveles de P extraíble por medio de ACP al comienzo (14 d) y al final (56 d) de los experimentos del invernadero y de incubación revela un impacto definitivo de la absorción de P por parte del maíz en suelos del invernadero y en cada uno de los 5 niveles de P para P extraíble por medio de ACP (ver Figura). Las disminuciones fueron mayores entre el P extraíble por medio de ACP inicial y final a la vez que el índice de P aumentaba. Existe poca evidencia de la fijación de P, excepto una pequeña fijación a índices de P de 120 y 240 kg.ha⁻¹.

CUADRO 1. Coeficientes de correlación (valores de r) para las relaciones significativas en el experimento de campo de múltiples localidades. La cosecha de maíz se obtuvo al tiempo de madurez fisiológica y contenidos de N y P en tejidos foliares se lograron al comienzo de la inflorescencia.

Localidades	Valores de r asociados con las ecuaciones de regresión que definen las relaciones		
		Rendimiento de maíz	P en hojas de maíz
10 de alto rendimiento	P Extraíble por ACP	+0,60	NS1
	P Extraíble por Olsen	+0,75	NS
	P Extraíble por Mehlich-I	-0,83	NS
	P Extraíble por Bray-1	-0,74	NS
	N en hojas de maíz	+0,83	NS
16 de bajo rendimiento	NO ₃ -N Extraíble por ACP	+0,61	NS
	P Extraíble por ACP	NS	+0,48
	P Extraíble por Olsen	NS	+0,56

CUADRO 2. Las relaciones y valores de R^2 entre el P extraído por los cinco métodos: a. el rendimiento completo de la planta (g.maceta^{-1}); b. concentración de P en el tejido foliar (% materia seca); c. la absorción total de P (contenido de P x rendimiento; g.maceta^{-1}) en el invernadero. Los valores que se usaron para establecer relaciones son el promedio de dos suelos, tres tratamientos de K y cuatro réplicas.

Método de extracción de P	R^2	Ecuación
-----Rendimiento-----		
Agua Caliente Presurizada	0,89	$Y=13,0 + 3,52X - 0,107X^2$
Olsen	0,87	$Y=9,05 + 1,33X - 0,0136X^2$
Mehlich-III	0,84	$Y=10,8 + 1,01X - 0,00814X^2$
Mehlich-I	0,80	$Y=3,55 + 2,71X - 0,0476X^2$
Bray-1	0,91	$Y=7,86 + 1,54X - 0,0176X^2$
-----Concentración de P en plantas-----		
Agua Caliente Presurizada	0,97	$Y=0,161 + 0,0969X - 0,000197X^2$
Olsen	0,98	$Y=0,150 + 0,00352X - 2,34X^2$
Mehlich-III	0,97	$Y=0,152 + 0,00285X - 1,60 e^{-5}X^2$
Mehlich-I	0,98	$Y=0,124 + 0,00835X - 0,000114X^2$
Bray-1	0,97	$Y=0,149 + 0,00392X - 2,85 e^{-5}X^2$
-----Absorción de P-----		
Agua Caliente Presurizada	0,99	$Y= 0,010 + 0,010X - 0,000267X^2$
Olsen	0,98	$Y=-0,000793 + 0,00382X - 3,29 e^{-5}X^2$
Mehlich-III	0,97	$Y= 0,00274 + 0,0030X - 2,09 e^{-5}X^2$
Mehlich-I	0,95	$Y=-0,0218 + 0,00829X - 0,000130X^2$
Bray-1	0,99	$Y= 0,00336 + 0,00437X - 4,19 e^{-5}X^2$

Estas relaciones para absorción y fijación arrojaron similitud en los suelos de montaña y de valle, cuyos valores presentados son el promedio de los dos suelos. Este resultado fue relevante porque reportó que los suelos de montaña en esta región exhiben una alta capacidad de fijación de P (Bueso-Campos, M.L., reportes no publicados, 2005; Raun y Barreto, 1995). Las condiciones de temperatura y la humedad se mostraron ideales para promover la fijación durante la incubación ($27\pm 3^\circ\text{C}$ y la capacidad del campo) y los suelos del invernadero por su parte húmedos y cálidos.

Ambos suelos contienen altas cantidades de A, mientras que el de montaña contiene aluminio intercambiable ($0,8 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$) con un pH de 5,5 y el de valle contiene un exceso de CaCO_3 (2,1%) con un pH de 7,3. Cada uno de estos factores mejora la fijación de P (Havlin *et al.*, 2005).

Experimento de campo

No obstante, que los R de campo variaron de 2,2 a $5,2 \text{ t.ha}^{-1}$, no se pudieron establecer relaciones significativas entre el R y los niveles de P extraíble del suelo con ningún método de extracción (resultados no incluidos), lo que resulta sorprendente ya que las mismas dosis de aplicación al mismo suelo en el invernadero respondieron a la aplicación de P.

Es inusual que el fertilizante tenga un impacto sobre el desarrollo vegetativo pero no en el R de grano y al parecer, el rápido crecimiento vegetativo estuvo relacionado con las dosis de P ($R^2=0,61$). El contenido de P en las hojas aumentó con la dosis de P ($R^2=0,61$) y otras concentraciones de nutrimentos en las hojas se encontraron a niveles críticos reportados o por encima de los mismos (Mills and Jones, 1996; Ramírez, 1981).

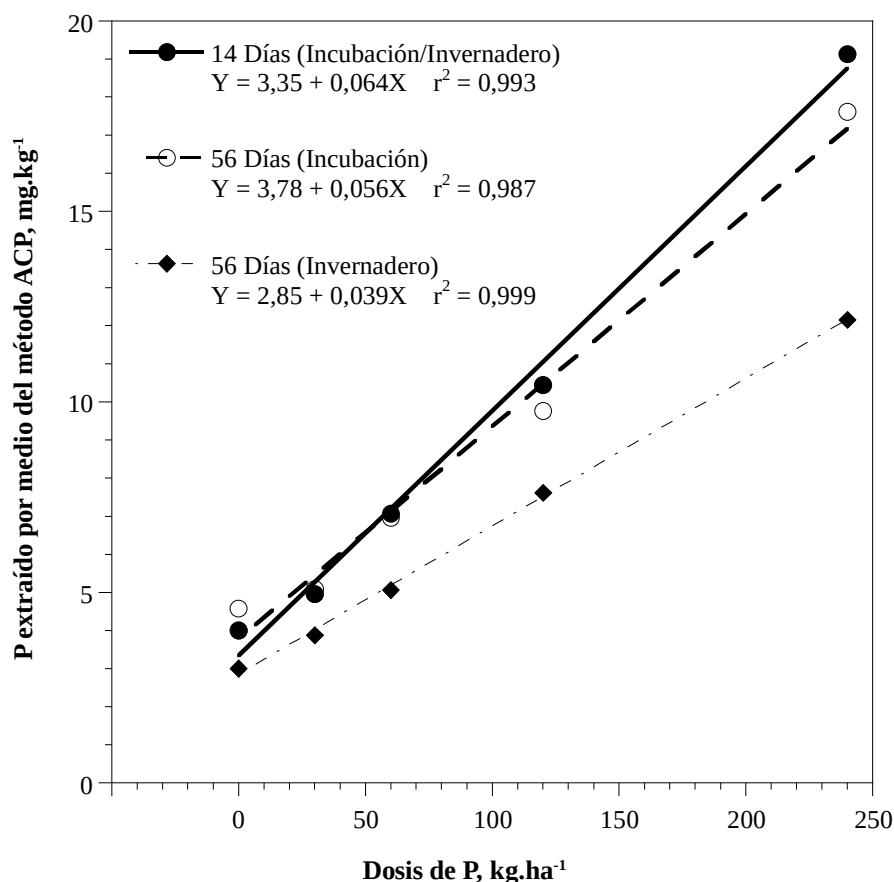


FIGURA. La relación entre las dosis de aplicación de P y el P extraíble por medio del método ACP al inicio de los experimentos de incubación e invernadero (muestreados 14 d después de la fertilización) y muestreado 56 d después de la fertilización (las muestras de incubación fueron tomadas de los contenedores almacenados, y las muestras del invernadero fueron tomadas de las macetas). Los valores utilizados para establecer las relaciones son el promedio de dos tipos de suelos y tres tratamientos de K.

Adicionalmente, hubo control de malezas al comienzo, durante la temporada y fertilización auxiliar con base a N. La distribución consistente de lluvia y la aplicación de riegos durante un solo período de sequía debieron minimizar los impactos del ambiente en el R.

La respuesta de este último pudo ser más común en el invernadero que en el campo, debido al mayor contacto entre las raíces y los nutrimentos, porque éstos en el invernadero son capaces de remover una cantidad mayor en comparación con las raíces en el campo, a causa del volumen limitado del suelo en las macetas (Ussiri *et al.*, 1998).

También, el experimento del invernadero fue cosechado cerca del final de la etapa vegetativa en lugar de la etapa reproductiva, en un período en el campo cuando la aplicación de P tuvo un impacto en el crecimiento. Sin

embargo, no se recopilaron datos en el campo durante esa etapa. El R promedio obtenido (5,7 t.ha⁻¹) en las parcelas de alto R se encuentran en los mismos parámetros que se reportaron en otros lugares para este híbrido (Fauchère, 2000).

De todas formas, aunque ampliamente cultivado, el maíz híbrido HB-83 carece del potencial genético para responder a altos niveles de P para la producción de grano. La constitución genética tiene un rol importante en el desarrollo de la capacidad de un cultivar para responder a las aplicaciones de fertilizantes y es un factor que se debe prestar atención en los países en vías de desarrollo (Havlin *et al.*, 2005). De cualquier forma, no se pueden descartar por completo condiciones externas que pueden afectar la capacidad de respuesta del cultivo a las dosis de fertilizante (Viets *et al.*, 1954).

Hubo mejoras estimables y significativas en el contenido foliar de P con el incremento de las dosis de la aplicación de P ($R^2=0,61$), pero todas las concentraciones estuvieron dentro del rango de suficiencia ($> 0,25\%$) para maíz (Mills y Jones, 1996). El incremento de P foliar a causa del aumento de la dosis de fertilizante con P se vio reflejado en el P extraíble por medio de ACP ($r^2=0,57$) y por tres de los cuatro métodos para extraer P (Cuadro 3).

Únicamente el método Mehlich-I falló en extraer P de los suelos en relación a la concentración de P en plantas. Considerando que el R de maíz generalmente está relacionado con el contenido de P en las hojas o la absorción de P (Viets *et al.*, 1954), esta falta de relación del método Mehlich-I evidencia que no es el más apropiado para la determinación de P en los suelos de Guatemala (Pérez *et al.*, 2003).

La correlación entre el índice de P aplicado en el campo y P extraíble por medio de ACP fue excepcional

($R^2=0,985$) y se observó una fuerte relación con todos los métodos de extracción excepto Mehlich-I (Cuadro 3). Éstas no son tan fuertes como se mostraron en los estudios del invernadero y de incubación (R^2 entre 0,98 y 0,99) donde todos los métodos de extracción, incluyendo Mehlich-I produjeron correlaciones estimables.

Por naturaleza los experimentos de campo son más variables que los hechos en invernadero o incubación, donde se mezclan cuidadosamente cantidades de suelos relativamente pequeñas, mejorando la distribución del fertilizante en el reducido espacio, forzando a las raíces a realizar una mayor extracción de nutrientes y permitiendo un mejor contacto entre ambos. La escasa relación entre el P extraíble por el método Mehlich-I y el índice de P en el campo ($R^2=0,51$) comparada con otros métodos de extracción ($R^2=0,96$ a 0,99) demuestra que Mehlich-I no es el más adecuado para los suelos de Guatemala.

CUADRO 3. Las relaciones entre P extraído por los cinco métodos y a) el contenido de P en las hojas (R^2) y b) la aplicación de dosis de P (R^2). Los valores usados para establecer las relaciones representan el promedio de tres tratamientos de K y cuatro réplicas.

Método de extracción	Parámetro regresado	Ecuación
-----Contenido de P en las hojas-----		
	R^2	
Agua caliente presurizada	0,57	$Y=0,289 + 0,00153X + 0,68e^{-5}X^2$
Olsen	0,70	$Y=0,219 + 0,00537X - 6,64e^{-5}X^2$
Mehlich-III	0,63	$Y=0,275 + 0,00367X - 5,71e^{-5}X^2$
Mehlich-I	N.S.	-----
Bray-1	0,59	$Y=0,295 - 0,000319X + 1,90e^{-5}X^2$
-----Índice de aplicación de P-----		
	R^2	
Agua caliente presurizada	0,99	$Y=5,73 + 0,0601X$
Olsen	0,96	$Y=16,1 + 0,118X$
Mehlich-III	0,99	$Y=6,18 + 0,0576X$
Mehlich-I	0,51	$Y=14,4 + 0,0275X$
Bray-1	0,99	$Y=24,9 + 0,111X$

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en los estudios confirman que el método de extracción de P y ACP, refleja adecuadamente las dosis de P aplicadas a los suelos e ilustran que el método ACP puede ser usado de manera eficaz para estimar el rinde de maíz, concentración de P y absorción en suelos con diferentes niveles de reserva de P.
- El método ACP es igual o mejor que el método Olsen mientras que Bray-1 y Mehlich-III fueron menos consistentes en relacionar la extracción de P en el suelo, con el rinde y los parámetros de nutrimentos medidos en estos experimentos.
- Todos los métodos alternativos de extracción fueron consistentemente mejores que el método Mehlich-I. Los resultados que confirman previa información en un espectro mayor de suelos guatemaltecos que la extracción de P por Mehlich-I ampliamente usada en Guatemala necesita ser reemplazada con otro método de extracción más adaptado a los diversos suelos inherentes a la región.
- Se recomiendan estudios de campo adicionales en un rango mayor de suelos para definir mejor las relaciones entre las extracciones de P, el rendimiento de maíz y desarrollar los fertilizantes, especialmente, para los métodos ACP y Olsen, ya que muestran el mayor potencial para reemplazar la extracción por el método Mehlich-I.
- El método ACP es definitivamente una opción viable para reemplazar el método Mehlich-I, recomendando dosis de P en Guatemala y localidades con suelos similares.

AGRADECIMIENTO

Por la ayuda técnica brindada y la participación incondicional de Angela Rampton, Fredy Coronado, Dany Arbizú, numerosos estudiantes y docentes de Guatemala. También a los comentarios y sugerencias de los revisores.

BIBLIOGRAFÍA

Arnason, T., J. D. H. Lambert, J. Gale, J. Cal and H. Vernon. 1981. Decline of soil fertility due to intensification of land use by shifting agriculturists in Belize, Central America. *Agro-Ecosystems* 8:27-37.

Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.

Bundy, L. G., T. W. Andsraski and J. M. Powell. 2001. Management practice effects on phosphorus losses in runoff in corn production systems. *J. Environ. Qual.* 30:1 822-1 828.

Chase, C., M. Duffy, J. Webb and R. Voss. 1991. An economic assessment of maintaining high phosphorus and potassium soil test levels. *Am. J. of Alt. Ag.*, 6:83-86.

Chien, S. H., F. Adams, F. E. Khasawneh and J. Henao. 1987. Effects of combinations of triple superphosphate and a reactive phosphate rock on yield and phosphorus uptake by corn. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 51:1 656-1 658.

Crane, K. S., B. L. Webb, P. S. Allen and V. D. Jolley. 2006. Simplified soil analysis procedure for use in small-scale agriculture. *Commun. Soil. Sci. and Plant Anal.* 37:993-1 010.

Enwezor, W. O. 1977. Soil testing for phosphorus in some Nigerian soils: I. Comparison of methods of determining available phosphorus in soils of Southeastern Nigeria. *Soil Sci.* 123:48-53.

Fauchère, J. M. F. 2000. Technological gap for maize (*Zea mays* L.) cultivation in the Polochic watershed of Guatemala. Unpublished Doctor of Natural Sciences. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.

Fixen, P. E. and J. H. Grove. 1990. Testing soils for phosphorus. **In:** R.L. Westerman (ed.) *Soil testing and plant analysis*. SSSA, Madison, WI. p. 141-180. Disponible es: from <http://apps.fao.org>

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers an Introduction to Nutrient Management* (Seventh ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Heckman, J. R., W. Jokela, T. Morris, D. B. Beegle, J. T. Sims, F. J. Coale, S. Herbert, T. Griffin, B. Hoskins, J. Jemison, W. M. Sullivan, D. Bumbla, G. Estes and W. S. Reid. 2006. Soil test calibration for predicting corn response to phosphorus in the Northeast USA. *Agron. J.* 98:280-288.

- Hunsaker-Alcântara, H. M., V. D. Jolley, B. L. Webb, P. S. Allen, R. D. Horrocks and M. L. Bueso Campo. 2007. Predicting maize yield, nutrient concentration and uptake in P and K fertilized soils: Pressurized hot water and other alternatives to Mehlich I extraction in Guatemala soils. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 38:1 815-1 839.
- Johnson, C. M. and A. Ulrich. 1959. II. Analytical Methods for Use in Plant Analysis. *Calif. Agric. Exp. Stn. Bull.* 766:30-33.
- López, M. R. F. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico. *Inst. Cienc. Tecnol. Agric.* 1:45.
- Mallarino, A. P. and A. M. Blackmer. 1992. Comparison of methods for determining critical concentrations of soil test phosphorus for corn. *Agron. J.* 84:850-856.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. (Extractor de prueba de suelo Mehlich 3: Una modificación al extractor Mehlich 2) *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 15:1 409-1 416.
- Mills, H. A. and J. B. Jones Jr. 1996. *Plant Analysis Handbook II. (Manual de Análisis de Plantas II)* Athens, Georgia: MicroMacro Publishing, Inc.
- Murphey, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27:31-36.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Wantanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture. Cir. 939, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Pérez, O., M. Melgar and I. Lazcano-Ferrat. 2003. Phosphorus fertilization and phosphorus-extraction method calibration for sugarcane soils. *Better Crops Int.* 17:26-29.
- Pilbeam, C. J., P. J. Gregory, B. P. Tripathi and R. C. Munankarmy. 2002. Fate of nitrogen-15-labelled fertilizer applied to maize-millet cropping systems in the mid-hills of Nepal. *Biol. Fertil. Soils.* 35:27-34.
- Ramírez, R. 1981. Nutrición del maíz en Venezuela. IV. Valores Standard y adecuados de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio para interpretación de análisis foliar en maíz. *Agronomía Trop.* 30:125-133.
- Ramírez, R., J. Tenías, L. C. de Silva, T. Rodríguez y A. Chirinos. 1989. Calibración de cuatro métodos de análisis de suelo con la respuesta del maní a la fertilización con fósforo. *Agronomía Trop.* 39:5-21.
- Raun, W. R. and H. J. Barreto. 1995. Regional maize grain yield response to applied phosphorus in Central America. *Agron. J.* 87:208-213.
- Rehm, G. W. and J. A. Lamb. 2004. Impact of banded potassium on crop yield and soil potassium in ridge-till planning. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:629-636.
- Ryan, J., G. Estefan and A. Rashid. 2001. *Soil and plant analysis laboratory Manual International Center for Agriculture Research in the dry area (2nd ed.)*. Aleppo, Syria.
- Saín, G. and J. Martínez. 2004. Adoption and use of improved maize by small-scale farmers in Southeast Guatemala. México: CYMMYT. Working Paper 99-04:1-25.
- Shiffler, A. K., V. D. Jolley, J. E. Christopherson, B. L. Webb and V. A. Habey. 2005. Pressurized hot water and DTPA-sorbitol as viable alternatives for soil boron extraction. II. Correlation of soil extraction to responses of boron-fertilized alfalfa. *Común. Soil. Sci. Plant Anal.* 36:2 189-2 207.
- Stewart, W. M., D. W. Dobb, A. E. Johnston and T. J. Smith. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agron. J.* 97:1-6.
- Ussiri, D. A., P. N. S. Mkeni, A. F. MacKenzie and J. M. R. Semoka. 1998. Soil test calibration studies for formulation of phosphorus fertilizer recommendations for maize in Morogoro District, Tanzania. II. Estimation of optimum fertilizer rates. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 29:2 815-2 828.
- Viets, F. G. Jr., C. E. Nelson and C. L. Crawford. 1954. The relationships among corn yields, leaf composition and fertilizers applied. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19:297-301.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTAS FRESCAS DE CULTIVOS NO TRADICIONALES EN VENEZUELA I LA YACA

PHYSICAL-CHEMISTRY CHARACTERIZATION OF FRESH FRUITS OF NO TRADITIONAL CULTIVATIONS IN VENEZUELA I THE YACA

Grigna Piña-Dumoulín*, Josbelk Quiroz**, Alfonsina Ochoa*** y Sacramento Magaña-Lemus****

* Investigadora. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP). Maracay 2101, estado Aragua.

** Pasante. Universidad Rómulo Gallegos. *** Ingeniera Frutales CENIAP y **** Asesor Estadístico.

E-mail: gpina@inia.gob.ve.

RESUMEN

La yaca, *Artocarpus heterophyllus* Lam., Moraceae nativa de la India poco difundida en el país conocida como Jaca, Pan de Pobre, Jackfruit; o como *nangka* en Malasya y Filipinas; *khanun* en Tailandia, *khnor* en Cambodia, *mak mi* o *may mi* en Laos y *mit* en Vietnam. Es un árbol siempre verde considerado entre los de mayor producción de las especies frutales y amplio uso comestible, pudiéndose consumir cocido o crudo, en estado inmaduro o maduro, respectivamente. Evaluaciones de calidad realizadas en frutos provenientes de plantas establecidas en el campo experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP), demuestran que sus pesos promedios oscilan entre 2 y 3 kg, encontrando frutos hasta de 8 kg. La proporción del fruto en madurez fisiológica es de aproximadamente 59% de pulpa, 37% de cáscara y 4% de semillas, aunque el número de semillas varió significativamente de frutos de una planta a otra (3 a 40), siendo el peso de éstas alrededor de los 7 g. Los valores de SST, acidez y vitamina C difieren significativamente entre la madurez fisiológica, la madurez organoléptica y la sección del fruto analizada, resaltando el alto valor nutritivo de sus semillas.

Palabras Clave: *Artocarpus heterophyllus* Lam.; alimento; calidad; fruta; Moraceae; nutrición.

SUMMARY

The yaca, *Artocarpus heterophyllus* Lam., native Moraceae of India, is not well-known in Venezuela. It is known Jaca, Bread of Poor man, Jackfruit; or like *nangka* in Malasya and the Philippines; *khanun* in Thailand, *khnor* in Cambodia, *mak my* or *may my* in Laos and *mit* in Vietnam. Is an ever-green tree, producing more yield than any other fruit tree species and with extensive edible use, and consumed both as vegetable in the unripe stage and also as fruit when ripe. Evaluations of quality carried out in fruits from plants established in the experimental field (CENIAP), demonstrate that their weight averages oscillate between 2 and 3 kg, being able to produce fruits 8 kg. The proportion of the fruit in physiological maturity is of approximately 59% of pulp, 37% of rind and 4% of seeds, although the number of seeds varied significantly of fruits of a plant to another (3 to 40), being the weight of these around the 7 g. The values of SST, acidity and vitamin C were different between the organoleptil maturity and ripe stage and the section from the fruit analyzed, standing out the high nutritious value of their seeds.

Key Words: *Artocarpus heterophyllus* Lam.; food; quality; fruit; Moraceae; nutrition.

RECIBIDO: abril 03, 2009

ACEPTADO: enero 11, 2010

INTRODUCCIÓN

La yaca, *Artocarpus heterophyllus* Lam., es nativa de los bosques húmedos de la Cordillera Occidental de la India y extendida a otras partes de este país (Figura 1), Sureste de Asia y últimamente a las Filipinas, frecuentemente es plantada en el Centro y Este de África y bastante popular en Brasil y Surinam (Pua *et al.*, 2008). Crece naturalmente en los bosques húmedos tropicales y subtropicales de la India, por encima de los 1 300 m de altura (Khan, 2004); aunque la calidad de los frutos, especialmente maduros, es superior en elevaciones hasta los 200 m.s.n.m. (Crane y Balerdi, 2000).

Es un excelente ejemplo de un alimento valorado en algunas zonas del mundo y desperdiciado en otras. O.W. Barrett escribió en 1928: “los jaks... son frutos tan grandes e interesantes y los árboles de tan buen comportamiento que es difícil explicar la falta de conocimiento general con relación a ellos” (Morton, 1987).

En Venezuela no es un frutal muy conocido y puede ser confundido por su denominación común de árbol del pan, fruta del pan o fruta del pobre o ñame isleño, *Artocarpus altilis* Fosb. (syns. *A. communis* J. R. y G. Forst.; *A. incisus* L.f.) perteneciente a la misma familia.

El género *Artocarpus* comprende alrededor de 50 especies de árboles siempre verdes y caducifolios pertene-

cientes a la familia de las Moraceas (Pua *et al.*, 2008). Es una planta majestuosa cuya altura está entre los 9 y 21 m (Morton, 1987); sus hojas son de color verde oscuro brillante, dispuestas de forma alternada, largas, de forma ovalada y lobulada en ramas adultas y jóvenes, respectivamente. Es un árbol monoico, cuyas flores emergen del tronco y de las ramas mayores. Todas sus partes contienen abundante látex, blanco y pegajoso (Crane y Balerdi, 2000).

Los frutos son compuestos o agregados, de pequeños a muy grandes (1,4 a 50 kg) (Morton, 1987; Crane y Balerdi, 2000; Jagadeesh *et al.*, 2007; Adetolu, 2008) y en ellos puede distinguirse tres regiones primarias (Figura 2), las cuales son: el eje o centro del fruto, con numerosas células laticíferas y no comestible; el perianto, que forma la mayor parte del fruto y a la vez está conformada por la región comestible fresca, una región media fusionada (formando el anillo del sincarpo) y la región externa córnea no comestible de color verde y amarillo al madurar. La tercera región corresponde al fruto verdadero (semillas) que es desarrollado desde el carpelo del ovario y está rodeado por el perianto fresco (Ong *et al.*, 2006).

Las semillas miden de 2 a 4 cm de largo y de 1,25 a 2 cm de ancho, de color blanco y sin ondulaciones, encontrándose entre un número de 100 y 500 en un solo fruto (Morton, 1987).



FIGURA 1. Frutos de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.).

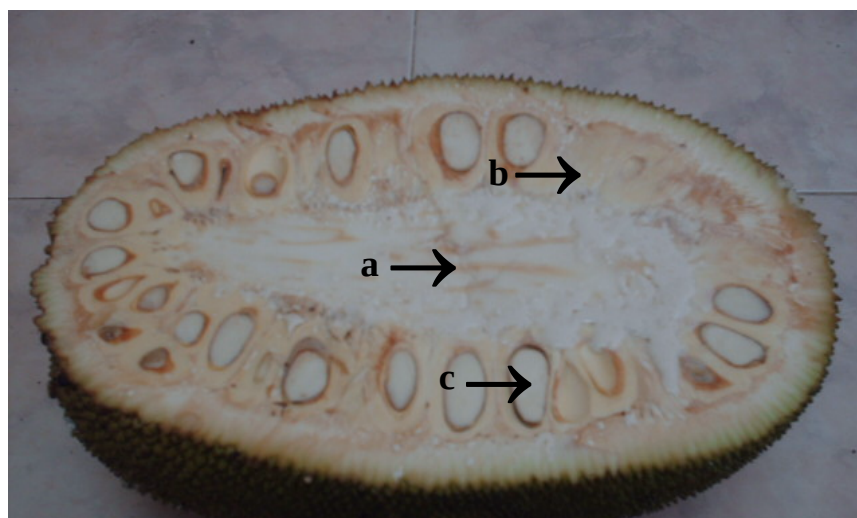


FIGURA 2. Regiones del fruto: centro (a), pulpa o perianto (b) y semilla o fruto verdadero (c).

La yaca se considera a partir de un estudio sobre patrones respiratorios de frutos tropicales, como de tipo intermedio entre climatérico y no climatérico (Biale and Baccus, 1970); sin embargo, puede ser consumido como vegetal en estado inmaduro y como fruta al madurar (Ong *et al.*, 2006).

El fruto en forma maciza puede ser asado y consumido sin distingo de pulpa y semillas. Su pulpa madura sirve como base para una bebida con leche, cuyo sabor asemeja una merengada de banana; y sus semillas pueden ser cocidas en agua, lográndose un producto de sabor semejante a la papa.

El conocimiento sobre la variabilidad encontrada en las características físico-químicas de los frutos de la yaca, así como los cambios ocurridos durante su maduración, facilitan el manejo pre y poscosecha, la determinación del potencial de uso del producto y la selección clonal de plantas deseables, según la expresión genética manifestada bajo la condición agroclimática del área de producción.

Aún cuando, hay poca información sobre este fruto en el país, y los cambios que ocurren durante su maduración, su estudio bajo las condiciones del trópico venezolano, éste ofrece una alternativa de alimentación por su versatilidad de consumo y alto contenido de energía, aportando al humano aproximadamente 2 MJ kg^{-1} de peso fresco de perianto (Matior *et al.*, 1995). El fruto maduro contiene alrededor de 540 UI de vitamina A y

minerales como el fósforo, hierro y calcio (Mitra and Mani, 2000) y las almidonosas semillas poseen un alto contenido de proteína y tiamina (Adetolu, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en frutos provenientes de tres árboles (193, 194 y 195) de aproximadamente 10 años de edad propagados por semilla y establecidos en el Campo Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), ubicado en Maracay, estado Aragua ($10^{\circ}13' \text{ LN}$ y $67^{\circ}37' \text{ LO}$), en un suelo Fluventic Haplustolls, a una altitud de 445 m.s.n.m.; área clasificada como bosque seco tropical sub-húmedo (Ewell y Madriz, 1968; Holdridge, 1979), con precipitación media anual entre 900-1000 mm, temperatura media de 25°C y evapotranspiración alrededor de los 1 400 mm (Estación Climatológica Ceniap-Maracay).

Los frutos cosechados fueron llevados al laboratorio de calidad y poscosecha para realizar las determinaciones físico-químicas en estado de madurez fisiológica y organoléptica.

En el conocimiento de la potencialidad de consumo del fruto en general (Campbell y El-Sawa, 1998; Ong *et al.*, 2006), éstos fueron divididos en cáscara, pulpa y semilla y todos los análisis realizados por sección, con la finalidad de reportar los diferentes cambios que ocurren por cada una de las partes del fruto durante la maduración y la relación con su valor nutricional.

El índice de cosecha se estableció cuando ocurrió un viraje de color verde intenso a verde claro y la separación y recesión de las espinas (Crane and Balerdi, 2000). La mitad se analizó inmediatamente (madurez fisiológica) y la otra mitad se dejó en cámara de maduración a una temperatura promedio diaria de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $52\pm 2\%$ hasta que estos tomaron una coloración amarilla (maduración organoléptica), cuando se realizó la segunda determinación.

Se midió la masa total del fruto y por sección (g) y la proporción entre ellas (%); además del número y peso de semillas (g).

La determinación de las variables químicas se realizó a partir de una solución filtrada proveniente de 20 g de muestra homogeneizada en 60 ml de agua destilada, expresándose luego el contenido de sólidos solubles totales (SST) en $^{\circ}\text{Brix}$ (AOAC, 1990), la acidez titulable basándose al ácido cítrico en $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (AOAC, 1990) y el contenido de vitamina C en $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (Smhmall *et al.*, 1953).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo que duraron los frutos para madurarse fue entre 6 y 14 d a una temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y una HR de $52\pm 2\%$, observándose el mayor tiempo en aquellos frutos con menor contenido de semillas; resultados que están por encima de los reportados en Florida de Estados Unidos (EE.UU.), para la misma temperatura de exposición (24 y 27°C) los cuales oscilaron entre 3 y 10 días (Crane and Balerdi, 2000).

Variables físicas

Al realizar la caracterización de los frutos provenientes de las tres plantas, las pruebas de media no refleja diferencias significativas entre el peso de los frutos, pero sí una menor variabilidad entre ellos en la planta 195 (Cuadro 1), en la que también se observan frutos con una menor y significativa cantidad y proporción de semillas con respecto a la cáscara y la pulpa (Cuadro 2). Dicha diferencia entre los frutos de la planta 195 con respecto a los demás, puede atribuirse a la alta polinización cruzada de la especie y a su forma de propagación por semilla; que a su vez origina innumerables tipos de plantas con frutos de características diferentes (Mitra y Mani, 2000; Jagadeesh *et al.*, 2007).

Sin embargo, todos los frutos de los árboles evaluados en el presente estudio se clasifican como pequeños, de acuerdo a la descripción de 12 variedades de yaca realizadas por la Universidad de Florida en EE.UU., donde se reportan frutos pequeños hasta 3,18 kg; medianos hasta 9,99 kg; y grandes hasta 14,98 kg (Crane y Balerdi, 2000).

La proporción de pulpa determinada en los frutos para las tres plantas se encuentra por encima de las reportadas en variedades conocidas (32 a 50%), sin diferencias significativas entre ellas, pero la proporción de semillas se muestra por debajo de las reportadas (Crane y Balerdi, 2000), llegando a un mínimo de 0,9% en madurez fisiológica y 3,9% en madurez organoléptica para la planta 195 (Cuadros 2 y 4).

CUADRO 1. Variables físicas de frutos de yaca en madurez fisiológica.

Plantas	n	PesoTotal (g) $\pm$ EEM ¹	Cáscara (g) $\pm$ EEM	Pulpa (g) $\pm$ EEM	Semillas (g) $\pm$ EEM	Nº Semillas $\pm$ EEM	1 Semilla (g) $\pm$ EEM
193	5	2 317 a $\pm$ 355,1	786 ab $\pm$ 118	1 392 a $\pm$ 233,2	139 a $\pm$ 40,6	23 a $\pm$ 5,8	5,9 a $\pm$ 0,35
194	5	1 982 a $\pm$ 290,7	721 b $\pm$ 91	1 158 a $\pm$ 191,8	103 a $\pm$ 13,7	19 a $\pm$ 3,1	5,7 a $\pm$ 0,37
195	4	2 277 a $\pm$ 92,8	920 a $\pm$ 42,2	1 337 a $\pm$ 83,5	21 b $\pm$ 5,5	3 b $\pm$ 0,9	7,3 a $\pm$ 0,59
Valor P ²		0,622	0,031	0,808	0,006	0,007	0,129
Poder ³		0,102	0,702	0,071	0,969	0,936	0,373

¹ EEM = Error Estándar de la Media

² Valor P = (α) = Nivel de Significancia.

³ Poder de la Prueba (1- β)

CUADRO 2. Proporción comestible de frutos de yaca en madurez fisiológica.

Planta	n	Cáscara(%) ± EEM ¹	Pulpa(%) ± EEM	Semillas(%) ± EEM
193	5	34,6 a ± 2,62	59,6 a ± 3,05	5,8 a ± 1,06
194	5	36,8 a ± 1,35	57,9 a ± 1,87	5,3 a ± 0,59
195	4	40,5 a ± 2,03	58,6 a ± 2,03	0,9 b ± 0,21
Valor P ²		0,346	0,829	0,002
Poder ³		0,185	0,069	0,993

¹ EEM = Error Estándar de la Media² Valor P = (α) = Nivel de Significancia.³ Poder de la Prueba (1- β)

El peso promedio de una semilla se encuentra en el rango reportado de 1,5 a 14 g y por encima de los 4 g, valor mínimo para ser consideradas viables para la propagación de la especie (Khan, 2004).

El número de semillas estuvo entre 3 y 40 por fruto, considerándose bajo en relación a otros materiales (Morton, 1987; Campbell y El-Sawa, 1998; Crane y Balerdi, 2000); además, se observó diferencias significativas ($P=0,041$) entre el mayor número de semillas para los frutos provenientes de la planta 193 y el menor para la 195 (Cuadro 3), lo cual puede atribuirse a una característica inherente a un factor genético de ambos materiales (Jagadeesh *et al.*, 2007).

La porción comestible de la yaca en madurez organoléptica está reportada por el orden de los 35,50% (Jagadeesh *et al.*, 2007), pero sin considerar la semilla o frutos verdaderos, los cuales son una fracción de mucho valor para el consumo y eleva dicha porción a un promedio del 61% según los resultados encontrados en el presente trabajo (Cuadro 4). Además, en este mismo estado de madurez se observa que en frutos de peso similar, la proporción de cáscara es menor y la de pulpa mayor, respecto a lo obtenido en los frutos con madurez fisiológica, lo que implica la incorporación de parte de la primera a la segunda, observándose en la pulpa mayor facilidad de desprendimiento y separación tanto de la porción cáscara como de semillas.

CUADRO 3. Variables físicas de frutos de yaca en madurez organoléptica.

Plantas	n	PesoTotal (g) ± EEM ¹	Cáscara (g) ± EEM	Pulpa (g) ± EEM	Semillas (g) ± EEM	N° Semillas ± EEM	1 Semilla (g) ± EEM
193	3	2 100 a ± 166,5	596 a ± 35,4	1 965 a ± 156,6	214 a ± 29,2	40,0 a ± 4,58	5,3 a ± 0,20
194	4	1 832 a ± 323,8	470 a ± 56,2	1 953 a ± 212,4	158 ab ± 39,6	25,3 ab ± 6,17	6,1 a ± 0,51
195	2	1 966 a ± 233,0	571 a ± 46,5	1 246 a ± 83,5	75 b ± 1,0	11,0 b ± 1,00	6,9 a ± 0,72
Valor P ²		0,184	0,172	0,241	0,111	0,041	0,169
Poder ³		0,261	0,275	0,210	0,378	0,673	0,279

¹ EEM = Error Estándar de la Media² Valor P = (α) = Nivel de Significancia.³ Poder de la Prueba (1- β)

CUADRO 4. Proporción comestible de frutos de yaca en madurez organoléptica.

Planta	n	Cáscara (%) $\pm$ EEM ¹	Pulpa (%) $\pm$ EEM	Semillas (%) $\pm$ EEM
193	3	28,6 a $\pm$ 1,55	45,3 b $\pm$ 4,15	10,5 a $\pm$ 1,06
194	4	26,5 a $\pm$ 2,49	51,0 ab $\pm$ 2,86	8,9 a $\pm$ 2,50
195	2	29,1 a $\pm$ 1,09	58,6 a $\pm$ 3,20	3,9 a $\pm$ 0,41
Valor P ²		0,905	0,048	0,341
Poder ³		0,057	0,469	0,156

¹ EEM = Error Estándar de la Media² Valor P = (α) = Nivel de Significancia.³ Poder de la Prueba (1- β)

Ahora bien, es importante realizar la prueba de medias por Tukey $\alpha=0,05$ en donde no se lograron detectar las diferencias en la proporción de semillas para los frutos obtenidos en las tres plantas, aunque la diferencia es numéricamente notable, esto debido a la alta variabilidad encontrada para el porcentaje de semillas en las plantas 193 y 194, lo que provoca que la significancia de la prueba F para el factor planta sea de 0,341.

Variables químicas

Al realizar los análisis químicos de las diferentes partes del fruto, se observó que el contenido de SST en cáscara es mayor durante la madurez fisiológica, mientras que en la organoléptica éstos se elevan significativamente en la pulpa y disminuyen en la cáscara. En el caso de la pulpa, el contenido de SST en la madurez organoléptica está directamente asociado al porcentaje de almidón en la madurez fisiológica mientras que en la cáscara, donde el almidón desciende de la madurez fisiológica a la organoléptica, no todo es contabilizado como SST, sino que se infiere que parte de éste pasa a la pulpa y otra utilizado como sustrato de otros componentes de esta porción. Por tanto, lo ideal sería la determinación del contenido de sacarosa, glucosa y fructosa, porque podría ocurrir que lo que se reporta como SST no corresponda totalmente con azúcares, sino con la presencia de otros compuestos solubles (Chacón *et al.*, 1987).

El contenido de SST en pulpa de los frutos maduros organolépticamente, puede considerarse bajo en relación a la evaluación realizada en 24 selecciones de frutos en la India donde la media estuvo en el orden de los 27,02°Brix con valores mínimos de 19,87 y máximos de 35,00; mientras que el contenido de ácido cítrico

promedio está mucho más cerca de la media encontrada en los mismos materiales (0,302 g 100 ml⁻¹; Jagadeesh *et al.*, 2007).

Por otra parte, la magnitud del incremento de los azúcares en la pulpa de la madurez fisiológica a la organoléptica (Cuadro 5 y 6), guarda estrecha relación con lo expresado por otros autores, quienes afirman que la sacarosa es el azúcar que se encuentra en mayor proporción, seguido de la glucosa y la fructosa y que el primero se incrementa tres veces durante la maduración, mientras que la glucosa y la fructosa cinco y seis veces, respectivamente (Selvaraj y Pal, 1989).

Los cambios en el contenido de acidez titulable durante la maduración son muy pequeños, observándose un ligero incremento en la pulpa y disminución en cáscara, lo cual puede estar relacionado con los cambios ocurridos en la proporción del ácido cítrico con respecto al ácido málico, la cual si se altera durante el proceso de maduración. No obstante, los valores de ácido cítrico encontrados en pulpa para el fruto maduro coincide con los reportados por otros autores (Selvaraj y Pal, 1989; Ong *et al.*, 2006).

Con respecto al pH, éste nos indica que tan uniforme fue el grado de maduración al momento de la cosecha (Cuadro 5). Observándose que al madurar el pH de la pulpa disminuye, lo cual se corresponde con el incremento de la acidez para esta misma porción (Cuadro 6).

La vitamina C disminuyó en todas las porciones del fruto a medida que éste fue madurando, siendo en la semilla o fruto verdadero durante la madurez fisiológica, donde se encontraron las concentraciones promedio más altas (Cuadro 5).

CUADRO 5. Variables químicas de frutos de yaca en madurez fisiológica.

Planta N°	Madurez fisiológica											
	SST (°Brix)			Acidez (g.100g ⁻¹)			pH			Vit. C (mg.100g ⁻¹)		
	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem
193	3,1b	12,3 a	4,2 a	0,17 a	0,33 a	0,20 a	6,06 a	5,90 a	6,25 a	5,48 a	67,26 a	29,35 b
194	4,0a	11,7 a	4,7 a	0,10 a	0,17 a	0,27 a	5,67 b	5,88 ab	5,83 b	13,18 a	27,99 b	54,76 b
195	4,1a	13,2 a	5,5 a	0,10 a	0,17 a	0,20 a	6,03 a	5,59 b	6,21 a	17,03 a	21,06 b	215,8 a
Valor P ¹	0,018	0,263	0,087	0,111	0,198	0,286	0,003	0,036	0,012	0,198	0,003	0,048
Poder ²	0,852	0,211	0,432	0,391	0,264	0,162	0,998	0,689	0,985	0,264	0,998	0,524

¹ Valor P = (α) = Nivel de Significancia.² Poder de la Prueba (1- β)**CUADRO 6.** Variables químicas de frutos de yaca en madurez organoléptica.

Planta N°	Madurez fisiológica											
	SST (°Brix)			Acidez (g.100g ⁻¹)			pH			Vit. C (mg 100g ⁻¹)		
	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem	Pulp	Casc	Sem
193	19,5 a	9,0 a	6,5 a	0,47 a	0,10 a	0,30 a	5,06 b	6,20 a	5,94 a	5,10 a	14,1 a	15,17 b
194	11,3 b	6,6 b	5,1 a	0,13 b	0,10 a	0,20 a	5,98 a	6,02 a	6,22 a	6,64 a	14,1 a	7,99 b
195	17,4 a	7,2 b	7,5 a	0,23 b	0,10 a	0,50 a	5,87 a	6,46 b	6,80 a	7,02 a	24,1 a	43,98 a
Valor P ¹	0,001	0,018	0,210	0,008	N.D.	N.D.	0,010	0,086	0,158	0,621	N.D.	0,038
Poder ²	1,000	0,852	0,213	0,956	N.D.	N.D.	0,940	0,455	0,272	0,093	N.D.	0,736

¹ Valor P = (α) = Nivel de Significancia.² Poder de la Prueba (1- β)

En la pulpa madura organolépticamente se encontraron valores de vitamina C que coinciden con el rango reportado por la literatura de 5,8 a 10 mg.100 g⁻¹ (Selvaraj y Pal, 1989; Morton, 1987; Crane y Balerdi, 2000), que en unión a algunos compuestos volátiles contribuyen al gusto de los frutos (Azizur *et al.*, 1999).

CONCLUSIONES

- Los frutos resultaron pequeños en relación a la clasificación reportada por la Universidad de Florida en EE.UU. y fueron similares para las tres plantas evaluadas.

- El número de semillas por fruto varió entre las diferentes plantas.
- La pulpa constituye la mayor proporción del fruto tanto en madurez fisiológica como en organoléptica.
- El contenido de SST y la acidez titulable de la pulpa aumenta cuando los frutos alcanzan la madurez organoléptica.
- El mayor contenido de vitamina C se encuentra en la semilla o fruto verdadero.
- La selección de plantas para la propagación de la yaca dependerá de las características deseables del fruto y el uso al cual vaya a ser destinado.

BIBLIOGRAFÍA

- Adetolu, I. 2008. Comparative study of the chemical composition and mineral element content of *Artocarpus heterophyllus* and *Treculia africana* seeds and seed oils. *Bioresource Technology*. 99:5 125-5 129.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1990. *Official Methods of Analysis*. Washington. D.C. 1 298 p.
- Azizur, R., N. Nahar, A. Jabbar and M. Mosihuzzaman. 1999. Variation of carbohydrate composition of two forms of fruit from Jack tree (*Artocarpus heterophyllus* L.) whit maturity and climatic conditions. *Food Chemistry*. 65:91-97.
- Biale, J. and D. Baccus. 1970. Respiratory patterns in tropical fruits of Arizona Basin. *Trop. Sci.* 12:93.
- Campbell, R. and S. El-Sawa. 1998. New Jackfruit cultivars for commercial and home garden use in Florida. *Pro.Fla. State Hort. Soc.* 111:302-304.
- Chacón, S., F. Viquez y G. Chacón. 1987. Escala físico-química de maduración de banano. *Fruits*. 42:95-102.
- Crane, J. y C. Balerdi. 2000. La Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Florida. Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. Disponible en línea: <http://hammock.ifas.ufl.edu>
- Ewell, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Dirección de Investigación. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC.). Caracas.
- Holdridge, L. 1979. *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial IICA. Serie: Libros y Materiales Educativos N° 34. San José. 9 p.
- Jagadeesh, S., B. Reddy, G. Swamy, K. Gorbal, L. Hegde and G. Raghavan. 2007. Chemical Composition of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) selections of Wester Ghats of India. *Food Chemistry*. 102:361-365.
- Khan, M. 2004. Effects of seed mass on seedling success in *Artocarpus heterophyllus* L. a tropical tree species of north-east India. *Acta Oecologica*. 25:103-110.
- Mator, A., A. Enamul and A. Chesson. 1995. Microscopic and chemical changes occurring during the ripening of two forms of jackfruits (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Food Chemistry*. 52:405-410.
- Mitra, S. and D. Mani. 2000. Conservation and utilization of genetic resources in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) a potential underutilised fruit. *Proc. XXV. ISTH. Acta Hort.* 523:229-232.
- Morton, J. 1987. Jackfruit. **In:** *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL. 58-64 pp.
- Ong, B. T., S. A. H. Nazimah, A. Osman, S. Y. Quek, Y. Y. Voon, D. Mat Hashim, P. M. Chew and Y. W. Kong. 2006. Chemical and Flavour Changes in Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening. *Postharvest Biology and Technology* 40:279-286.
- Pua, C. K., N. Sheikh, C. P. Tan, H. Mirhosseini, R. ABD. Rahman and G. Rusul. 2008. Storage Stability of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder packaged in aluminum laminated polyethylene and metalized co-extruded biaxially oriented polypropylene during storage. *Journal of Food Engineering*, doi:10.1016/j.foodeng. (En prensa).
- Selvaraj, Y. and D. K. Pal. 1989. Biochemical Changes during the Ripening of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). *J. Fd. Sc.Technol.* 26:304-307.
- Schmall, M., C. Piper and E. Wollish. 1953. Determination of Ascorbic Acid by a New Colorimetric Reaction. *An. Chemis*, 25:1 486-1 490.

CARACTERIZACIÓN REPRODUCTIVA DE UNA POBLACIÓN DE *Zygodontomys brevicauda* (RODENTIA: CRICETIDAE) CAPTURADA EN SIEMBRAS DE ARROZ DEL ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA

REPRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF A POPULATION *Zygodontomys brevicauda* (RODENTIA: CRICETIDAE) IN RICE FIELDS, GUÁRICO STATE, VENEZUELA

Carmen J. Poleo* Lilian Fuentes** y Luis Vivas*

* Investigadores. INIA. CIAE-Calabozo. Calabozo, estado Guárico. Venezuela.

** Profesora. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, estado Lara

E-mail: jpoleo@inia.gob.ve, lfuentes@inia.gob.ve, lvivas@inia.gob.ve

RESUMEN

En Venezuela las especies de ratas que causan daños en los cultivos son de origen silvestre y se asocian a áreas donde existe cobertura y alimento. Con la finalidad de determinar el estado reproductivo del ratón marrón, *Zygodontomys brevicauda*, se analizó una muestra de 3 629 ejemplares capturados en siembras de arroz del estado Guárico entre los años 1986 a 2004. Para la captura de los animales se utilizaron trampas de golpe, colocándolas en las orillas de los lotes sembrados a una distancia de 7 m entre trampas, estas se cebaron con auyama (*Curcubita máxima*) a las 17:00 h y revisadas a las 7:00 h, durante 2 d consecutivos. En los animales capturados se registró el sexo y peso; en las hembras se anotó el número de embriones y en los machos la posición de los testículos. Los animales se clasificaron por grupos de peso, se calculó el promedio de peso por clase y sexo, porcentaje de hembras preñadas (HP), promedio de embriones y porcentaje de ejemplares machos con testículos abdominales (TA) o escrotados (TE). En el grupo I todos presentaron TA y a partir del grupo II se observaron animales con TE. Se encontró una asociación positiva y significativa entre el peso y porcentaje de machos con TE ($r = 0,76$; $P = 0,05$). Los resultados obtenidos evidencian el alto potencial reproductivo de la especie en el área de estudio donde existen abundantes fuentes de recursos, con los cuales la especie puede proliferar y en algunas circunstancias causan daños en los cultivos.

Palabras Clave: *Zygodontomys*; reproducción; arroz; Guárico; Venezuela.

SUMMARY

In Venezuela, rodent species causing damage in crops belong to wildlife species of Cricetidae which are associated to areas where coverage and food sources are available. To determine reproductive status of the brown mouse, *Zygodontomys brevicauda*, a sample consisting of 3.629 specimens captured in filed rice from Guárico state were analyzed. Capture was made by using kill-trap settled 7-m apart on borders of plots grown. Traps were baited using pumpkins (*Curcubita maxima*), installed at 17:00 h in field and checked at 7:00 h during 2 consecutive days. Sex and weight were registered in specimens captured; count of embryos in females as well as testicle position in males. Specimens were classified by weight-group, then mean weight rated by class and sex, pregnant female (PF) percentage, mean count of embryo and percentage of scrotated (ST) and abdominal testicle (AT) males were calculated. All group I, showed AT and a positive and significance association between weight and ST males were found ($r = 0,76$; $P = 0,05$). The obtained results demonstrate the reproductive potencial of the species in the study area where abundant sources of resources exist, facilitating its proliferation and in some circumstantial to cause damages in farming.

Key Words: *Zygodontomys brevicauda*; reproduction; rice; Guárico; Venezuela

INTRODUCCIÓN

Los roedores, *Zygodontomys*, constituyen un serio problema para la salud y la agricultura de mayor importancia entre los vertebrados plaga de América Latina (Elías y Valencia, 1984). De acuerdo con Pantoja *et al.*, 1997, mencionan que a nivel mundial las plagas del arroz destruyen el 35% de la producción. Estas pérdidas se distribuyen así: 12% insectos dañinos, 10% malezas, 12% patógenos y 1% vertebrados que se alimentan del grano.

En Venezuela, las especies de ratas que causan daños en los cultivos son de origen silvestre y se asocian a áreas donde existe cobertura y alimento. Entre ellas, tenemos al ratón marrón, *Z. brevicauda* (Allen y Chapman, 1893), una especie fundamentalmente de sabanas que en los estados Guárico, Portuguesa y Barinas hace uso del cultivo de arroz como hábitat alternativo debido a su condición oportunista (ver Figura).

En el arroz, el ratón marrón denominado ratón cañero se consigue en las zonas aledañas al cultivo y causa daños en las orillas de los paños o tanques sembrados (García, 1970 y 2002; Wilinski *et al.*, 1979; Cartaya, 1983; Agüero y Poleo, 1986, 1992, 2004).

En los últimos años los roedores tuvieron importancia desde el punto de vista de la salud pública, ya que se reportó como hospedero natural del virus Guanarito, causante de la fiebre hemorrágica, una enfermedad señalada en trabajadores agrícolas y pecuarios de los estados Portuguesa, Barinas y Guárico (Fulhorst *et al.*, 1997; Linares, 1998; Fulhorst *et al.*, 1999).

Sobre esta especie se realizaron investigaciones referidas en la ecología y biología, estudios cromosómicos, ecología reproductiva, crecimiento, desarrollo y reproducción en laboratorio, ecología poblacional, uso de espacio, actividad nocturna en condiciones naturales y dieta alimentaria en campos de arroz (García, 1970; Kiblinki *et al.*, 1970; Aguilera *et al.*, 1978; Cabello y Durant, 1979; Vivas y Roca, 1983a y b; Aguilera, 1985; Vivas *et al.*, 1986; Martino y Aguilera, 1993). Sin embargo, estudios relacionados con la reproducción y población de esta especie en áreas cultivadas, son escasos.

El presente trabajo tiene como finalidad discutir aspectos reproductivos de una muestra de ratón marrón capturada en siembras de arroz del sistema de riego río Guárico, Calabozo, entre los años 1986 a 2004.



FIGURA. Ejemplares de ratón marrón (*Zygodontomys brevicauda*).

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en siembras de arroz situadas en las áreas de influencia del sistema de riego río Guárico, el cual está ubicado al sur de la ciudad de Calabozo, municipio Francisco de Miranda del estado Guárico, Venezuela.

El área de estudio se localiza en la zona de vida bosque seco tropical (Ewel *et al.*, 1976). El clima es húmedo seco, la temperatura media anual es de 27,5°C y la precipitación media anual es de 1 328 mm (Lugo, 2005). El área presenta dos períodos climáticos, el de lluvias que se extiende de mayo a octubre y el de sequía de diciembre a marzo; los meses de abril y noviembre se comportan como meses de transición entre ambos. Los suelos tienen una textura franco arcillosa y limo arcillosa, con baja fertilidad natural y excesos de agua durante el período de lluvias, lo cual es aprovechado como complemento del riego en las siembras de arroz.

Metodología

Se utilizaron especímenes de ratón marrón capturados en siembras comerciales de arroz entre los años 1986 al 2004. Para la captura se realizaron muestreos de extracción con trampas de golpe tipo guillotina cebadas con trocitos de auyama (*Curcubita máxima*) al atardecer, y revisándose al día siguiente en la mañana por 3 d consecutivos. Las trampas fueron colocadas a lo largo de las lomas o muros de los lotes sembrados con arroz y en las orillas de canales de riego adyacentes al cultivo a una distancia aproximada de 7 m entre una trampa y otra.

Los animales capturados son llevados al laboratorio del INIA-Calabozo donde se les identificó el sexo, luego fueron pesados en una balanza mecánica marca Ohaus con apreciación de 0,1 g. A las hembras se le realizó disección en la región ventral para detectar preñez y contar el número de embriones y en los machos se observó la posición de los testículos.

Se tomaron rangos de 15 g para establecer las clases o grupos que permitirían observar a que peso aparecían hembras preñadas (HP) o machos con testículos escrotados (TE), según Agüero (1978). En cada clase o grupo se determinó el número de animales por sexo, promedio de peso y la desviación estándar por clase y sexo. Para la clase sexual de hembras en cada grupo se calculó el número y porcentaje de HP, el promedio de embriones y la desviación estándar. La clase sexual

machos se calculó el número y porcentaje de ejemplares con testículos abdominales (TA) o TE. En el análisis estadístico se aplicó una prueba de correlación de Pearson para detectar asociación entre: a) peso promedio de las hembras por grupo y porcentaje de HP por grupo; b) peso de las hembras y promedio de embriones; c) peso de los machos y porcentaje de machos con TE. Al realizar los análisis se utilizó el paquete estadístico InfoStat/Profesional, versión 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de la población por clase de peso, sexo y estructura sexual

Se capturaron 3 629 ejemplares totales, que se distribuyeron en siete grupos o clases de acuerdo con su peso. De los animales capturados, 2 050 (56,4%) pertenecían a la clase sexual machos y 1 579 (43,6%) hembras, obteniéndose una proporción de sexos de 1,2 U: 1 T (Cuadro 1). Relaciones que favorecieron a la clase de machos que fueron observados en todos los grupos, exceptuando el grupo II, donde fue favorable a las hembras. Por su parte, Vivas *et al.* (1986) en un estudio sobre *Zygodontomys microtinus* realizado en el estado Guárico, encontraron que los machos de esta especie son capturados con mayor frecuencia que las hembras, aunque la proporción de sexos se mantuvo 1:1.

CUADRO 1. Números de ejemplares de ratón marrón (*Zygodontomys brevicauda*) por clase de peso y sexo. Sistema de riego río Guárico, Calabozo, estado Guárico. 1986 a 2004.

Grupos	Peso	n U	n T	Relación U/T
I	0 - 14	32	29	1,1:1
II	15 - 29	201	242	0,8:1
III	30 - 44	577	472	1,2:1
IV	45 - 59	546	470	1,2:1
V	60 - 74	443	273	1,6:1
VI	75 - 89	213	71	3 : 1
VII	90 y +	38	22	1,7:1
Totales	2050 (56,4)	1579(43,6%)		1,2:1

En esta relación se constató para otras especies de roedores silvestres y podría interpretarse como una estrategia que maximiza la probabilidad de fecundación y por ende, el éxito reproductivo de la especie (Twigg, 1965; Agüero, 1978; Durant y Pérez, 1982; Cartaya, 1983; Vivas y Calero, 1984; García, 2002).

Población de hembras capturadas por grupo y promedio de peso

El mayor número de hembras capturadas (HC) correspondió a los grupos de peso III y IV, los cuales presentaron pesos promedios de $37,3 \pm 4,3$ y $51 \pm 4,29$, respectivamente. Estos grupos acumularon el 60% del total de HC (Cuadro 2). El peso mínimo registrado en las hembras fue de 7 g y el máximo de 130 g. Los grupos I y VII registraron las menores capturas; el grupo I cuyo peso promedio fue de 11,4 g estuvo conformado por hembras juveniles recién destetadas o que aún están siendo amamantadas, por tanto no se alejan de los alrededores del nido, por lo que presentarían poca probabilidad de ser capturadas (Agüero, 1978; Aguilera, 1985) y el grupo VII cuyo peso promedio fue de 98,2 g lo conformaron ejemplares con actividad limitada por el peso, edad y probabilidad de captura es menor a la de los otros grupos.

CUADRO 2. Total de hembras capturadas por grupo, promedio de peso y desviación estándar, número y porcentaje de hembras preñadas, promedio de embriones y desviación estándar en cada grupo. Sistema de riego río Guárico, Calabozo, 1986 a 2004.

Grupos	Total T	$\bar{X}$ Peso	DS	N T Pr	% Pr	$\bar{X}$ Embr	DS
I	29	11,4	2,04	-	-	-	-
II	242	23,0	3,81	43	17,6	4,8	2,51
III	472	37,3	4,3	229	48,5	5,1	2,65
IV	470	51,0	4,29	292	62,1	6,1	2,11
V	273	65,4	4,3	202	73,9	6,5	1,96
VI	71	78,9	3,60	64	90,1	7,7	2,36
VII	22	98,2	8,3	21	95,4	8,2	2,53
Totales	1 579			851	53,89	6,44	2,35

DE: Desviación estándar; Pr: Porcentaje de hembras preñadas;
Embr: Promedio de embriones.

Número y porcentaje de hembras preñadas y promedio de embriones

Del total de HC ($n=1579$), el 53,8% ($n=851$) resultaron preñadas con un promedio de $6,44 \pm 2,35$ embriones (Cuadro 2). Según Durant *et al.* (1996), encontraron un promedio de 3,44 embriones por hembra con predominancia de estos en el cuerno derecho. En referencia a esta distribución de crías para la especie, García (1970) reportó 3,65 crías para el género *Zygodontomys*, Cabello y Durant, 1979 obtuvieron 5,14 crías por camada, mientras que Aguilera, 1985, 4,64 crías. Además, se consideró diferencias en el número de crías entre hembras primíparas y multíparas. Los resultados de estos tres últimos autores fueron logrados en colonias mantenidas en el laboratorio.

Se notó que el promedio de embriones por hembra preñada (HP) obtenido en el presente estudio fue mayor que el de crías por camada reportado por diferentes autores. En relación a Cartaya (1983) señaló que la diferencia entre el número de embriones y crías por camadas podía explicarse por reabsorción o muerte de los embriones durante el período de gestación. Las HP se observaron a partir del grupo II, en las 43 que resultaron preñadas se apreció el peso promedio de 25 g con un máximo de 29 y un mínimo de 18. El mayor número de HP ($n = 292$) se encontró en el grupo IV, aunque el mayor porcentaje de preñez (95%) correspondió al grupo VII, donde sólo una HC ($n = 22$) no resultó preñada. El porcentaje de HP aumentó con el peso del animal, encontrándose una asociación positiva y significativa entre los pesos promedios por grupo y el porcentaje de HP ($r = 0,96$; $P = 0,05$).

Aparentemente, ésta es una característica de los roedores cricétidos, porque en estudios realizados con otras especies obtuvieron resultados similares (Twigg, 1965; Agüero, 1978). En relación al promedio de embriones, se observó que fue mayor a medida que aumentó el peso de las hembras por grupo. El número mínimo de embriones por HP encontrado fue 1 y el máximo 15. Se descubrió una asociación positiva y significativa entre el peso promedio por grupo y el número de embriones ($r = 0,88$; $P = 0,05$).

Distribución de la población total de machos

Los ejemplares machos ordenados por grupo son mostrados en el Cuadro 3. El mayor número de capturas y de ejemplares con testículos escrotados (TE) correspondió a la clase III, cuyo peso promedio fue de 37,3 g. De

acuerdo con la clasificación señalada por Aguilera, 1985, este grupo estaría conformado por individuos subadultos.

En el grupo I se observó el menor número de capturas y todos presentaron testículos adominales (TA), se trata de animales con actividad restringida hacia las cercanías del nido, el cual está generalmente ubicado en las lomas o muros de los tanques sembrados con arroz y en las grietas de terrenos adyacentes a la siembra.

A partir del grupo II se notaron animales con TE, el peso promedio de este grupo fue de 22,9 g. Por su parte, Cabello y Durant (1979) en estudios de laboratorio con *Z. microtinus*, encontraron que el peso corporal cuando se advirtió por primera vez TE fue 23,79 g, valor muy cercano al peso promedio obtenido en el grupo II.

En los grupos VI y VII todos los animales capturados tenían TE. A medida que aumentó el peso promedio de los animales en cada grupo, también aumentó el porcentaje de ejemplares con TE, encontrándose una asociación positiva y significativa entre el peso por grupo y el porcentaje de ejemplares machos con TE ($r = 0,76$; $P = 0,05$).

CUADRO 3. Total de machos capturados por grupo, promedio de peso y desviación estándar, número y porcentaje de machos con testículos escrotados, número y porcentaje de machos con testículos abdominales. Sistema de riego río Guárico, Calabozo, 1986 a 2004.

Grupos	Total U	Peso	DS	N UTE	%TE	NUTA	%TA
I	32	11,5	2,21	0	0	32	100,0
II	201	22,9	4,06	128	64,3	73	35,7
III	577	37,3	4,24	549	95,1	28	4,9
IV	546	51,2	4,30	530	97,0	16	2,9
V	443	66,2	4,32	442	99,7	1	0,22
VI	213	78,9	3,60	213	100,0	0	0
VII	38	95,8	5,57	38	100,0	0	
Totales:	2 050		1 900		150		

DS: Desviación estándar; TE: Testículos escrotados;
TA: Testículos abdominales

CONCLUSIÓN

- Los resultados sobre la reproducción de ratón marrón obtenidos en el presente estudio (porcentaje de preñez, promedio de embriones, edad y porcentaje de ejemplares con TE, edad de inicio de reproducción), evidencian el alto potencial reproductivo de la especie en el área de estudio, donde existen abundantes fuentes de recursos como alimentos, agua, sitios para reproducción y protección, en que la especie puede proliferar y en algunas circunstancias causan daños en el cultivo y en la salud de los trabajadores rurales, por estar señalada como hospedero natural del virus causante de la fiebre hemorrágica venezolana.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, D. 1978. Análisis reproductivo de una población de *Holochilus brasiliensis* (Rodentia-Cricetidae) en cultivos de arroz del estado Portuguesa. *Agronomía Trop.* 28(2):101-116.
- Agüero, D. y J. Poleo 1986. Ratas y ratones una amenaza para los cultivos Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Comité de Roedores Plagas. Fonaip-Cocorpe. Maracay. Venezuela. 8 p.
- Agüero, D. y J. Poleo 1992. Vertebrados plaga en el cultivo de arroz. Unidad de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Producción de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia. 151 p.
- Agüero, D. y C. Poleo. 2004. Los vertebrados plagas. **In:** El cultivo del arroz en Venezuela. Editado por la Gerencia de Negociación Tecnológica de INIA. Maracay, estado Aragua. 153-172.
- Aguilera, M. 1985. Growth and reproduction of *Zygodontomys microtinus* (Rodentia: Cricetidae) from Venezuela in a laboratory colony. *Mammalia*. 49:58-67.
- Aguilera, M., G. García, P. Rangel., A. Pérez., C. Álvarez y O. Reig. 1978. Datos sobre la ecología reproductiva de una población de *Zygodontomys microtinus* (Rodentia: Cricetidae). *Acta Cient. Venez.* 29 (Supl. 2):45.
- Allen, J. y F. Chapman. 1983. On a collection of mammals from Trinidad, with description of new species. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 5:203-234.

- Cabello, D. y P. Durant. 1979. Observaciones sobre el crecimiento y desarrollo de *Zygodontomys microtinus* (Rodentia : Cricetidae) en el Laboratorio. Res. Acta Cient. Venez. 3(1):94.
- Cartaya, E. 1983. Estudio de la comunidad de roedores plaga asociada a un cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a lo largo de su ciclo de vida, estado Portuguesa. Trabajo especial de grado de Licenciado en Biología. Universidad Simón Bolívar. Facultad de Ciencias. Caracas. Venezuela. 86. p.
- Durant, P. y R. Pérez. 1982. Actividad reproductiva y crecimiento en dos poblaciones de *Sigmodon hispidus* (Rodentia : Cricetidae). Acta Cient. Venez. 3:249-254.
- Durant, P., A. Díaz y A. Díaz de Pascual. 1996. Informaciones ecológicas en dos poblaciones de *Zygodontomys microtinus* (Rodentia : Cricetidae). Ubicadas en la cuenca baja de los ríos Escalante (estado Zulia) y Chama (estado Mérida). Zoocriaderos. Vol 1. 1:21-32.
- Elías, D. y D. Valencia. 1984. La agricultura latinoamericana y los vertebrados plaga. Interciencia 9(4):223-229.
- Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Ed. MAC- FONAIAP. Caracas. 265 p.
- Fulhorst, C., M. Bowen, R. Salas, N. de Manzione, G. Duno, A. Utrera, T. Ksiazek, C. Peters, S. Nichiol and R. Tesh. 1997. Isolation and characterization of Virus pirital, a newly discovered South American Arenavirus. Am. J. Trop. Med. Hyg 56(5):458-553.
- Fulhorst, C., T. Ksiazek, C. Peters and R. Tesh. 1999. Experimental infection of the cane mouse *Z. brevicauda* (Family Muridae) With Guanarito virus (Arenaviridae), the etiological agent of Venezuelan hemorrhagic fever. Journal of Infectious Diseases, 180:966-969.
- García, E. 1970. Notas sobre la ecología y biología del género *Zygodontomys*. Acta Cient. Venez. 21:29. (Supl. 1).
- García, S. 2002. Estudio de la comunidad de roedores asociada al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). En el estado Guárico. Trabajo especial de grado de Lcdo. en Biología. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 91 p.
- Kiblinki, P., I. Lobing y A. Reig. 1970. Estudios cromosómicos en diversas poblaciones del ratón llanero *Zygodontomys microtinus* Thomas (Rodentia Cricetidae). Experientia. 25:1 338-1 339.
- Linares, O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Editorial Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela. 263-348 pp.
- Lugo, L. 2005. Características edafoclimáticas del Sistema de riego río Guárico y potenciales en la producción de arroz bajo riego. Modulo 7 "2do. Curso Básico de Agrometeorología Operativa". INIA Guárico.
- Martino, A. y M. Aguilera. 1993. Trophic Relationships among four cricetid rodents in rice fields. Rev. Biol. Trop. 41(1):131-141.
- Pantoja, A., A. Fischer, F. Correa-Victoria, L. R. Sanint y A. Ramírez. 1997. MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas; Artrópodos, enfermedades y malezas. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 141. (Publicación CIAT N° 292).
- Twigg, G. 1965. Studies on *Holochilus sciureus berbicensis* a Cricetine rodents from the coastal Region of British Guiana. Proc. Zool. Soc. London. 145:263-283.
- Vivas, A. y R. Roca. 1983a. Ecología poblacional de *Zygodontomys microtinus* (Rodentia Cricetidae) en el estado Guárico. Acta Cient. Venez. 34 (Supl. 1):146
- Vivas, A. y R. Roca. 1983b. Uso de espacio por *Zygodontomys microtinus* (Rodentia Cricetidae) en el estado Guárico. Acta Cient. Venez. 34 (Supl. 1):146.
- Vivas, A., R. Roca, E., Weir, K. Gil y P. Gutiérrez. 1986. Ritmo de actividad nocturna de *Zygodontomys microtinus*, *Sigmodon alstoni* y *Marmosa robinsoni* en Masaguaral, estado Guárico. Acta Cient. Venez. 37:456-458.
- Vivas, A. y A. Calero 1984. Algunos aspectos de la ecología poblacional de los pequeños mamíferos en la Estación Biológica de los Llanos. Bol. Soc. Venez. Ciencias Nats. 143:79-99.
- Wilinski, A., I. Arriaga y J. Álvarez. 1979. Estudio ecológico sobre roedores (Rodentia: Cricetidae) plagas en cultivos de arroz en Calabozo (Guárico). Acta Cient. Venez. 30. (supl.1):104

PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS SEMILLAS A PARTIR DE PROGENIES DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA EN PUEBLO LLANO, ESTADO MÉRIDA

PRODUCTION OF TUBER- SEED FROM TRUE POTATO SEED PROGENIES IN PUEBLO LLANO, MERIDA STATE

Laura Niño*, Lourdes González*, Luis Prieto**, Eduardo Acevedo** y Franklin Suárez**

* Investigadora y ** Técnicos Asociados a la Investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA Mérida. Estado Mérida. Venezuela. E-mail: lnino@inia.gob.ve, lgonzalez@inia.gob.ve, eacevedo@inia.gob.ve

RESUMEN

Se evaluó la producción de tubérculos semillas a partir de semilla sexual de papa (SSP) sembrada en canteros en Pueblo Llano, estado Mérida en el año 2006. El material genético utilizado correspondió a progenies de SSP introducidas por el Centro Internacional de la Papa (CIP): MF-II x TPS- 67, TPS-25 x TPS-13, TP-25 x TPS-67, Achirana x TS-4. Se evaluaron N° de tubérculos.m⁻², peso de tubérculos.m⁻² y porcentaje de tubérculos entre 5 hasta 40 g. En un segundo experimento bajo condiciones climáticas favorables para la candelilla tardía (CT), *Phytophthora infestans*, se sembraron en campo tubérculos semillas provenientes de SSP, el mismo fue implementado en un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. En cantero las progenies MF-II x TPS- 67, TPS-25 x TPS-13 y TP-25 x TPS-67 produjeron 363, 304 y 244 tubérculos.m⁻², respectivamente, con rendimiento entre 3,85 a 6,40 kg.m⁻². El mayor porcentaje de tubérculos entre 5 a 40 g se registró en las progenies TPS-25 x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y Achirana x TS-4. En campo se destacó la progenie TPS-25 x TPS-13 con valores de 0,907 y 0,814 kg para peso total de tubérculos.planta⁻¹ y peso de tubérculos comerciales/planta, respectivamente, con rendimiento comercial de 33,92 t.ha⁻¹, mientras que la variedad Granola no obtuvo producción comercial debido al daño causado por la CT. El grado del daño fue menor en las progenies evaluadas con diferencias significativas entre estos genotipos y las variedades testigo Tibisay y Granola.

Palabras Clave: *Phytophthora infestans*; rendimiento; tubérculos; candelilla tardía; híbridos; variedad.

SUMMARY

Tuber production was evaluated from seedling of True Potato Seed (TPS) in Pueblo Llano, Merida State in the year 2006. The genetic material used corresponded to TPS progenies introduced from the International Potato Center (CIP): MF-II x TPS- 67, TPS-25 x TPS-13, TP-25 x TPS-67 and Achirana x TS-4. It was evaluated tubers number kg.m⁻², tubers weight kg.m⁻² and percentage of tubers between five up to 40 g. In the second test an adequate weather conditions for the late blight, *Phytophthora infestans*, it was sowed in field seed potato tubers in a randomized block design, with six treatments with three replications. The TPS seedlings of MF-II x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 and TPS-25 x TPS-67 progenies produced 363, 304 and 244 tubers.m⁻², respectively with yield between 3,85 to 6,40 kg.m⁻². The largest percentage of tubers with 5 to 40 g was recorded in TPS-25 x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y Achirana x TS-4. On the field was distinguished the TPS-25 x TPS-13 progenie with values from 0.907 to 0.814 kg for total tuber weight/plant and commercial tuber weight/plant⁻¹, respectively, with commercial yield of 33,92 t.ha⁻¹; whereas in the Granola variety no commercial yield were produced, due to the damage caused by *P. infestans*.

Key Words: *Phytophthora infestans*; yields; tubers; late blight; hybrids; variety.

RECIBIDO: julio 13, 2009

ACEPTADO: abril 16, 2010

INTRODUCCIÓN

La semilla sexual de papa (SSP), llamada también semilla botánica o semilla verdadera se produce en los frutos o bayas de la planta de papa es una alternativa tecnológica para la obtención de tubérculos semilla de primera generación de alta calidad fitosanitaria y fisiológica en un corto período de tiempo. Esta tecnología puede contribuir a reducir los costos de producción y permite introducir grandes cantidades de materiales de siembra de alta calidad de nuevas variedades de papa provenientes de progenies híbridas de semilla sexual (SS) con resistencia a enfermedades reduciendo el uso de fungicidas y con rendimientos estables (CIP, 1996).

Los principales factores que pueden determinar el éxito en el empleo de semilla verdadera de papa son los siguientes: facilidad para obtener abundante semilla, uniformidad de las plantas en campo, uniformidad de los tubérculos en cuanto a forma, color de piel, color de pulpa y calidad (peso específico), alta producción y resistencia a enfermedades y plagas (Estrada, 2000).

El cultivo de papa a partir de SS o botánica sería ventajoso donde el costo del tubérculo semilla representa una alta proporción en el costo de la producción del cultivo, donde los rendimientos sean bajos debido a la baja calidad del tubérculo semilla, en estas condiciones podría constituir una alternativa económicamente viable dirigida sobre todo a los pequeños agricultores, teniendo como ventajas adicionales que disminuye los costos de producción, reduce los problemas de enfermedades que son transmitidas por los tubérculos semilla, el agricultor puede almacenar la semilla por varios años en un mínimo espacio, con flexibilidad para programar la fecha de siembra y facilitar la expansión del cultivo (Estrada, 2000; Larenas *et al.*, 1994).

Las investigaciones en SS adelantadas por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y otros programas de investigación han ido superando los obstáculos y retos que supone una nueva tecnología, permitiendo la incorporación del uso de la SS de papa en la India, Vietnam, Nicaragua, Egipto, China, Bangladesh, entre otros (CIP, 1996; Estrada, 2000; Larenas *et al.*, 1994).

Actualmente, hay disponibilidad de progenies de semilla sexual (PSS) que permiten obtener tubérculos más uniformes en cuanto a forma y color para responder a las demandas del mercado y con la ventaja de contener una mezcla de genes que podría proporcionar a los agricul-

tores una herramienta importante contra la CT. Las PSS del CIP han sido desarrolladas para regiones tropicales y subtropicales de fotoperíodo corto (CIP, 1996; Cabello *et al.*, 2004; Sarquis y Gil, 2005; Salomón *et al.*, 2006).

La producción de SS híbrida de papa de alta calidad y cantidad y que permita obtener un buen rendimiento de tubérculos, depende de una selección apropiada de progenitores, destacándose las combinaciones de hembra (*Solanum tuberosum*) con masculinos (*S. andigena*), según Cabello *et al.*, 2004. La SSP se puede conservar entre 5 a 7 años con un alto porcentaje de germinación igual o mayor a 70% señalado por Falcón *et al.* (2006).

El cultivo de papa es de gran importancia en la economía rural de los estados Mérida, Trujillo, Táchira y Lara, en su mayoría participan pequeños y medianos productores que realizan la siembra en pequeñas superficies por agricultor (INIA, 2005). Teniendo en cuenta la baja disponibilidad de semilla de adecuada calidad sanitaria y los altos costos de producción para su cultivo durante los años 1999-2000 fueron evaluadas tres progenies de SSP en Mucuchíes y Pueblo Llano para determinar su potencial como una alternativa para la producción de tubérculos semilla de alta calidad y menor costo en canteros o almacigos (Niño *et al.*, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de cuatro progenies de SSP en canteros rústicos a campo abierto y comparar la producción comercial de las progenies empleando los tubérculos semilla en campo con condiciones ambientales para el ataque de CT.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el municipio Pueblo Llano se realizaron dos experimentos en el año 2006

Primer experimento

Se evaluó la producción de tubérculo de semilla a partir de SSP en canteros establecidos en el sector Motus, a una altitud de 2 415 m.s.n.m. El material genético utilizado correspondió a cuatro progenies de SSP introducidas del Centro Internacional de la Papa (Lima, Perú) en el año 2002 identificadas como N° CIP 988141 (MF-II x TPS-67), N° CIP 988144 (TPS-25 x TPS-13), N° CIP 988145 (TPS-25 x TPS-67) y N° CIP 990021 (Achirana x TS-4).

Se seleccionó el sitio de ubicación de los canteros a campo abierto, la facilidad para el acceso, disponibilidad de agua para riego y en suelo de textura franco-arenosa con buenas condiciones fitosanitarias, adaptando a nuestras condiciones las recomendaciones señaladas por Larenas *et al.* (1994) y en el Manual de Producción de Semilla Sexual (CIP, 1997).

Para el llenado de los canteros se utilizó un sustrato compuesto por tierra cernida proveniente de la misma parcela, estiércol de aves (Fertipollo®) como materia orgánica y arena en proporción 4:2:1. El área de los canteros fue de 1,30 m de ancho por 2,5 m de largo y 0,20 m de altura para cada progenie. La desinfección del sustrato se realizó 15 d antes de la siembra con un producto químico (Basamid ®, dosis de 40 g.m⁻²).

Previo a la siembra se mezcló con el sustrato un fertilizante químico a base de fósforo en dosis de 50 g.m⁻². Para facilitar la siembra se empleó una plantilla de madera de 1 m² con puntos de siembra cada 10 cm, en cada punto se depositaron entre dos a tres semillas a una profundidad de 0,5 cm.

Una vez realizada la siembra se hizo un riego ligero del sustrato, se colocó una malla sobre el cantero para proporcionar la protección y la sombra requerida durante la germinación y el desarrollo de las plántulas en su etapa inicial, una vez que se produjo la germinación se fue subiendo dicha cobertura hasta una altura de 20 cm, cuando las plántulas alcanzaron entre 8 a 10 cm de altura se dejaron expuestas al sol.

Durante el desarrollo de las plántulas se realizaron dos aporques a los 54 y 77 días después de la siembra (DDS). Previo al primer aporque se realizó una aplicación de fertilizante químico granulado (12-12-17/2) a la base de las plántulas en dosis de 150 g.m⁻².

Se hicieron dos aplicaciones de fertilizante foliar (Carbovit®, dosis 1,7 ml x L agua). El manejo fitosanitario se realizó con un bajo uso de plaguicidas, haciendo sólo dos aplicaciones de fungicidas e insecticidas utilizados en la producción comercial en papa. Según las condiciones climáticas, se aplicó el riego de los canteros para mantener la humedad adecuada.

El corte de follaje se realizó a los 127 DDS, posteriormente a los 12 d de cumplida esta labor, se procedió a efectuar la cosecha en forma manual. Los tubérculos cosechados de cada progenie se pesaron y contaron para registrar el peso de tubérculos.m⁻² y número de

tubérculos.m⁻². Se realizó una clasificación en número de tubérculos con peso menor a 5 g.m⁻² y tubérculos con peso igual o mayor a 5 g hasta tubérculos con peso de 40 a 60 g.m⁻², según lo obtenido en cada material. También se registró las características de los tubérculos en cuanto a color de piel, color de pulpa y forma.

Segundo experimento

Se evaluó la producción de papa a partir de tubérculos semillas provenientes de las progenies de SS, se realizó en el Sector La Culata a 2 370 m.s.n.m., en una parcela dedicada a la producción comercial de papa, representativa de la zona con condiciones agroecológicas para el desarrollo de la candelilla tardía causada por *Phytophthora infestans*.

La siembra se realizó en julio 2006 utilizando el tubérculo semilla proveniente del Campo Experimental Mucuchíes, dependencia del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en el estado Mérida, producidos en canteros manejados en forma similar a la descrita anteriormente. El experimento fue implementado en un diseño en bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Cada parcela experimental estaba constituida de cuatro surcos de 6 m de largo y distancia entre plantas de 0,30 m.

El material genético evaluado correspondió a 4 PSS identificadas como N° CIP 988144 (TPS-25 x TPS-13), N° CIP 988145 (TPS-25 x TPS-67), N° CIP 990021 (Achirana x TS-4) y N° CIP 996003 (Achirana x TPS-67), junto con Granola (variedad susceptible a *P. infestans*) y Tibisay como variedades testigo. Se realizó cuatro aplicaciones de fungicidas para el control de candelilla tardía causada por *P. infestans* (Mont.) de Bary.

La fertilización se hizo al momento de la siembra utilizando la fórmula 12-12-17/2 (dosis 413 kg.ha⁻¹) más tres aplicaciones de fertilizante foliar. El corte de follaje se realizó a los 99 DDS y la cosecha se efectuó a principios de noviembre 2006 con un ciclo de cultivo de 114 d. Para la evaluación de rendimiento se cosecharon todas las plantas de los dos surcos centrales registrando el peso tubérculos total/planta y peso tubérculos comerciales/planta para determinar el rendimiento en t.ha⁻¹.

Durante el desarrollo del cultivo se hicieron nueve evaluaciones de severidad en el área afectada con CT en porcentaje de intervalos de 7 d entre cada evaluación. Con estos datos se calculó el área bajo la curva de

progreso de *P. infestans* (ABCPPI) de CT, que es una medida de avance de la enfermedad en el tiempo (Gabriel, 2008). Para que las progenies y variedades testigo sean estadísticamente comparables se calculó el ABCPPI relativa de CT, dividiendo el ABCPPI total entre el área máxima alcanzada (Bonierbale *et al.*, 2008). Los análisis de varianza y la comparación de medias para ambos experimentos fueron realizados utilizando el Proc GLM de SAS para cada una de las variables evaluadas (SAS Users Guide, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad de las progenies en cantero con semilla sexual (SS) se presenta en el Cuadro 1, en la comparación de medias para la variable de número total de tubérculos.m⁻² se destacan las progenies MF-II x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y TPS-25 x TPS-67.

Con respecto al carácter peso de tubérculos.m⁻² se destacó la progenie TPS-25 x TPS-13 con 6,40 kg mientras que el resto de las progenies presentaron valores entre 3,75 a 4 kg.

La progenie MF-II x TPS-67 presentó la mayor cantidad de tubérculos de menor tamaño y peso por debajo de 5 g. En la comparación de medias del carácter N° de tubérculos con peso igual o mayor a 5 g hasta tubérculos de 40 a 60 g las progenies TPS-25 x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y Achirana x TS-4 presentan proporciones similares (56,25 a 59,8%) mientras que la progenie MF-II x

TPS-67 presenta la menor cantidad y proporción de tubérculos para esta característica (36,40%).

Sarquis y Gil (2005) evaluaron en condiciones de invernadero siete progenies, encontrando variaciones en su productividad, sugiriendo estas diferencias a la interacción genotipo ambiente; en esa evaluación los genotipos MF-II x TPS-67 y TPS-25 x TPS-67 rindieron 306 y 223 tubérculos.m⁻², respectivamente, estos datos son similares a los registrados en Pueblo Llano. No obstante, en ese estudio los valores de peso de tubérculos.m⁻² fueron más bajos entre 1,88 y 1,53 kg para las progenies indicadas mientras que la mejor progenie en ese caso fue la TPS-7 x TPS-67 con 2,77 kg.m⁻².

Salomón *et al.* (2006) evaluaron 7 progenies de semilla sexual en canteros a campo abierto, registrando también diferencias significativas en N° de tubérculos.m⁻² y peso de tubérculos.m⁻². En este estudio la progenie MF-II x TPS-67 produjo 240 tubérculos.m⁻² y 1,45 kg.m⁻², mientras que la progenie Zolushka se destacó con 313 tubérculos.m⁻² y 2,95 kg.m⁻² difiriendo del resto de las progenies.

La productividad de las progenies evaluadas en Pueblo Llano fue menor a la registrada en evaluaciones realizadas en el Campo Experimental Mucuchíes (La Toma, municipio Rangel) a 3 100 m.s.n.m., donde se obtuvo para las progenies MF-II x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y TPS-25 x TPS-67 valores más altos de N° de tubérculos.m⁻² (621 a 1 032) y rendimientos de 9 a 10,7 kg.m⁻² en canteros a campo abierto pero con una mayor duración del ciclo de cultivo (Niño *et al.*, 2002).

CUADRO 1. Rendimiento de progenies híbridas de papa para producción de tubérculo semilla en cantero.

Progenie	N° Tubérculos totales.m ⁻²	Peso Tubérculos m ⁻² (kg)	N° Tubérculos < 5 g.m ⁻²	N° Tubérculos entre 5 hasta 40 g.m ⁻²
MF- II x TPS-67	363 a	3,85 b	231 a	132 a
TPS-25 x TPS-13	304 ab	6,40 a	133 bc	171 a
TPS-25 x TPS-67	244 bc	4,00 b	98 c	146 a
Achirana x TS- 4	209 c	3,75 b	91 c	118 a
SD	73,128	1,343	61,171	44,201
Media	280	4,5	138,13	142
CV (%)	26,117	29,86	44,286	31,127

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

En la evaluación morfológica de los tubérculos de las cuatro progenies en cantero utilizando el descriptor de germoplasma de papa empleado en el CIP (Huamán y Gómez, 1994), se encontró que predomina la forma redonda en un 94% del total de los tubérculos cosechados con color de piel entre blanco crema a amarillo claro y color de pulpa entre blanco a crema.

Sarquis y Gil (2005) empleando la escala del uno al nueve, el uno corresponde a la menor uniformidad y nueve a la mayor, registraron para las progenies MF- II x TPS- 67 y TPS- 25 x TPS- 67 uniformidad en forma y color de tubérculo entre 8,3 a 8,5, mientras que la variedad Alpha presentó valores de 8, 6 y 8,7, concluyendo que la uniformidad en estos dos caracteres fue similar a las variedades testigo, lo que ratifica las observaciones realizadas en otros estudios (Salomón *et al.*, 2002; Sarquis y López, 1999) sobre el avance logrado en cuanto a la uniformidad, en forma y color de tubérculo de las progenies híbridas de SS disponibles actualmente.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en la producción de papa en campo a partir de tubérculos semilla proveniente de las progenies híbridas y su comparación con tubérculos semilla de las variedades Granola y Tibisay.

La progenie TPS-25 x TPS-13 obtuvo el mayor valor tanto en peso total como peso por planta con 0,907 y 0,814 kg e igual rendimiento comercial, hubo diferencias significativas en la variedad Tibisay que alcanzó 0,313 kg.planta⁻¹. Mientras que la variedad Granola no

obtuvo la producción comercial debido a que sus plantas fueron afectadas severamente por la CT, lo que se evidencia por el mayor grado del daño alcanzado por esta variedad según el análisis de resistencia (ABCPPI relativa= 33,22%), aún con la aplicación de fungicidas recomendados para el control de esta enfermedad, el rendimiento comercial más alto de 33,92 t.ha⁻¹ lo presentó la progenie TPS-25 x TPS-13 que mostró diferencias significativas con la variedad testigo Tibisay.

Así mismo, Sarquis y Gil (2005) indican que las líneas macho TPS-13 y TPS-67 fueron obtenidas de *S. tuberosum* ssp. andigena en el CIP y se caracterizan por su buena resistencia a la candelilla tardía, lo que concuerda con lo observado en este estudio en las cuatro progenies evaluadas que presentaron los menores grados de daño de la enfermedad, de las cuales dos tienen como parental macho a TPS- 67 (TPS-25 x TPS-67 y Achirana x TPS-67) y otra al TPS-13 (TPS-25 x TPS-13), aún bajo condiciones climáticas muy favorables para el desarrollo de la enfermedad causada por la CT con un manejo fitosanitario de bajo uso de fungicidas, las progenies presentaron un buen comportamiento agronómico y resistencia a la enfermedad.

CONCLUSIONES

- Las progenies MF-II x TPS-67, TPS-25 x TPS-13 y TPS-25 x TPS-67 fueron las de mejor comportamiento en cuanto a número de tubérculo.m⁻² y peso tubérculo m⁻² cuando se empleo la SS en canteros a campo abierto.

CUADRO 2. Rendimiento y área bajo la curva de progreso de candelita tardía de las progenies y las variedades testigo sembradas en campo a partir de tubérculos semillas. Pueblo Llano, estado Mérida. Año 2006.

Progenie	Peso tubérculos total.planta ⁻¹ (kg)	Peso tubérculos comercial.planta ⁻¹ (kg)	Rendimiento Comercial	ABCPPI relariva (%)
TPS-25 x TPS-13	0,907 a	0,814 a	33,92 a	1,97 a
TPS-25 x TPS-67	0,573 ab	0,502 ab	20,92 ab	1,85 a
Achirana x TS- 4	0,570 ab	0,478 ab	19,92 ab	2,22 a
Achirana x TPS-67	0,631 ab	0,533 ab	22,21 ab	1,47 a
Tibisay	0,313 b	0,241 b	10,03 b	8,41 b
Granola	0,00	0,00	33,22 c	

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (DMS, 0,05).

- La progenie TPS-25 x TPS-13 se destacó por su mayor rendimiento comercial en campo empleando tubérculos semillas, en comparación con las variedades Tibisay y Granola. El grado de daño causado por la candelilla tardía fue menor en las progenies evaluadas con diferencias significativas entre estos genotipos y las variedades testigo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonierbale, M., S. de Haan and A. Forbes. 2008. Procedures for Standard evaluation trials of advanced potato clones in An Internacional Coopertators' Guide. Internacional Potato Center, Lima-Perú. 124 p.
- Cabello, R., E. Chujoy y M. Upadhy. 2004. Heterosis y endogamia en la producción de la semilla sexual de papa (TPS) y en el rendimiento del tubérculo. Revista Latinoamericana de la Papa, suplemento Especial. s/p.
- Centro Internacional de la Papa. 1997. Manual de Producción de Papa a partir de Semilla Sexual. Unidad de Capacitación. Lima, Perú. 109 p.
- Centro Internacional de la Papa. 1996. EL CIP en 1995. Informe Anual del Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 55 p.
- Estrada, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Bill y Martínez (Ed.). Lima, CIP. 372 p.
- Falcón, R., E. C. Chujoy y R. Cabello. 2006. Método simple para conservar semilla sexual de papa por 15 años. Página 51. **In:** Memoria Congreso Internacional de la Papa John S. Niederhauser. Toluca, México.
- Gabriel, J. 2008. Aplicación de marcadores moleculares para cribado de QTLs en diferentes fuentes de resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa. Tesis Doctorado. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España. 108 p.
- Huaman, Z. y R. Gómez. 1994. Descriptores de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. s/p
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2005. Producción de semilla de papa en Venezuela. Serie Manuales de Cultivo INIA N° 5. Mérida. 260 p.
- Larenas, V., P. Accatino y J. Rojas. 1994. Tecnología para producir papa con semilla botánica. Proyecto Colaborativo INIA-CIP. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Internacional de la Papa. 40 p. (Serie La Platina N° 57).
- Niño, L., E. Acevedo, F. Becerra y E. Villamizar. 2002. Evaluación de progenies de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Mérida, Venezuela. Memorias del XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa. Quito, Ecuador.
- Salomón, J., A. Estevez, M. González y J. Castillo. 2002. Comportamiento de progenies híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L.) a partir de semilla botánica. Cultivos Tropicales. 23(2):59-61.
- Salomón, J., J. Castillo, A. Estévez y R. Cabello. 2006. Estudio del comportamiento de progenies híbridas de papa con semilla sexual y tubérculos semilla. Cultivos Tropicales. 27(4):65-68.
- Sarquis Ramírez, J. y N. Coria Gil. 2005. Comparación de progenies de papa para producción de tubérculo semilla y rendimiento comercial. Rev. Fitotec. Mex. 28(2):93-98.
- Sarquiz, J. y F. López. 1999. Evaluación de progenies de semilla sexual de papa en valles centrales de México. Rev. Asoc. Latinoamericana de la Papa. 10:12-20.
- SAS Institute Inc. 1998. SAS/STAT Users Guide, Version 6, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C.

CARGAS MICROBIANAS EN PRODUCTOS DEL MEREY ELABORADOS EN EL VALLE DEL RÍO TACAL, CUMANÁ, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

PRODUCT MICROBIAL LOADS OF THE MEREY ELABORATED IN THE VALLEY OF RIVER TACAL, CUMANÁ, SUCRE STATE, VENEZUELA

Mikel A. Elguezabal Méndez*, Norbelys Carvajal**, Rafael Benítez**, María E. Jreige** y Elizabeth Moya**

* Profesor. Universidad de Oriente. Fundación Luís Elguezabal Aristizabal.

** Profesores. Instituto Universitario de Tecnología. Departamento de Biología. Cumaná. E-mail: cumanes99@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo se realizó un estudio de las cargas de bacterias aerobias mesófilas, los mohos, las levaduras que presenta el fruto y pseudofruto del merey, *Anacardium occidentale*, y dos productos derivados, en comunidades rurales del valle del río Tacal, Venezuela. Se analizaron microbiológicamente las muestras (naturales, crudas, manipuladas y preparadas), según las normas descritas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Se observó una disminución de las cargas de los grupos microbianos estudiados en los pasos del proceso de elaboración, y una leve poscontaminación por manipulación. Se consideró el potencial de elaboración de productos con valor agregado en las familias del área estudiada.

Palabras Clave: *Anacardium occidentale*; cargas microbianas; Venezuela.

SUMMARY

Aerobic mesophilic bacteria, molds and yeast charges present in fruit and pseudofruit of cashew and two derived products in rural communities of Tacal river valley, Venezuela, were evaluated. Samples of cashew (natural, raw, handled and prepared) were microbiologically analyzed under COVENIN, description norms. A diminution on the charges of microbial groups studied is observed, with a slight handling poscontamination. The potential of added value products elaboration among local families is remarked.

Key Words: *Anacardium occidentale*; microbiological charge; Venezuela.

RECIBIDO: julio 13, 2009

ACEPTADO: abril 11, 2010

INTRODUCCIÓN

El merey, *Anacardium occidentale*, es una especie frutal tropical de la familia anacardiaceae (Nogueira *et al.* 2002), ampliamente explotado por la agroindustria en todo el mundo (Díaz y Ávila, 2002). Las investigaciones científicas en este árbol se concentra en los últimos años en la evaluación antimicrobiana de su fruto (De Lima *et al.* 2008) o en la corteza (Nogueira *et al.* 2002), aunque se realizan investigaciones concernientes a la seguridad higiénica, que es amplia y esencial en los países exportadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006) y en alimentos de baja humedad como nueces y frutos secos con riesgos de micotoxinas, principalmente aflatoxinas o riesgos bacterianos como por ejemplo *Salmonella* sp. (Naturland, 2000).

Las aflatoxinas son micotoxinas producidas por mohos del género *Aspergillus*. Estos mohos pueden proliferar en muchos alimentos, causando problemas en cacahuètes, maíz, todo tipo de frutos secos y también en cereales. Dentro de las aflatoxinas, la B1 está calificada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un carcinógeno para las personas. Para evitar su desarrollo es indispensable aplicar buenas prácticas de procesado, secado y almacenamiento.

La producción mundial es de 750 000 t al año, considerando Brasil con 140 000 t el país latinoamericano de mayor producción (Díaz y Ávila, 2002). La producción

venezolana no está bien contabilizada, pero la mayor actividad se concentra en los estados Bolívar, Monagas, Anzoátegui y norte del Zulia con amplias plantaciones y aprovechamiento de sus derivados. En el estado Sucre a pesar de contar con poblaciones naturales de merey en los valles de los ríos Manzanares, San Juan y Tacal, la explotación es principalmente de subsistencia, subutilizándose la producción. En Venezuela, existen investigaciones fitosanitarias como en los trabajos de Bertorelli y Sindoni (2004) en etnobotánica, el de Bermúdez *et al.* (2005) o médicas la de Rojas *et al.* (2006), las cuales fueron escasas en comparación con aquellas realizadas en países de importancia productiva como Brasil.

De esta manera, en este trabajo se efectúa un estudio de las cargas microbiológicas del merey natural, crudo, manipulado y preparado (mazapán: fruto; merey pasao: pseudofruto) en dos comunidades rurales del valle del río Tacal, a fin de comparar el potencial de elaboración de productos con valor agregado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las comunidades de Plan de la Mesa y Barbacoas, ubicadas en las laderas del valle del río Tacal, un afluente intermitente que desemboca en el extremo oeste de la playa San Luís, Cumaná (Figura 1).

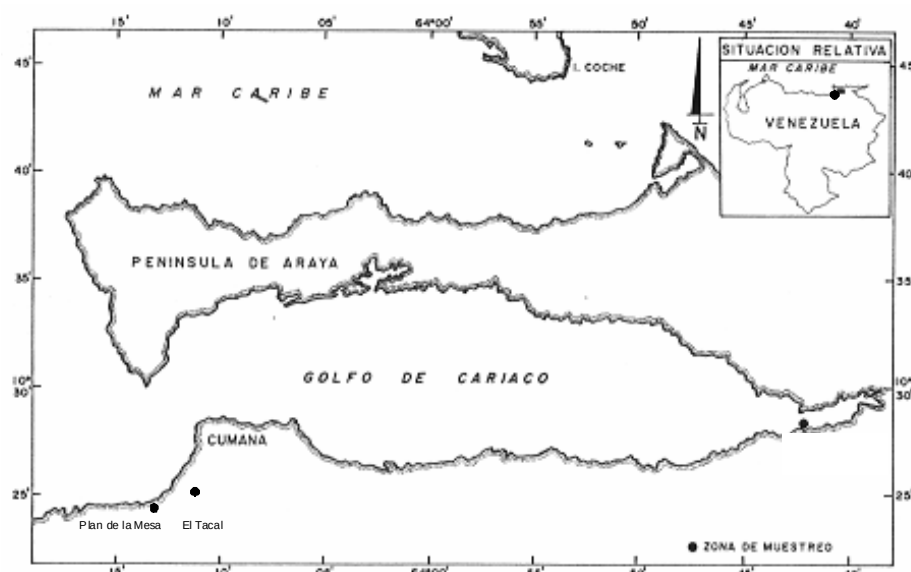


FIGURA 1. Zona de estudio de cargas microbianas en productos del merey, en dos localidades rurales próximas a Cumaná en el valle del río Tacal, estado Sucre, Venezuela. Cosecha 2006.

Colecta de muestras

Se visitaron plantaciones familiares en las dos localidades descritas y se tomaron muestras compuestas (3 kg), utilizando guantes estériles y bolsas plásticas herméticas, separando los frutos y pseudofrutos, transportándose inmediatamente al laboratorio de análisis microbiológicos del Instituto Universitario de Tecnología de Cumaná, rotulándose así, como merey natural.

Se tomaron dos muestras compuestas (1 kg cada una en cada etapa) del fruto de merey en los siguientes pasos del proceso de elaboración: i) nueces de merey procesadas por combustión y con pericarpio, ii) nueces procesadas con pericarpio retirado; iii) nuez de merey tostado y secado al sol, luego de la molienda con licuadora doméstica; iv) nuez de merey molido mezclado con azúcar recién caramelizado (1 l de agua, 1 kg de azúcar, calentada por 2 h a más de 100°C, hasta consistencia deseada agregado a 1 kg de merey molido) o mazapán recién elaborado y moldeado; v) mazapán, una semana después de la elaboración.

De la misma manera, se tomaron muestras compuestas del pseudofruto, i) en estado natural, ii) recién exprimido manualmente, y iii) en forma de dulce merey pasao (almíbar: 1 l de agua y ½ kg de azúcar hasta consistencia deseada, cocinando a fuego lento con 1 kg de pseudofruto exprimido, agregando canela, clavo especie y vainilla comerciales).

Análisis microbiológico

En las diferentes muestras colectadas se efectuaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas con el protocolo descrito por la norma Covenin 902-87 del Ministerio de Fomento, 1990 (1 g de producto en placas de Petri, por duplicado, agregándose 12 ml de agar Plate Count previamente fundido y a 45°C, dejando solidificar, incubándose invertida por 48 h a 37°C) y para cuantificar las poblaciones fúngicas se aplicó el protocolo descrito en Covenin 1337-90 (Ministerio de Fomento, 1987) agregándose 1 g de producto en placas de Petri, por duplicado, 12 ml de agar Potato Dextrose, previamente acidificado a pH 5 con ácido cítrico, incubándose por 48 h a 22°C.

Análisis estadísticos

El análisis estadístico de los datos se realizó a través del análisis de varianza (Statgraphics Plus 4.1) de una sola vía para evaluar las posibles diferencias entre las

dos localidades estudiadas en los parámetros microbiológicos evaluados (bacterias aerobias mesófilas, mohos, levaduras).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cargas microbianas en mazapán de merey

El análisis de varianza detectó que no hubo diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las dos localidades estudiadas para los parámetros de bacterias aerobias mesófilas ($P = 0,82$), mohos (0,80) y levaduras (0,71).

En la Figura 2 se observan los resultados de una carga bacteriana inicial en el fruto (nuez con pericarpio) de 92 500 ufc.g⁻¹, así como 9 600 ufc.g⁻¹ de mohos y 4 750 ufc.g⁻¹ de levaduras. Estas cargas naturales corresponderían a la flora basal (FB) autóctona de merey en la zona y época cuando se realizó este estudio, sin influencia antropogénica alguna. Después del proceso de combustión, la flora microbiana total en el fruto aún con pericarpio disminuye sensiblemente para luego alcanzar la menor carga microbiana del proceso cuando se retiró el pericarpio (a pesar de la extensa manipulación y duración del proceso) lo que indica que la FB inicial sobrevivió a la combustión que habita mayormente en esta cáscara o pericarpio, como refieren algunos autores en otros alimentos con cáscara o pericarpio (ICMSF, 1980).

Es importante destacar que existe un aumento considerable de las poblaciones microbianas estudiadas en el merey tostado y molido, posiblemente por poscontaminación en las licuadoras domésticas. Posteriormente, cuando se añade el caramelo a más de 120°C durante la elaboración del mazapán, las poblaciones de bacterias aerobias mesófilas disminuyen 700 ufc.g⁻¹ y las de mohos 100 ufc.g⁻¹, mientras que las levaduras se mantienen sin cambios en 100 ufc.g⁻¹, incluso hasta una semana después de la fabricación; permanece estable la población de mohos durante una semana. En cambio la flora bacteriana aerobia mesófila aumenta 1 259 ufc.g⁻¹ en una semana, al compararlo con valores obtenidos en la nuez de Brasil tostado y salado de entre 5 300 y 12 000 ufc.g⁻¹, reflejado por Chagas y Oxford (2002), aún puede considerarse fresco. Las recomendaciones microbiológicas en merey son escasas y se pueden tomar como referencias válidas los límites microbiológicos permitidos en nueces, almendras o avellanas¹.

¹ Elguezabal Aristizabal, Luis¹. Riberas del Manzanares, D-12. Cumaná. Comunicación personal, 2000.

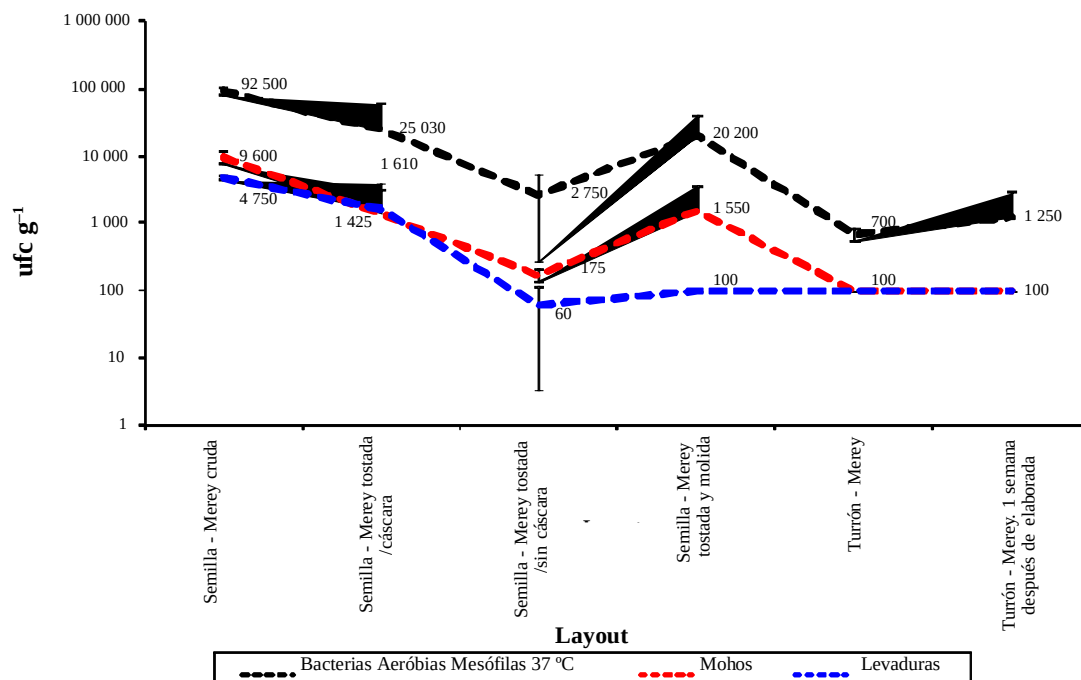


FIGURA 2. Evolución de las cargas microbianas (ufc.g^{-1} , promedio y barra de error) en el fruto del mamey (*Anacardium occidentale*) y mazapán de mamey, en el valle del río Tacal, Cumaná, Sucre, Venezuela. Cosecha de 2006.

Los índices recomendados por Naturland (2000) para importaciones de mamey en Europa, por ejemplo, establecen máximos para bacterias totales viables de $10\,000 \text{ ufc.g}^{-1}$ del producto y un máximo para hongos (mohos + levaduras) de 500 ufc.g^{-1} . Así mismo, se establece la tolerancia “cero” para organismos patógenos como *Salmonella* sp.

Este estudio se genera en condiciones artesanales de dos productos derivados de mamey con niveles permitidos de microorganismos como bacterias y hongos, notándose la disminución gradual del número inicial de gérmenes en el producto natural. Así mismo, en una investigación sobre el género *Salmonella* en los mismos productos del mamey y etapas de proceso estudiados se nota la ausencia total de este patógeno, durante el tostado, el descascarillado, la molienda y la elaboración de mazapán, lo que determina que para el momento de la manipulación, las personas involucradas en este proceso seguían las normas de sanidad².

Según Chagas y Oxford (2002) reportan *Salmonella* spp. en mamey, estudiando diversas nueces y especias de

Brasil, diferenciando productos sanos de productos contaminados con esta y otras especies microbianas patógenas.

Además, Jay (1970) discute que el parámetro de bacteria viables totales en agar Plate Count, es un índice de calidad en sanidad de alimentos que otorga tanta información sanitaria en alimentos procesados como la razón coliformes/enterococos.

Aunque es posible encontrar mohos productores de aflatoxinas en mamey (Adebajo y Diyaolu, 2003), al mismo tiempo, Fenner *et al.* (2006) resaltan el potencial antifúngico de esta especie tropical. Por otra parte, no se reportaron incidentes o intoxicaciones relacionadas en aflatoxinas por el consumo de mamey en la zona de estudio, observándose una recuperación de la población de mohos totales en el proceso de la molienda, probablemente por el aumento de la superficie expuesta del fruto (semilla sin pericarpio) del mamey, permitiendo a los mohos crecer en condiciones aerobias en partes de la semilla no expuestas al aire anteriormente.

² Elguezabal Aristizabal, Luís[†]. Riberas del Manzanares, D-12. Cumaná. Comunicación personal, 2000.

Los mohos tienen preferencia a desarrollarse en condiciones aerobias y pueden crecer en alimentos de baja humedad (ICMSF, 1980) como el caso del merey.

Cargas microbianas en el merey Pasao

El análisis de varianza revela que no hubo diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las dos localidades estudiadas para los parámetros de bacterias aerobias mesófilas ($P = 0,45$), mohos (0,56) y levaduras (0,45). Se observó la disminución progresiva de la flora bacteriana aerobia mesófila (de 205 000 a 25 000 ufc.g⁻¹) y de los hongos tipo moho (de 3 100 a 150 ufc.g⁻¹) en los tres pasos del proceso de elaboración del dulce de pseudofruto de merey (Figura 3). Solamente las levaduras manifiestan una recuperación (de 9 000 ufc.g⁻¹ en el producto natural) por efecto de la contaminación que causa el exprimido manual (logrando 77 500 ufc.g⁻¹), para luego disminuir drásticamente a 100 ufc.g⁻¹ luego de la cocción en almíbar y la adición de clavo, canela y vainilla.

Además del control térmico con la cocción final de este producto, el clavo (*Syzygium aromaticum*) y la canela (*Cinnamomum verum*) contienen sustancias antimicrobianas como el eugenol o el ácido benzoico (Müller, 1981).

Sin embargo, se evidencia contaminación por manipulación respecto a la carga de levaduras transferidas durante el proceso de exprimido manual, algo muy usual en zonas Rurales (Tanweer *et al.* 2008), pero controlándose la carga total de levaduras con la cocción y posterior envasado en caliente en recipientes de vidrio estériles.

CONCLUSIONES

- Las comunidades evaluadas presentan en el merey y dos productos derivados, valores en los parámetros microbiológicos dentro del rango de referencia, indicando adecuadas prácticas de manipulación y preparación a nivel experimental, originándose un potencial para productos con valor agregado en dos comunidades deprimidas que no obtienen aún un provecho total del cultivo.
- Se observa el carácter controlador de la microflora en los dos productos en los tratamientos térmicos relacionados y que la poscontaminación por la elaboración artesanal (manual) se reduce con el calor y las especias antimicrobianas añadidas en el merey pasao.

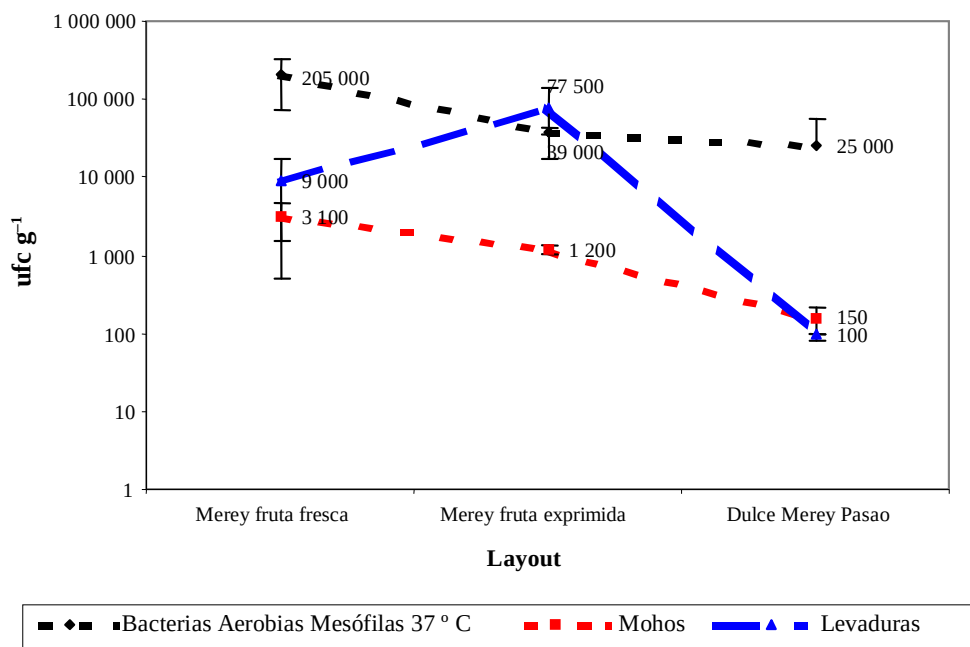


FIGURA 3. Evolución de las cargas microbianas (ufc.g⁻¹, promedio y barra de error) en el pseudofruto de merey (*Anacardium occidentale*) y dulce de merey, en el valle del río Tacal, Cumaná, Sucre, Venezuela. Cosecha 2006.

BIBLIOGRAFÍA

- Adebajo, L. and S. Diyaolu. 2003. Mycology and spoilage of retail cashew nuts. *African Journal of Biotechnology*, 2(10):369-373.
- Bermúdez, A., M. Oliveira y D. Velásquez. 2005. La Investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *INCI, ago.* 30(8):453-459.
- Bertorelli, M. y M. Sindoni. 2004. Efecto de *Polybia ignobilis* y *Polistes versicolor* sobre la pérdida de pseudofrutos de merey enano precoz, al Sur del estado Anzoátegui, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 21(1):166-173.
- Chagas, F. and L. Oxford. 2002. Bacterial and yeast counts in brazilian commodities and spices. *Brazilian Journal of Microbiology*, 33:145-148.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1990. Método para el recuento de mohos y levaduras. Comisión Venezolana de normas industriales, Fondonorma, Caracas.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1987. Norma 902. Alimentos. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placa de Petri. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- De Lima S., C. Feitosa, A. Cito, J. Moita Neto, J. Lopes, A. Leite, A. Brito, S. Dantas and C. Melo Cavalcante. 2008. Effects of immature cashew nut-shell liquid (*Anacardium occidentale*) against oxidative damage in *Saccharomyces cerevisiae* and inhibition of acetylcholinesterase activity. *Genetics and Molecular Research*, 7(3):806-818.
- Díaz, J. y L. Ávila. 2002. Sondeo del mercado mundial de Marañón (*Anacardium occidentale* L.). Biocomercio sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 32 pp.
- Fenner, R., A. Betti, L. Mentz y S. Rates. 2006. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. *Rev. Bras. Cienc. Farm.* 42(3):369-394.
- Foods and Agriculture Organization (FAO). 2006. Small scale cashew nut processing. <http://www.fao.org/ag/ags/agsi/Cashew/Cashew.htm>
- International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF). 1980. *Microbial Ecology of Foods*. Academia Press. Inc. New York, 989 pp.
- Jay, J. 1970. *Modern Food Microbiology*. Reinhold Book Corp., New Cork, 328 pp.
- Müller, G. 1981. *Microbiología de los Alimentos Vegetales*. Edit. Acribia, Zaragoza, 291 pp.
- Naturland. 2000. Producción Orgánica de Cayú. **In:** *Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico*, 1º Edición. (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). 17 pp.
- Nogueira Lima, R., J. Rabelo Lima, C. Ribeiro y R. Azevedo. 2002. Cashew-tree (*Anacardium occidentale* L.) exudate gum: a novel bioligand tool. *Biotechnol. Appl. Biochem.*, 35:45-53.
- Rojas, E., C. Morales, E. Juárez y N. Pineda. 2006. Tratamiento de la Leishmaniasis con plantas medicinales en Trujillo, Venezuela. *Academia*, 19-25.
- Tanweer, M., M. Hussain, A. Wajid and S. Ajaz. 2008. Microbial population load and enzyme production of indigenously isolated yeast. *Pak. J. Bot.*, 40(5):2 225-2 230.

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL CHINCHE VANEADORA EN PARCELAS DE ARROZ, CALABOZO, ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA

POPULATION FLUCTUATION OF BUG VANEADORA IN RICE PARCELS, JAIL BEEN GUÁRICO STATE, VENEZUELA

Luis E. Vivas C.*, Armando Notz** y Dilia Astudillo***

*Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA-Guárico. Venezuela. E-mail: lvivas18@yahoo.es

** Profesor. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, estado Aragua. E-mail: anotz@cantv.net

***AGRORIESGO C.A, Calabozo estado Guárico. E-mail: dilita13@hotmail.com

RESUMEN

Se presenta información sobre la fluctuación poblacional del chinche vaneadora, *Oebalus insularis* (Stal), del grano de arroz en siete parcelas de arroz pertenecientes al sistema de riego río Guárico (S.R.R.G), estado Guárico, Venezuela y en dos parcelas fuera del sistema de riego. Las observaciones corresponden a las épocas de la estación seca y la estación lluviosa desde los años del 2001 al 2007. Los objetivos del trabajo consistieron en la medición de las poblaciones del insecto, empleando una malla entomológica y la medición del efecto del daño provocado por altas poblaciones de *O. insularis*, en tres variedades de arroz. Se encontró que las poblaciones fueron más abundantes durante la época de lluvias entre los meses de mayo y octubre. La densidad poblacional se ubicó muy correlacionada con la etapa de maduración del cultivo en las principales variedades cultivadas en el sistema de riego. No se observaron diferencias significativas en relación a las poblaciones y el daño de este insecto plaga, con las seis variedades de arroz estudiadas.

Palabras Clave: *Oebalus insularis* (Stal); arroz; dinámica poblacional; Hemiptera; Pentatomidae; sistema de irrigación.

SUMMARY

Information about the population dynamics of the rice bug, *Oebalus insularis* (Stal) is presented. Seven commercial fields of rice located in the irrigation system of Guarico River, Guarico State, Venezuela (SRRG) and two rice fields located outside of the irrigation system were evaluated. Observations were made between 2001 to 2007 during the dry and rainy seasons. The objectives of this study were to measure the population dynamics of the bug *O. insularis* using an entomological net, and to estimate the damage effect caused by high insect populations on three rice varieties. Rice bug populations were abundant and reached a peak during the rainy season (May to October). Insect density was correlated with rice crop development. The Highest numbers were collected during the maturation cycle. With respect to the damage effect there were no significant differences among the six rice varieties.

Key Words: *Oebalus insularis* (Stal); Hemiptera; Pentatomidae; population dynamics; irrigation system.

RECIBIDO: octubre 19, 2009

ACEPTADO: enero 30, 2010

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz, *Oryza sativa* (L.), es el más importante del mundo, puesto que alimenta las dos terceras partes de la población. En América Latina y el Caribe se siembran 6,7 millones de h con una producción total de 26,4 millones de t, siendo los principales países productores: Brasil 49,7%, Colombia 9,8%, Perú 9,3%, Argentina 3,9% y Venezuela 3,6% (Pérez, 1999; FAO, 1995, 1998; FAOSTAT, 2006). En Venezuela, el área sembrada se ubica en un 90% en los estados Portuguesa y Guárico con pequeños aportes de Barinas y Cojedes. La mayor producción y área sembrada en la década de los noventa, se realizó en 1991 con una superficie de 152 838 h y una producción de 665 000 TM, con un rendimiento promedio de 4,4 TM.ha⁻¹ (Adams *et al.*, 1990; Salas, 1991, 1994; Sánchez, 1995), aún cuando el Ministerio de Agricultura y Cría indica que la producción de arroz para 1995 ascendió a 774 975 TM (MAC, 1996 a, b; Vivas *et al.*, 2002).

En el ámbito mundial, las plagas del arroz destruyeron cerca del 35% de la producción, atribuyendo un 12% a los insectos, 10% a las malezas, 12% a los patógenos y 1% a los vertebrados que se alimentan del grano y dañan tallos (Tascón y García, 1985; Pantoja *et al.*, 1997). Por lo antes señalado, es importante el estudio de las principales plagas que afectan al cultivo y su manejo como una forma de prevenir o aminorar los efectos dañinos que estas causan. En el país, el complejo de insectos plagas que atacan al arroz es muy similar en todas las zonas productoras, aunque en el estado Guárico, los daños son mayores por su relación con la enfermedad "Hoja blanca" transmitida por la sogata, *Tagosodes orizicolus* Muir, especie que además, en altas poblaciones causa el llamado daño mecánico al cultivo con las consiguientes mermas en el rendimiento (Blanco *et al.*, 1973; Blanco y González, 1974; Castillo, 1978; Vivas, 1992, 1997a, 1999; Vivas y Clavijo, 2000).

Tradicionalmente, se reportan como plagas principales al barredor *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, la sogata *Tagosodes orizicolus* y las chinches vaneadoras del género *Oebalus* (Fonaiap, 1981; Vivas, 1997 a y b, 2002).

Durante el año 1995, Cermeli señala como nueva plaga al "trips del arroz", *Stenchaetothrips biformis* Bagnall, causando daños significativos en zonas aledañas al sistema de riego río Guárico (S.R.R.G), Calabozo durante la época de verano y al final del período de invierno (Fonaiap, Informe Anual CIAE-Guárico, 1995)

y en el 2000 hace su aparición un chinche de la familia Miridae que causa daños en los primeros días de establecimiento del cultivo, el cual fue identificado como *Trigonotylus tenuis* Reuter, 1893 (Fonaiap, 2000, 2001; Vivas *et al.*, 2005).

Los cambios en la magnitud de las poblaciones y el número de insectos plagas está relacionado al carácter dinámico de la fauna insectil de cualquier agroecosistema. Esta situación justifica un adecuado manejo del problema entomológico a través del uso de las nuevas tecnologías (Fonaiap, 1992; Vivas, 1997a).

Entre las plagas más importantes del arroz bajo riego se encuentra la chinche vaneadora del arroz, *Oebalus* spp. de la familia Pentatomidae. Tanto los adultos como las ninfas causan daño al alimentarse de la panícula. Los granos al ser succionados pueden quedar total o parcialmente vacíos o quebrarse en el momento del molinado, lo cual ocasiona pérdidas en el rendimiento y calidad del grano (Daza, 1991; Fedearroz, 1983; Portal *et al.*, 1978; Viator *et al.*, 1983).

Las principales especies de pentatómidos que atacan al arroz en América Latina son las siguientes: *Oebalus poecilus* (Dallas), *Mormidea* sp., *Tibraca limbativentris* Stal y *Nezara viridula* L. (Cheaney y Jennings, 1975; De Galvis *et al.*, 1982; González *et al.*, 1983; Guharay, 2002; Pantoja *et al.*, 1997). Además, en Brasil, Link y Grazia (1987) registran a *M. quinqueletum* (Linhstenstein), *N. viridula*, *O. griseus* (Sailer) y *T. limbativentris*.

Por otra parte, *O. pugnax* (F.) es una plaga del arroz en Arkansas, Louisiana y Texas (Smith, 1978). En el sur de la Florida es considerado el pentatómido más importante (Jones y Cherry, 1986; Foster *et al.*, 1989). De esta manera, Genun *et al.* (1986) reportan cinco especies de chinches en el cultivo de arroz en Estados Unidos: *O. pugnax*, *N. viridula*, *M. pictiventris* Stal, *Euschistus icteriscus* (L.) y *Proxys punctulatus* (Pal. De Beau). Igualmente, Swanson y Newson (1962), consideran a *O. pugnax* como la principal plaga.

En Cuba, se reporta a *O. pugnax* y *O. insularis* (Stal.), Grist y Lever (1969) siendo la chinche vaneadora la más abundante. Además, es considerada como una de las tres plagas más importante del arroz (Gómez y Meneses, 1980; Gutiérrez *et al.*, 1987, 1991; Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe, 1991; Meneses *et al.*, 1987, 1995, 2001). En el estado de Campeche en México, es la especie más importante (Ruelas y Carrillo, 1978).

En Puerto Rico, Franqui (1987) citado por Daza (1991) determinó la presencia de cinco especies de pentatómidos relacionados con el cultivo de arroz. Ellas son: *O. ypsilón – griseus* (De Geer), *O. grisescens* (Sailer), *O. pugnax*, *Mormidea angustata* (Stal.) y *Mormidea cubrosa* (Dallas), siendo *O. ypsilón – griseus* la más abundante.

Según King y Saunders (1984), en Colombia se encuentran *O. insularis* y *O. ornata* (Sailer) (= *Solubea ornata*). Otras especies reportadas son: *O. poecilus* sinónimo *Solubea poecilus*, *Mormidea solubea* (Dallas) y chinche vaneadora (Grist y Lever, 1969).

Euschistus sp., se ha encontrado en el Departamento del Meta (Hernández y Parada, 1984). Daza, 1991, reporta siete especies de pentatómidos en el Valle del Cauca: *O. ornatus*, *O. pugnax – torridus*, *Mormidea maculata*, *Mormidea pictiventris*, *Tibraca obscurata*, *Tibraca limbiventris* y *Proxys punctulatus*.

En Venezuela se reportan a *O. ypsilón – griseus* (De Geer) y *O. insularis*, Aponte (1989, 1990); Aponte *et al.* (1992, 1997), siendo la especie más abundante en el estado Guárico y *O. ypsilón – griseus* en el estado Portuguesa (Aponte *et al.*, 1992; Vivas 1997b). Pantoja *et al.* (1997) además citan a *O. ornatus* (Sailer).

Entre los aspectos ecológicos más importantes del chinche resaltan los siguientes; Daza (1991) en Colombia, menciona que no existen patrones de agregación de las especies *O. insularis* y *O. ornatus* dentro del campo y las mayores poblaciones se encuentran durante el período de maduración del cultivo. Así mismo, observó que esta plaga presenta mayor actividad alimenticia que *O. ornatus*. Las hembras de ambas especies se alimentan más frecuentemente que los machos y encontró que *O. ornatus* representó el 90% dentro de las especies colectadas en el Valle del Cauca. Sus poblaciones se incrementan durante la época seca (enero – marzo) tanto en Jamundí como en Ginebra.

Se demostró que la especie predominante dentro de los pentatómidos colectados en Cuba en el cultivo del arroz correspondió al chinche vaneadora con más del 92%, Gómez y Meneses (1985) la señalan como la especie más abundante de los artrópodos plaga que afectan al grano del arroz en Cuba. La densidad poblacional está muy relacionada con la etapa de desarrollo del cultivo. La mayor cantidad de insectos fue colectada durante la fase de maduración (Aponte, 1990; Aponte *et al.*, 1992; Daza, 1991; Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe, 1991; Vivas, 1997b).

En estudios realizados en Cuba sobre su dinámica poblacional demuestran que desde abril hasta diciembre hay una incidencia del chinche vaneadora, encontrándose las mayores densidades desde mayo a noviembre, cuando las temperaturas medias oscilan entre los 25,2 y 27,7°C y la humedad relativa por encima del 80% favorece el desarrollo del insecto. Los análisis de correlación encontraron significación entre las densidades de población con las temperaturas medias, mínimas y la humedad relativa.

Por su parte, Gómez y Meneses (1980, 1985) indican que en el período seco (diciembre-abril) cuando se registran temperaturas medias inferiores a 26°C y humedad relativa por debajo del 75% se reduce su multiplicación. Al mismo tiempo, Pathsk (Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe, 1991); plantea que estos insectos son muy sensibles a los cambios de humedad y temperatura.

El objetivo general que se persiguió con el desarrollo de este trabajo fue la determinación de la fluctuación poblacional del chinche vaneadora en parcelas con arroz en Calabozo, estado Guárico. En este sentido, se estudió las diferentes variedades comerciales, utilizando la malla entomológica; así como, el efecto del daño provocado en altas poblaciones de esta especie sobre tres variedades comerciales de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de la fluctuación poblacional de la chinche vaneadora en diferentes variedades comerciales

Se desarrolló por un período de siete años, durante el cual se efectuaron muestreos semanales en parcelas del S.R.R.G y sus zonas aledañas, así como en lotes de la Estación Experimental Guárico. Las parcelas que generaron la información del presente trabajo fueron las siguientes: INIA-Guárico, S.R.R.G., Parcelas: 152, 218, 173, 590, La Candelaria fuera del S.R.R.G., 84, 3, finca el Madrigal sector Herrera (fuera del S.R.R.G.) y 190.

Para la captura de adultos y ninfas se empleó la malla o red entomológica, utilizándose un tamaño de muestra de cinco pases dobles de malla (= 10 pases sencillos; un pase doble = uno de ida y otro de vuelta). Se considera un pase sencillo cuando la misma se desplaza en forma horizontal, barriendo un ángulo aproximado de 180° en una dirección por punto muestreado, contándose los insectos atrapados.

Posteriormente se colocaron en bolsas plásticas, las cuales fueron llevadas a la Estación Experimental del INIA y guardados en nevera a 0°C para su posterior conteo (Aponte *et al.*, 1997; Vivas y Clavijo, 2000).

El número de muestras que se tomó en las parcelas del S.S.R.G. fue de 10 por campo muestreado, cubriendo una superficie de 5 ha en cada oportunidad, deduciendo que el área efectiva de muestreo cubrió aproximadamente ½ ha. En algunos lotes de la Estación Experimental del INIA se tomaron cinco muestras debido al menor tamaño de los lotes que en ciertos casos abarcaba un área de 2 ha (lotes destinados a ensayos de mejoramiento genético).

Los muestreos se realizaron durante todos los meses de los años de estudio, sobre los siguientes materiales genéticos: Araure 4, Palmar, Cimarrón, Fundarroz PN1, Fonaiap 2000, Danac D-Primera, Fedearroz 50 y 2000, representando las variedades más cultivadas en la zona, así como varias líneas promisorias del plan de mejoramiento genético del INIA-Calabozo, pero destacando las variedades citadas.

Para el análisis estadístico de la fluctuación poblacional, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Chacín, 1999; Stell y Torrie, 1985) con los paquetes estadísticos: SAS, 1985 (Statistical Analysis System); InfoStat/Profesional, versión 1.1, 2002 y Statitxtic, 1990. Se utilizaron los datos de adultos y ninfas, empleando como fuentes de variación: la semana, la época del año y las fases de desarrollo del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de la fluctuación poblacional del chinche vaneadora sobre diferentes variedades comerciales

En el Cuadro 1 se señalan las parcelas inspeccionadas, las cuales generaron la información del presente trabajo. Es importante mencionar que la Estación Experimental del INIA-Guárico y las parcelas 218 y 173 representaron las localidades con el mayor número de observaciones, durante todos los años de estudio.

Las variedades de arroz muestreadas, se presentan en el Cuadro 2.

En el Cuadro 3, se muestran los datos por variedad, época y fase del cultivo, del número de adultos, ninfas y total de individuos del chinche vaneadora.

CUADRO 1. Número de observaciones y porcentajes de las evaluaciones en parcelas del sistema de riego río Guárico, Calabozo. 2001 a 2007.

Parcelas	Nº Observaciones	Porcentaje
1 INIA (E.E.G) (S.R.R.G.)*	1 789	27,85
2 Parcela 152 (S.R.R.G.)*	603	9,39
3 Parcela 218 (S.R.R.G.)*	1 791	27,88
4 Parcela 173 (S.R.R.G.)*	1 202	18,72
5 Parcela 590 La Candelaria		
Fuera del S.R.R.G.+	277	4,31
6 Parcela 84 (S.R.R.G.)*	166	2,58
7 Parcela 3 (S.R.R.G.)*	299	4,66
8 Finca el Madrigal (Sector Herrera) fuera del S.R.R.G.+	140	2,18
9 Parcela 190 (S.R.R.G.)*	56	2,43
Total	6 423	100,00

*Parcelas en el S.R.R.G.; +Parcelas fuera del S.R.R.G.

CUADRO 2. Número y porcentaje de observaciones de campo realizada en diferentes variedades de arroz. Calabozo. Años 2001 a 2007.

Parcelas	Nº Porcentaje	Observaciones
Cimarrón	2 630	42,63
Fedearroz-50	1 164	18,86
Fonaiap 2000	1 102	17,86
Fedearroz 2000	386	6,26
Venezuela 21	218	3,54
Fundarroz PN1	204	3,31
D-primera	186	3,02
Sativa	142	2,30
Oryzica Llanos-5	137	2,22
Total	6 169	100,00

CUADRO 3. Población promedio del chinche vaneadora (adultos, ninfas y total) por variedad, época y fases de desarrollo del cultivo de arroz. Guárico-Calabozo. 2001 a 2007*.

Variedad	CIMARRON	Fonaiap 2000	FEDEARROZ 2000	FEDEARROZ 50	D-PRIMERA	VENEZUELA 21
			Época 1	Fase 1		
Adulto	0,03 a	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,00 a	0,00 a
NINFA	0,01 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Total	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Época 1	Fase 2		
Adulto	0,07 a	0,03 a	0,06 a	0,06 a	0,00 a	0,00 a
NINFA	0,04 a	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,00 a	0,00 a
Total	0,11	0,03	0,06	0,10	0,00	0,00
			Época 1	Fase 3		
Adulto	2,76 a	3,53 a	1,42 a	2,16 a	1,80 a	2,78 a
NINFA	0,54 a	0,46 a	0,63 a	0,91 a	0,52 a	0,66 a
Total	3,20	3,91	2,05	3,07	2,32	3,44
			Época 2	Fase 1		
Adulto	0,00 a	0,04 a	0,01 a	0,01 a	0,00 a	0,00 a
NINFA	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Total	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
			Época 2	Fase 2		
Adulto	0,06 a	0,31 a	0,00 a	0,00 a	0,06 a	0,19 a
NINFA	0,16 a	0,07 a	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,16 a
Total	0,22	0,38	0,00	0,00	0,00	0,35
			Época 2	Fase 3		
Adulto	2,61 a	2,09 a	1,20 a	1,53 a	1,94 a	1,00 a
NINFA	1,08 a	0,48 a	0,70 a	0,51 a	0,48 a	1,03 a
Total	3,69	2,57	1,90	2,04	2,42	2,03

Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

*Total: Suma de adultos y ninfas. Época 1 = época de sequía ; Época 2: época de lluvias.

Fase 1: Vegetativa; Fase 2: Reproductiva; Fase 3: Maduración. Población por pase sencillo de malla.

Durante las épocas y las fases uno y dos, todas las variedades presentaron muy bajas poblaciones, mientras que en ambas épocas para la fase tres (maduración), se presentaron las mayores densidades. El análisis de la varianza no detectó diferencias significativas ($P < 0,05$); según la prueba de Kruskal-Wallis entre las variedades estudiadas, lo cual coincide con la información aportada por varios autores para esta chinche en América (Daza, 1991; Gómez y Meneses, 1985; Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe, 1991; Aponte *et al.*, 1992; Pantoja *et al.*, 1997; Weber, 1989).

Para confirmar esta aseveración, se realizó otro ensayo con tres de las principales variedades cultivadas en el

S.R.R.G. en Calabozo, estado Guárico, el cual se describe a continuación:

Fluctuación poblacional y efecto del daño provocado por altas poblaciones del chinche vaneadora sobre 3 variedades comerciales de arroz

Para clarificar el efecto del daño mecánico provocado por altas poblaciones del chinche vaneadora sobre los rendimientos del arroz, durante el año 2002, se evaluaron en la Estación Experimental Guárico, las variedades Cimarrón, Fonaiap 2000 y Fundarroz PN1. Las poblaciones sobrepasaron el umbral de acción establecido para esta plaga (tres adultos o ninfas por mallazo, según

Aponte, 1990; Fonaiap, 2001, 2002 y Vivas, 1992); aproximadamente, por espacio de tres semanas.

En el Cuadro 4 y Figura 1; se presenta la información de la fluctuación poblacional por semana. Se observa que las semanas 22 y 23 corresponden con la fase de maduración y que la población alcanzó un pico en todas los materiales de arroz, presentando las medias diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) con respecto a las semanas 8 al 19. Resultados similares fueron obtenidos por Weber (1989), Tascón y García (1985) y la Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe (1991).

Así mismo, se determinó que las variedades no presentaron diferencias significativas ($P < 0,9220$) en cuanto a la presencia del chinche vaneadora, por lo tanto, no se observó predilección por alguna en particular, coincidiendo los resultados con lo mencionado por la Red de Mejoramiento del Arroz para el Caribe (1991); Daza (1991); Pantoja *et al.* (1997). Cabe mencionar que no se presentan

los datos de producción y rendimiento debido a que las poblaciones fueron tan altas que ocasionaron pérdida total del material a cosechar.

En el Cuadro 5 se presenta la población promedio de adultos y ninfas, en las dos épocas climáticas y para tres fases de desarrollo del cultivo. El análisis estadístico utilizando la prueba de Kruskal-Wallis, generó diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) para el rango de las medias correspondientes a los adultos y no así para las ninfas.

Al comparar las épocas entre sí, se encontró que las poblaciones fueron más elevadas y estadísticamente diferentes ($P < 0,0001$) en la época de lluvias (Época 2) que en la época de sequía (Época 1) con valores comparativos promedio para los adultos de 3,82 contra 0,91 y para las ninfas de 0,35 contra 0,23; no presentando diferencias significativas ($P < 0,4550$) en este estado de desarrollo.

CUADRO 4. Fluctuación poblacional de adultos chinche vaneadora por semana en 3 variedades de arroz. Estación Experimental Guárico. 2002¹.

Número	Nº	Semana	Cimarrón	Fonaiap 2000	Fundarroz PN1	Promedio ₃
1	10	8	0,00	0,00	0,00	0,00 e
2	10	9	0,00	0,00	0,00	0,00 e
3	10	10	0,00	0,00	0,00	0,00 e
4	10	11	0,00	0,00	0,00	0,00 e
5	10	12	0,00	0,00	0,00	0,00 e
6	10	13	0,00	0,00	0,00	0,00 e
7	10	14	0,00	0,00	0,00	0,00 e
8	10	15	0,75 a	0,00 a	0,25 a	0,33 de
9	10	16	0,75 a	0,50 a	0,75 a	0,67 cde
10	10	17	1,75 a	1,25 a	3,25 a	2,08 bc
11	10	18	2,25 a	3,00 a	2,50 a	2,58 bc
12	10	19	1,50 a	2,00 a	2,25 a	1,92 bc
13	10	20	4,00 a	6,00 a	6,50 a	5,50 ab
14	10	21	4,75 a	4,75 a	6,00 a	5,16 ab
15	10	22	15,25 a	17,75 a	14,00 a	15,67 a
16	10	23	19,50 a	16,25 a	18,25 a	18,00 a
			Cimarrón	Fonaiap 2000	Fundarroz PN1	
Media₂			2,97 a	3,97 a	2,80 a	

¹Datos: Promedio por pase de malla; N= número de muestras.

² $P < 0,9220$ para las variedades (Kruskal-wallis), medias seguidas por una misma letra común, en la fila. No son significativamente diferentes en el nivel de 5%. (Medias de las variedades).

³ $P < 0,0001$ para el promedio de las variedades por semana (Kruskal-Wallis). Medias seguidas por una misma letra común, en la columna. No son significativamente diferentes en el nivel de 5%.

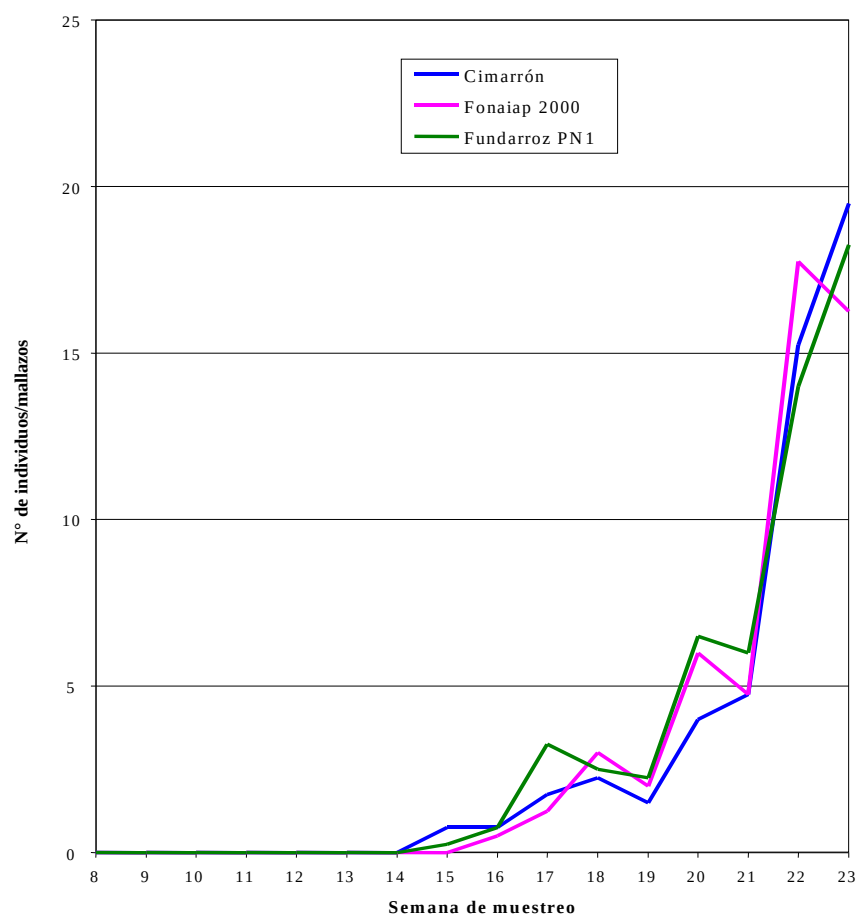


FIGURA 1. Fluctuación poblacional del chinche vaneadora en tres variedades de arroz. Año 2002.

CUADRO 5. Población promedio del chinche vaneadora en campos de arroz situados en Calabozo, estado Guárico durante los años 2001 a 2007, según la época climática y la fase de desarrollo del cultivo*.

		Adultos		Ninfas	
Épocas	Fases	Medias ⁽¹⁾	S ²	Medias ¹	S ²
1 b	Fase 1	0,00774 b	0,00612	0,0000 b	0,000000
	Fase 2	0,04600 b	0,04397	0,0176 b	0,009526
	Fase 3	2,37100 a	13,4080	0,4690 a	0,369907
2 a	Época 1 ²	0,91 b	2,49	0,23 a	0,44
	Fase 1	0,00109 b	0,00108	0,0000 b	0,0000
	Fase 2	0,51650 b	13,08341	0,0943 b	0,1369
	Fase 3	8,31600 a	257,4099	0,7022 a	0,9980
Época 2 ⁽²⁾		3,82 a	11,31	0,35 a	0,75

* Prueba de Kruskal-Wallis (P<0,0001); Época 1 = Época de sequía ; Época 2: Época de lluvias.

Fase 1: Vegetativa; Fase 2: Reproductiva; Fase 3: Maduración

¹ Valores seguidos de una misma letra en la columna, no son significativamente diferentes al 5%.

² Valores seguidos por una misma letra en la fila, no son significativamente diferentes al 5%.

Estos resultados pueden deberse a que durante la época dos ó de lluvias se presentan las condiciones climáticas más apropiadas para el desarrollo de sus poblaciones; alta humedad relativa y precipitación. Dicho período coincide con una cantidad considerable de área sembrada (20 000 a 25 000 ha) en la zona arrocerá de Calabozo, estado Guárico.

Igualmente, se observó más individuos en la fase de maduración (3), siendo altamente significativa en dicha fase ($P < 0,0001$), mientras que durante la fase vegetativa

(1) y reproductiva (2) las poblaciones son insignificantes. La razón se debe es que durante la última fase hubo mayor cantidad y mejor calidad de recursos alimenticios para el insecto plaga; mientras que la producción y desarrollo de granos no existe durante las dos primeras fases.

En la Figura 2 se muestra la fluctuación promedio en donde se aprecian las mayores poblaciones de adultos y ninfas entre las semanas 19 a 25 y 43 a 48 del año (época de lluvias).

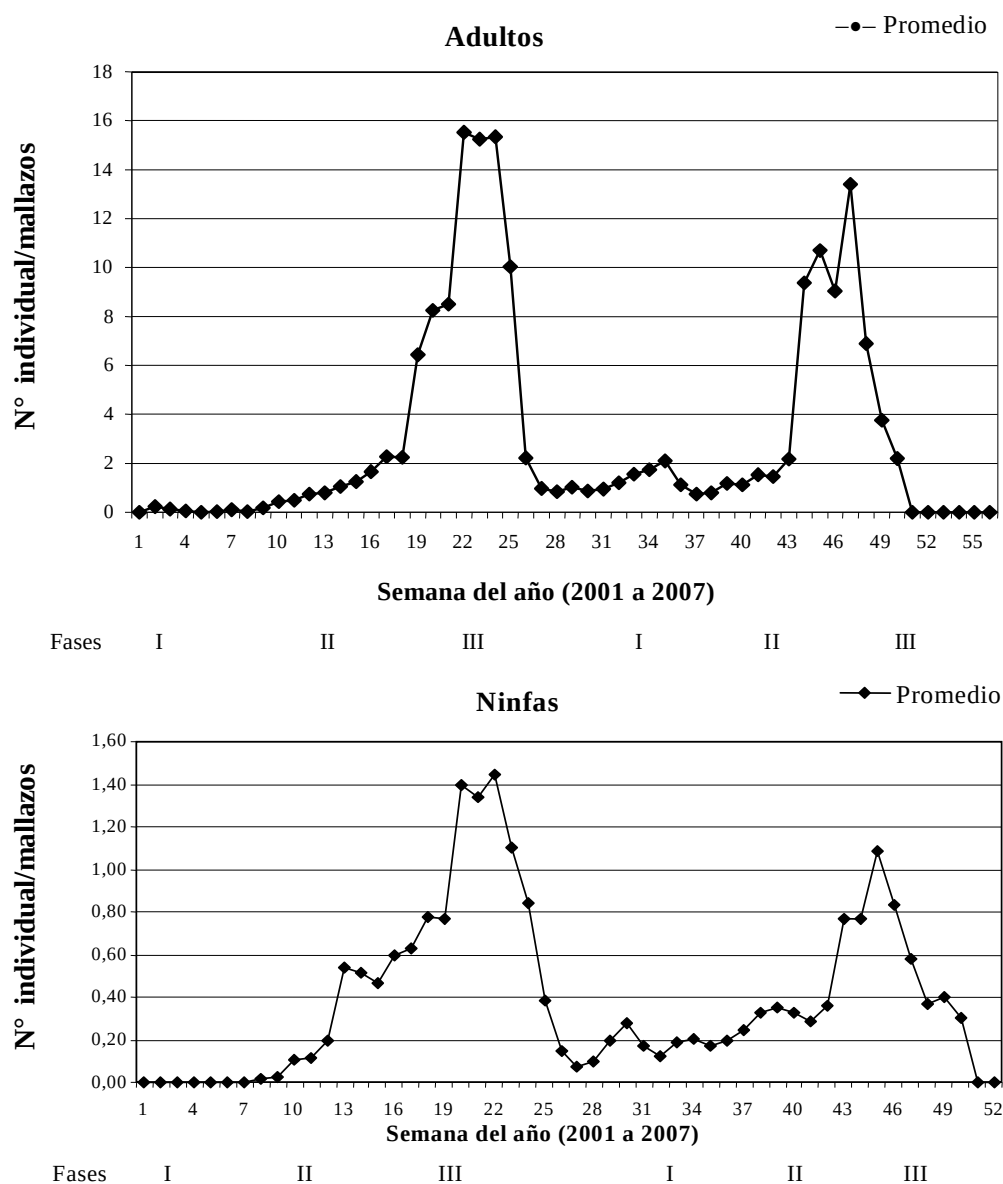


FIGURA 2. Fluctuación poblacional de adultos y ninfas del chinche vaneadora en Calabozo, estado Guárico. Años 2001 a 2007.

Los picos coinciden con la fase de maduración del arroz, cabe decir, que el segundo pico se presentó en un solo año (2002) y se debió porque presentaron condiciones ambientales propicias para el desarrollo del insecto.

Todo lo contrario ocurrió en la época de sequía debido a que las poblaciones fueron mucho más bajas. Estos resultados concuerdan con los de Aponte (1990), Aponte *et al.* (1992) y Vivas (1997b) en los estados Portuguesa y Guárico, respectivamente y por la Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe (1991), en Cuba.

Por el contrario, Daza (1991) encontró que dentro de las especies de *Oebalus* (*O. insularis* y *O. ornata*) colectadas en el Valle del Cauca en Colombia, las poblaciones se incrementan durante la época seca (enero a marzo) tanto en Jamundí como en Ginebra.

Estudios realizados en Cuba sobre dinámica poblacional demuestran que desde abril hasta diciembre hay alta incidencia del chinche vaneadora, encontrándose las mayores densidades desde mayo a noviembre, cuando las temperaturas medias oscilan entre los 25,2 y 27,7°C.

Estos datos coinciden con lo obtenido en este trabajo en el cual se consiguieron las mayores poblaciones entre los meses de mayo a junio en un primer pico y entre el mes de octubre y finales del mes de noviembre en el segundo; con temperaturas promedio entre los 26,3 a 27,7°C y humedad relativa entre 73,1 y 81,5%.

Al parecer, las temperaturas medias superiores a 28°C y humedad relativa por debajo del 70% registradas en el período seco (noviembre a abril) pudieran obstaculizar la multiplicación del insecto.

Como resultado de estas informaciones se puede afirmar que la densidad poblacional del chinche vaneadora se encuentra relacionada con la fase de crecimiento del cultivo, ya que los máximos picos tanto de adultos como de ninfas fueron observados durante la fase de maduración.

Esto concuerda con lo reportado por Daza (1991) en Colombia, Gómez y Meneses (1985) y la Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe, 1991) en Cuba y Aponte (1990); Aponte *et al.* (1992) para Venezuela.

Por otro lado, Daza (1991) encontró que *O. ornatus* representó el 90% de las especies colectadas en el Valle del Cauca, mientras que Gómez y Meneses (1985) demostraron que la especie predominante dentro de los pentatómidos colectados en el arroz en Cuba corres-

pondió al chinche vaneadora con más del 92%. Así mismo, lo señalan como la especie más abundante de los artrópodos plaga que afectan al grano de arroz en Cuba, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo para la zona de Calabozo, estado Guárico.

CONCLUSIONES

- En el estudio de la fluctuación poblacional del chinche vaneadora empleando el muestreo con la malla entomológica, las poblaciones se incrementaron y lograron un pico durante la época de lluvias (mayo y octubre) en el S.R.R.G.
- Las mayores poblaciones se encontraron entre las semanas 19 a 25 del año, cuando las temperaturas medias se encuentran entre los 26 a 27°C y la humedad relativa cercana al 74%.
- Durante la época de sequía, se presentaron en poblaciones muy bajas posiblemente debido al efecto de las altas temperaturas y baja humedad relativa.
- La fluctuación poblacional estuvo relacionada con las fases de crecimiento del cultivo.
- La mayor cantidad de individuos del chinche vaneadora en distintas variedades de arroz ocurrió durante la fase maduración y en mucho menor proporción durante la fase vegetativa.
- No se observaron diferencias significativas en relación a las poblaciones y el daño del chinche con las 6 variedades de arroz estudiadas.

AGRADECIMIENTO

A los técnicos Freddy Godoy, Henry González y demás personal del INIA Guárico, Calabozo, por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M., R. Vargas y A. Montaldo. 1990. El arroz en Venezuela. Rev. Fac. Agron. Maracay. UCV. Facultad de agronomía, comisión de información, documentación y publicaciones. Alcance N° 39. 263 p.
- Aponte, O. 1989. Manejo integrado de plagas en arroz. Estación Experimental Portuguesa. (Manual). 38 p.

- Aponte, O. 1990. Manejo integrado de plagas en arroz. Maracay, Venezuela. FONAIAP, Estación Experimental Portuguesa. Serie B Nº 13. 36 p.
- Aponte, O., L. Vivas, L. Escalona, L. M. Ramírez y F. P. Freitez. 1992. Manejo integrado de artrópodos plaga en el cultivo de arroz en Venezuela. Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de arroz. CIAT - BID - FONAIAP - APROSELLO - APROSELLAC - UNELLEZ. 144 p.
- Aponte, O., L. Vivas, L. Escalona y P. Castillo. 1997. Manejo integrado de artrópodos plaga en arroz. Unidad de Aprendizaje para la Capacitación Tecnológica en la producción de arroz. FONAIAP-FUNDARROZ-UCV -IUTEP. Acarigua, Venezuela. 59 p.
- Blanco, E. D., L. Luciani y H. González. 1973. Control químico de *Sogata Sogatodes orizicola* en el Sistema de Riego Río Guárico. Boletín Estación Experimental de Calabozo 1(1):17-20.
- Blanco, E. D. y H. González. 1974. Algunas medidas del combate de *Sogata Sogatodes orizicola* (Homoptera: Delphacidae) en arroz, en la zona de Calabozo. Boletín Estación Experimental de Calabozo 1(2):10-13.
- Bruner, S. C., L. C. Scaramuzza y A. R. Otero. 1945. Familia Pentatomidae. Catálogo de la fauna de Cuba - XVIII. Academia de Ciencias de Cuba. 47 p.
- Cabello, A. 1966. "Plaga de arroz". Enfermedades y plagas. Editora Pedagógica. La Habana, Cuba. 336-350 pp.
- Castillo, P. 1978. Informe anual de la sección de Entomología. FONAIAP, Acarigua, Portuguesa. 25 p.
- Cermelli, M., E. García y M. Gamboa. 1995. *Stenchaetothrips biformis* (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae) nueva plaga del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Bol. Entomol. Venez. 10(2):209-210.
- Cheaney, R. L. y P. R. Jennings. 1975. Problemas en cultivos de arroz en América Latina. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura Tropical. 30-34 pp.
- Chacín, F. L. 1999. Avances recientes en el diseño y análisis de experimentos. U.C.V. Facultad de agronomía. Maracay – Venezuela. 257 p.
- Daza, C. E. 1991. Biología, daño y enemigos naturales de hemípteros pentatómidos presentes en el cultivo de arroz con riego. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia. 65 p.
- De Galvis, Y. C., J. González y J. Reyes. 1982. Descripción y daño de los insectos que atacan el arroz en América Latina. Guía de estudio. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 36 p.
- FAOSTAT. 2006. PROSTAT (en línea). Roma, IT, FAO. Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp//p_df/postertransgenico.pdf. Fecha de consulta: 13-04-2008.
- Fedearroz. 1983. Insectos y ácaros plaga y su control en el cultivo de arroz en América latina. Edición: Centro de información Fedearroz. Impresión: Litografía Arco Bogotá, Colombia. 60 p.
- Fonaiap. 1981. El cultivo del arroz. Fondo Nacional de investigaciones agropecuarias. Centro de investigaciones agropecuarias región Centro Occidental. Estación experimental Araure. Primera edición. Publicación técnico divulgativo, Nº 7. 100 p.
- Fonaiap. 1992. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 21 p.
- Fonaiap. 1995. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 62 p.
- Fonaiap (INIA). 2000. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 89 p.
- Fonaiap (INIA). 2001. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 84 p.
- Fonaiap (INIA). 2002. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 65 p.
- Fonaiap (INIA). 2003. Informe anual de la sección de Entomología. Estación Experimental Guárico. Calabozo, Guárico. 64 p.

- Foster, R. E., R. H. Cherry and D. B. Jones. 1989. Spatial Distribution of the rice stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Florida rice. *J. Econ. Entomol.* 82(2):507-509.
- Franqui, R. A. 1987. Bionomics of Stinks Bugs affecting rice fields in Puerto Rico. Puerto Rico. Thesis (Magister Scientiae). University of Puerto Rico, Mayaguez. 59 p.
- Gómez, J. y R. Meneses. 1980. Dinámica poblacional de *Oebalus insularis* (Stal.), (Hemiptera: Pentatomidae) en la zona arrocería de Sancti Spiritus, Cuba. *Centro Agrícola*. 41-47 pp.
- Gómez, J. y R. C. Meneses. 1985 Biología de *Oebalus insularis*, (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Echinochloa colonum*. **In:** Ciencia Técnica Agrícola: Arroz. Vol. 8, N° 2.
- González, J., O. Arregoces, R. Hernández y O. Parada. 1983. Insectos y ácaros plagas y su control en el cultivo de arroz en América Latina. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Arroceros. 50-54.
- Grist, D. H. and R. J. A. Lever. 1969. Pest of rice. London: Longmans. 185-187 pp.
- Guharay, F. 2002. Biología, daño y manejo de *Oebalus insularis*, la chinche de la espiga del arroz. *Revista Manejo Integrado de plagas. Hoja técnica, publicaciones periódicas. CATIE, Costa Rica*. 51 p.
- Gutiérrez, A., R. Meneses, E. Arias, A. García y A. Hernández. 1987. Estimación de las poblaciones de *Oebalus insularis* en el cultivo del arroz. *Ciencia Técnica Agrícola: Arroz*. 10(1):43-53.
- Gutiérrez, A., R. Meneses, A. Arias, A. Hernández y M. Amador. 1991. La chinche del arroz en Cuba. Arroz en las Américas. *Boletín del Programa Arroz del CIAT. CIAT-Cali-Colombia*. 12(2):2-4.
- Hernández, M. R y O. Parada. 1984. Biología, hábitos y hospederos alternantes de la chinche negra del arroz *Euschistus* sp. *Arroz (Colombia)*. 33(332):4-11.
- Jones, D. B and R. H. Cherry. 1986. Species composition and seasonal abundance of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Sourther Florida Rice. *J. Econ. Entomol.* 79(5):1 226-1 229.
- King, A. B. S y J. L. Saunders. 1984. The invertebrate pest of annual food crops in Central America. Londres: Overseas Development Administration. 121-124 pp.
- Link, D. e J. Grazia. 1987. Pentatomídeos da reião central do rio Grande do Sul. *Anais de Sociedade Entomológica do Brasil*. 16(1):115-128.
- Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). 1996a. Dirección de producción. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario (UEDAS). Caracas. (Informe técnico). 3 p.
- Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). 1996b. División de planificación. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario UEDA-Guárico. (Informe técnico). 2 p.
- Meneses, R., A. García y A. Bisco. 1987. Estudio de la biología de *Oebalus insularis* sobre plantas de arroz. *Agrotecnia de Cuba*. 14(1):13-17.
- Meneses, R. C., A. Y. Gutiérrez; A. R. García, G. P. Antigua y J. S. Gómez. 1995. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Instituto de Investigaciones del arroz. Estación Experimental del Arroz "Sur del Jibaro". Cuba. 26 p.
- Meneses, R. C., A. Y. Gutiérrez, A. R. García, G. P. Antigua, J. S. Gómez, F. Y. Correa-Victoria y L. Calvert. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. CIAT, IIA-Cuba, FLAR. Publicación del Fondo Latinoamericano para arroz de riego (FLAR). Cuarta edición revisada y ampliada. Cali, Colombia. 76 p.
- Organization of United Nations for Agriculture and the Feeding (FAO).1995. Production yearbook. Roma. Italia. 30 p.
- Organización de Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO).1998. Base de datos estadísticos. Hoja de balance de alimentos. Roma. Italia. 20 p.
- Pantoja, A., A. Fischer, F. Correa-Victoria, L. R. Sanint y A. Ramírez. 1997. MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas; Artrópodos, enfermedades y malezas. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Publicación CIAT N° 292). 141 p.
- Pérez, A. T. 1999. Sistema agroalimentario del arroz. Nivel 1-5. Las relaciones con la economía internacional. Informe final. Ministerio de Agricultura y Cría – IICA. Barquisimeto, Venezuela. 181 p.

- Portal, F. D. C., D. Castillo y H. Pampin. 1978. Algunas observaciones sobre *Solubea insularis* (chinche) y sus efectos sobre el grano de arroz. *Ciencia y Técnica de la Agricultura*. 1(2):75-76.
- Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe. 1991. Mesa redonda sobre protección vegetal. Editor: Jorge Armenta Soto y Manuel Castillo. Cooperación: CIAT-CIDA-IRRI-IICA-SEA-UNDP, Imprenta el Heraldito. Santo Domingo, República Dominicana. Tiraje 350. Santa Clara, Cuba. 107 p.
- Ruelas, H. y J. Carrillo. 1978. Parasitismo natural causado por *Telenomus* sp. Sobre la chinche café del arroz, *Oebalus insularis* (Stal.) en Campeche. *Agricultura técnica de México*. 4(2):137-141.
- Salas, I. D. 1991. Arroz en Venezuela: Avanza el plan colaborativo de investigación. CIAT-Colombia. *Arroz en las Américas*. 12(1):2-4.
- Salas, I. D. 1994. Informe del consejo consultivo nacional del Arroz. Acarigua, Portuguesa. (Mimeografiado). 10 p.
- Sánchez, C.E. 1995. El arroz, estrategia agrícola y alimentaria en Venezuela. III Taller nacional sobre la importancia del arroz. IUT – Los llanos. Calabozo. Editorial Corprensa. 275 p.
- SAS Institute INC. 1985. Guide for personal computers. Sexta edición. Cary, North Caroline. 378 p.
- Smith, C. M. 1978. Rice insect pests of the Southern United States. Rice insect symposium. Annual meeting. Entomological Society of America. 5 p.
- STATITIC. 1990. Paquete computacional. Analytical Software. All Rights Reserved. Segunda edición. 100 p.
- Stell, R. G y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. McGraw-Hill. Segunda edición. Colombia. 622 p.
- Swanson, M. C. and L. D. Newson. 1962. Effect of infestation by the rice stink bug, *Oebalus pugnax*, on yield and quality in rice. *Journal of econ. Entomol.* 55(6):877-879.
- Tascón, E. y D. García. 1985. Arroz: Investigación y Producción. CIAT, Cali, Colombia. 696 p.
- Viator, H. P., A. Pantoja and C. M. Smith. 1983. Damage to wheat seed quality and yield by the rice stink bug and southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Econ. Entomol.* 76(6):1 410-1 413.
- Vivas, L. E. 1992. FONAIAP investiga insectos plaga en el Sistema de Riego Río Guárico. CIAT-Colombia. *Rev. Arroz de las Américas*. 13(2):11-12.
- Vivas, L. E. 1997a. Dinámica poblacional de la sogata del arroz *Tagosodes orizicolus* (Homoptera : Delphacidae) en el Guárico Occidental. Tesis de maestría. Facultad de agronomía. U.C.V. Maracay, Aragua. 147 p.
- Vivas, L. E. 1997b. El chinche vaneador del arroz *Oebalus ypsilongriseus* (Degeer) (Hemiptera: Pentatomidae) en Venezuela. Publicado por Fundacite (Aragua), Dirección internet: . <http://www.plagas-agricolas.info.ve/>. 4 p. Fecha de consulta: 20-05-2007.
- Vivas, L. E. 1999. Manejo de insectos plagas en Calabozo. *Boletín Resiembra*. Concepto Milenium. Calabozo, Guárico. 1(2):5.
- Vivas, L. E. 2002. Manual de insectos plagas de arroz. INIA-SINGENTA. Maracay-Venezuela. Diseño y diagramación: Comunicación gráfica C.A (Maracay, estado Aragua). Primera edición. 30 p.
- Vivas, L. E y S. Clavijo. 2000. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homoptera : Delphacidae) en el sistema de riego Río Guárico, Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.* 15(2):217-227.
- Vivas, L. E., M. Cermeli y F. Godoy. 2005. Primera cita de *Trigonotylus tenuis* Reuter, 1893 (Hemiptera, Miridae) causando daños en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Entomotrópica*. 20(2):125-126.
- Vivas, L. E., L. Lugo, M. Acevedo y S. Clavijo. 2002. Determinación de la preferencia de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homoptera: Delphacidae) sobre variedades de arroz, Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Investigación Agrícola*. 7:5. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen7/art5/index.html>. Fecha de consulta: 13 de febrero de 2008.

Weber, G. 1989. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo de arroz: Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 69 p.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y COMBINADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA PAPA VARIEDAD GRANOLA

EFFECT OF THE FERTILIZATION CHEMICAL, ORGANIC AND COMBINED ON THE YIELD OF VARIETY GRANOLA

Karen Arias* y Olga Arnaude de Chacón*

* Profesores. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Departamento de Agronomía. Decanato de Docencia y Decanato de Investigación, respectivamente. Estado Táchira. Venezuela. E-mail: kariass@unet.edu.ve, oarana@unet.edu.ve

RESUMEN

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., demanda un alto uso de insumos agrícolas entre los que destacan los fertilizantes químicos (FQ) y enmiendas orgánicas (EO), las cuales alcanzan en muchos casos un alto porcentaje en los costos de producción, por lo que se hace necesario buscar estrategias de manejo que disminuya el valor de la fertilización. En la Aldea Pernía, municipio Vargas del estado Táchira, se condujo un experimento en papa, variedad Granola a 1 900 m.s.n.m., precipitación promedio de 900 mm, temperatura entre 12 y 17°C, zona de vida (B-h-p) según Holdridge, suelo Fa, Orthends, donde se evaluaron dos manejos de fertilización, cinco tipos de FQ: Testigo con cero aplicación; NPK; NPK + Mg; NPK + Mg+B y NPK+B a tres niveles de fertilización orgánica (FO): 0; 5 y 10 t.ha⁻¹ de gallinaza (abono orgánico; AO) con tres repeticiones. Se determinó el efecto de la FQ, EO y combinada sobre el rendimiento de esta variedad. Los resultados indican que el mayor se obtuvo en el tratamiento NPK+Mg (38,39 t.ha⁻¹) seguido del NPK+B (36 t.ha⁻¹) con el nivel 5 t.ha⁻¹ de la AO (P≤0,01). No hubo diferencias significativas (P≤0,01) al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ (34,77 y 36,10 t.ha⁻¹, respectivamente). Sin embargo, este nivel de 0 t.ha⁻¹ es menor 22,55 t.ha⁻¹. El mejor resultado se encontró cuando se aplica el FQ y la EO al momento de la siembra.

Palabras Clave: *Solanum tuberosum* L.; gallinaza; fertilización química.

SUMMARY

In Venezuela, the production of potato, *Solanum tuberosum* L., normally requires the applications of great amount of mineral fertilizers (OF), and organic amendments (OA) which represent an important part of the production costs of this crop. So it is necessary to develop strategies to decrease its use. We carried out an experiment in the town of Pernia, Vargas county in Tachira State, to evaluate the response of potato (variety Granola) to the application of 5 treatment of chemical fertilization (test without fertilizer; NPK, NPK+Mg; NPK+Mg+B and NPK+B) and 3 levels of organic fertilization (0, 5 and 10 t.ha⁻¹ of chicken manure), with 3 repetitions for each combination. The experimental site is located at 1 900 masl, with a mean annual precipitation of 900 mm, and air temperature between 12 and 17 °C. The soil is classified as Orthends. The results showed that the greatest yield was found with the application of NPK+Mg (38.39 t.ha⁻¹), followed by the treatment of NPK+B (35.90 t.ha⁻¹) and 5 t.ha⁻¹ of chicken manure (P≤0,01). The split of the organic and mineral fertilizer doses does not improve the yield of potato, when compared against the application of the whole dose of fertilizer at the sowing time. Also, there were not significant differences in the potato yield when it was fertilized with five and 10 t of chicken manure (34.77 y 36.10 t.ha⁻¹, respectively), however at the level of 0 t.ha⁻¹ of chicken manure the yield is smaller 22.55 t.ha⁻¹. When placing the chemical fertilizer and the organic amendment were splitted, yield not different from the whole dose application at the time of seedtime.

Key Words: *Solanum tuberosum* L.; chicken manure; chemical fertilization.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., se ubica entre los cinco cultivos más importantes en el ámbito mundial, después del trigo, el arroz y el maíz (Hooker, 1986; y Ross, 1986). La producción mundial alcanzó 323 millones de toneladas en el 2005, siendo China el primer productor, seguido por la Federación Rusa, India, Ucrania, Estados Unidos y Alemania (FAO, 2008).

Venezuela ocupa el octavo lugar por producción total de papa y el noveno por su valor económico. En el estado Táchira, municipio Vargas, ocupa la segunda posición después del municipio Jáuregui. La productividad promedio en el estado, oscila entre 6 a 14 t.ha⁻¹ en comparación con rendimientos de 10 a 70 t.ha⁻¹, reportados en otros países. Los suelos de la región andina donde se desarrolla la producción de papa, se caracterizan por tener una baja fertilidad natural, la cual no satisface los requerimientos que se traduzcan en altos rendimientos (Solórzano, 2001).

De allí, que la fertilización o abonamiento de este cultivo constituye un factor vital de manejo, orientado a obtener una adecuada nutrición como fundamento para alcanzar la máxima producción por unidad de superficie.

Las altas producciones por unidad de superficie en el cultivo de papa implican altas extracciones de nutrientes; las cuales dependen de varios factores, tales como las exigencias de la variedad, régimen de humedad, temperatura, producción y manejo del cultivo (Comerma y Paredes, 1978; Solórzano, 2001).

En cuanto a los requerimientos en elementos menores (Alvarado y López, 1976), para una producción de 40 t.ha⁻¹, indican una extracción de 40 g de Mn, 60 g de B, 40 g de Cu y 6 g de Mn, en términos de hectárea cultivada. Yorinori (2003) señala que en campo la acumulación de nitrógeno, este cultivo alcanza niveles entre 180,58 a 287,25 mg.planta⁻¹ en hojas y 2 933,54 mg.planta⁻¹ en tubérculos.

Así mismo, Añez y Pereyra (1974) estudiaron el efecto de la fertilización orgánica (FO) en el cultivo de papa y concluyeron que en las dosis de abono orgánico (AO; gallinaza), las que tuvieron mejores rendimientos fueron de 20 m³.ha⁻¹ cuando dicha FO se acompañó de una buena fertilización química (FQ) a 500 kg.ha⁻¹, con fosfato de amonio y urea en la relación 2:1 y que la aplicación de materia orgánica (MO) sola, aún en altas

dosis, no son suficientes para la obtención de altos rendimientos. Por su parte, Brito *et al.* (1977) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de la misma, al combinar dos dosis de cal: cal 0 y 1,5 t.ha⁻¹, tres de AO de bovino: 0, 6 y 12 t.ha⁻¹ y cuatro niveles de fósforo: 0, 75, 150 y 225 kg.P.ha⁻¹, al realizar aplicaciones de nitrógeno y potasio fijas e iguales a 100 kg.ha⁻¹ de cada uno.

Igualmente, Grandet y Lora (1978) señalan que la demanda de fósforo en el cultivo de la papa se incrementa a partir de los 30 d, pero debido a procesos de fijación, al fraccionar el fósforo se puede conseguir una mayor eficiencia. Por otra parte, Herrera y Herrera (2000) sostienen que la aplicación de nitrógeno por encima de 200 y 180 kg.ha⁻¹ no aumentan los rendimientos en suelos ferralíticos de la región Ciego de Ávila en la Habana, Cuba.

Al respecto, Ramírez *et al.* (2004) sostienen que la fertilización nitrogenada a las dosis 100 y 150 k.ha⁻¹ de N produce mayor tuberización y rendimiento general en el cultivo. Así mismo, Acuña *et al.* (2001) encontraron incremento en el rendimiento de dos variedades (Tollocan y Mexiquense) cuando aplicaron cal a 0,2 y 4 t.ha⁻¹ combinada con superfosfato de calcio simple o triple a 0, 200 y 400 kg.ha⁻¹ P₂O₅ en un suelo Andosol de la Sierra Veracruzana.

Del mismo modo, Lora (1978) afirma que al aumentar la aplicación de la AO por encima de 10 t.ha⁻¹ disminuyen los rendimientos en la variedad de papa Capiro R-12. Según Buchanan (1993), indica que al utilizar compost de pollinaza se produce un incremento, observándose un efecto residual. Ensayos realizados en Antioquia revelan que la AO seca y bien pulverizada aplicada sola o mezclada con FQ (N,P,K) la producción dio excelentes resultados (Munevar y Wollum 1983; Muñoz, 1985).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la FQ, FO y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola en la Aldea Pernía, municipio Vargas del estado Táchira.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una finca del Caserío Cuchilla de Guayana de la Aldea Pernía, ubicada al Noreste del municipio Vargas, aproximadamente 8 km del Cobre a

1 900 m.s.n.m., limita por el norte con la Aldea San Agustín, por el sur la Aldea Cerro Duque, al este el municipio Sucre y el oeste la Aldea Angostura. Precipitación promedio 900 mm, distribuidos en cuatro meses secos (enero, febrero, marzo, y agosto) y siete meses húmedos (abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre). La temperatura del área oscila entre 12 y 17°C. Según la clasificación de Holdridge (B h-P) bosque húmedo premontano. Suelos de textura media a gruesa poco profundos, pH 6,2, textura franco arenosa. Orthends, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR, 1986).

El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño de experimento factorial de 2x3x5, en un arreglo de parcelas subdivididas con dos formas de manejo de la parcela principal, tres niveles de MO y cinco de FQ como tratamientos en las subparcelas con tres repeticiones.

Los tratamientos fueron: **a.** Parcela principal: dos métodos de aplicación de la fertilización. Fertilización aplicada a toda a la siembra (ATS): sin fraccionar y fertilización aplicada de forma fraccionada (AFF), es decir, la mitad a la siembra y la otra mitad al aporque. **b.** Subparcelas: tres niveles de MO: 0 t.ha⁻¹, 5 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹ de la AO. **c.** Subparcelas: FQ. 0, NPK, NPK+Mg, NPK+B y NPK+Mg+B. Todo ello produce un total de 2x3x5x3 = 90 parcelas, cada una comprendió un área de 14 m² (5 m de largo x 2,80 m de ancho y dentro de éstas, cuatro hilos separados a 0,70 m cada uno).

Se cosecharon los dos hilos centrales dejando los externos como bordura y 0,50 m de cada lado, para lograr un largo efectivo de hilos centrales de 4 m. La AO se aplicó manualmente dirigida al fondo del surco, comprobándose que es la misma utilizada y comprada por el productor de la zona. El análisis de la AO se presenta en el Cuadro 1. El aporque se realizó al mes y medio de la siembra, momento que se aprovechó para hacer la AFF. El riego utilizado fue por aspersión. Al final del ciclo de crecimiento se cosecharon los dos hilos centrales, realizados en las 90 parcelas del ensayo, posteriormente se determinó el peso fresco de los tubérculos, permitiéndose obtener los rendimientos para cada tratamiento.

Los datos obtenidos se sometieron a estudios estadísticos, realizando análisis de varianza y prueba de Comparación de Medias LSD (método de la Mínima Diferencia Significativa), entre los diferentes tratamientos a través del programa SAS versión 8.0.

CUADRO 1. Análisis de la gallinaza.

Elemento	%
N total	2,66
P	1,60
K	2,79
Ca	8,50
Mg	8,90
S	0,61
B	0,50

Fuente: Laboratorio INIA-Aragua. 2002

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fertilidad del suelo

Es práctica común dentro del proceso de producción de la papa, en la zona de la Aldea Pernía, que los productores apliquen enmienda orgánica (EO), estiércol de pollo y de gallina sin realizar previamente análisis de suelo. Por lo general, tienden a hacer aplicaciones de fórmulas completas en una relación de un saco de abono de 50 kg por un saco de semilla de 60 kg, en otros casos emplean un saco de fórmula completa por dos de semilla. Sumado a esto, se aplica fertilizantes químicos (FQ) sin una verdadera conciencia de la contribución de los aportes de los estiércoles y su interacción con los FQ (Arias, 2002).

En el presente estudio el análisis químico del suelo (Cuadro 2) indica que el mismo es rico en los elementos P y K, medio en N, pobre en los elementos Mg, B y alto en Ca, de acuerdo a los valores señalados por Solórzano (2001) en el Cuadro 3. Basados en estos resultados, el ensayo se utilizó una fórmula completa para simular lo que el productor de la zona realiza, tomando en consideración los valores reflejados en el análisis de suelo.

En este ensayo se utilizó 500 kg.ha⁻¹ de la fórmula completa 12-12-17/2, aún cuando Solórzano (2001) recomienda en términos generales 1 000 kg.ha⁻¹ para el cultivo de la papa en la zona andina. De igual modo, se considera que aproximadamente para el establecimiento de 1 ha⁻¹ se siembran 35 sacos de semilla y el productor aplica 1 750 kg.ha⁻¹ de fertilizante, cuando la relación es de un saco de abono químico (AQ) por uno de semilla.

CUADRO 2. Resumen análisis químico del suelo antes de la siembra.

N %	Pmg kg ⁻¹	Kmg kg ⁻¹	Camg kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	Bmg mg.kg ⁻¹
0,287	291	1 030	9,18	0,35	<0,2

Fuente: Laboratorio de Suelos de EDAFOFINCA C.A. 2001.
Laboratorio Colombiano COLINAGRO 2000.

Abono aplicado todo a la siembra (ATS)

El rendimiento de la papa variedad Granola, en función de la aplicación de materia orgánica (MO) a tres niveles (0; 5 y 10 t.ha⁻¹), muestra un valor menor cuando la gallinaza (AO; abono orgánico) está al nivel de 0 t.ha⁻¹ (Figura 1), la cual se distingue ($P \leq 0,01$) de las dosis de 5 y 10 t.ha⁻¹, reflejando el efecto benéfico de relativo a éstas. Sin embargo, en los tratamientos 5 y 10 t.ha⁻¹ no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$), lo que parece indicar que la producción responde de igual forma a 5 ó 10 t.ha⁻¹.

Los rendimientos del cultivo con los tratamientos NPK y MO con 5 y 10 t.ha⁻¹ (Figura 2) se presentan similares a 34,76 y 35,65 t.ha⁻¹, sin desigualdades aparentes. Mientras que NPK + 0 t.ha⁻¹ muestran el menor rendimiento con 32,40 t.ha⁻¹.

Los resultados que muestra la Figura 3 refleja que los mejores rendimientos (38 y 36 t.ha⁻¹) se presentan con los tratamientos NPK+Mg con 5 y 10 t.ha⁻¹ de la AO, respectivamente. A pesar de que no hubo desigualdad ($P \leq 0,01$) cuando se aplicó 5 y 10 t.ha⁻¹, teniendo diferencias entre los tratamientos mencionados. NPK+Mg, 0 t.ha⁻¹, sugieren que la ausencia de la MO disminuye significativamente el rendimiento de la papa variedad Granola, además, los NPK+Mg son altamente satisfactorios.

En el tratamiento NPK+B y MO a tres niveles, los resultados sobre el rendimiento de esta variedad (29,83 t.ha⁻¹) muestran el menor valor para NPK+B a 0 t.ha⁻¹ de la AO (Figura 4). Por otra parte, señala que los mejores rendimientos (35,30 y 36,61 t.ha⁻¹) se presentan en los tratamientos NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($P \leq 0,01$) cuando se aplicaron NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹. Igualmente, en estos tratamientos y el NPK+B 0 t.ha⁻¹ sí hubo resultados significativos ($P \leq 0,01$).

La Figura 5, indica que el menor rendimiento (27,87 t.ha⁻¹) se presentó al aplicar 10 t.ha⁻¹ de AO con NPK+Mg+B, a diferencia del tratamiento donde se obtuvo el mayor valor con 5 t.ha⁻¹ (31,77 t.ha⁻¹). Mostrándose que no existió desacuerdo ($P \leq 0,01$) entre NPK+Mg+B, 0 t.ha⁻¹ y NPK+Mg+B 10 t.ha⁻¹.

CUADRO 3. Bases para la interpretación de análisis de suelos con fines de fertilidad.

Concepto	M. Bajo	Bajo	Medio	Alto	M. Alto
N %	< 0,05	0,05-0,2	0,2-0,3	0,3-0,8	> 0,8
P (olsen) mg.kg ⁻¹	< 3	3-12	12-18	18-30	> 30
K					
meq.100g ⁻¹	< 62	62-125	125-375	375-757	> 757
Ca					
meq.100g ⁻¹	< 0,28	0,28-1,66	1,66-6,99	6,91-13,45	> 13,54
Mg					
meq.100g ⁻¹	< 0,12	0,12-0,36	0,36-2,92	2,92-5,84	> 5,84
B					
mg.kg ⁻¹	< 0,1	0,2-0,41	-----	> 0,4	-----

Fuente: Solórzano (2001)

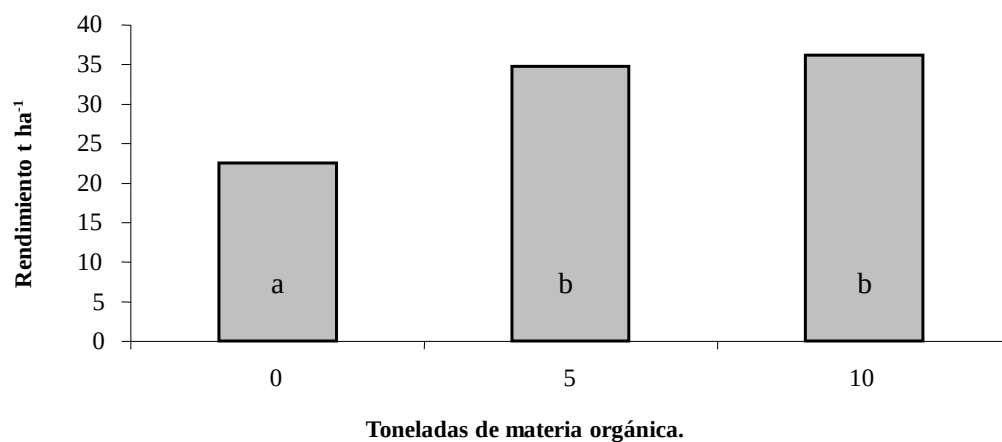


FIGURA 1. Efecto de la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren al 1%, según la prueba de Duncan.

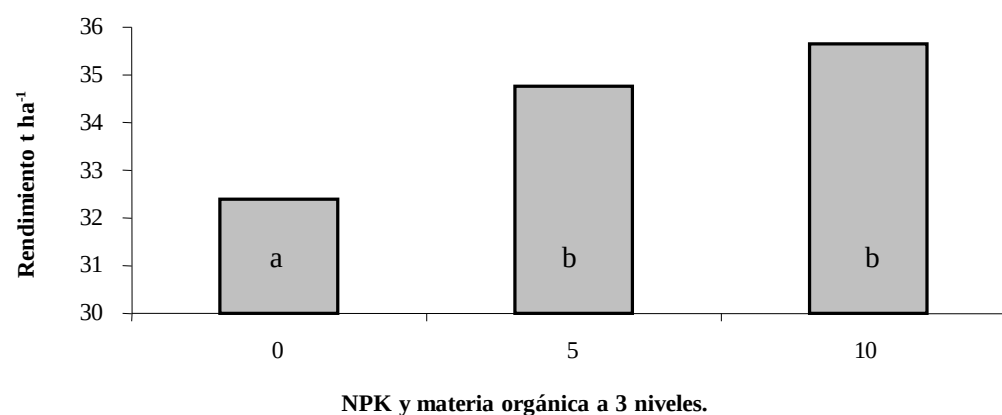


FIGURA 2. Efecto del NPK y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1%, según la prueba de Duncan.

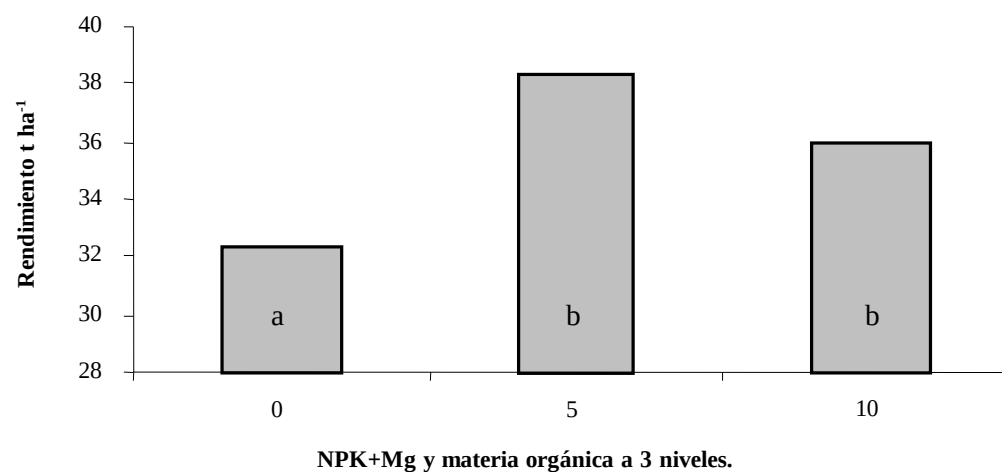


FIGURA 3. Efecto de NPK+ Mg y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

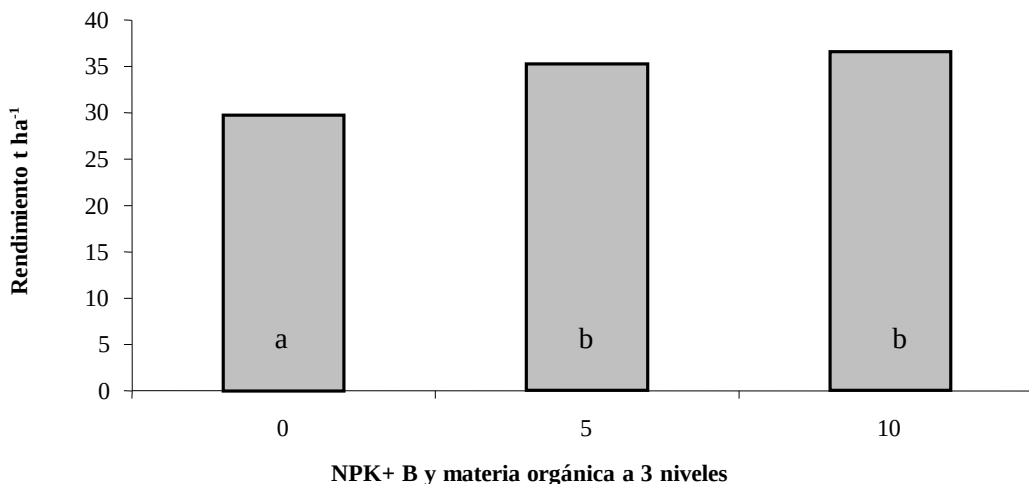


FIGURA 4. Efecto de NPK+ B y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

La mayor dosis de EO junto con FQ expresa los menores rendimientos al estar relacionado con lo señalado por Delgado *et al.* (2004a), que las prácticas de manejo como la fertilización nitrogenada afectan la absorción de otros nutrientes, tomando ésto en consideración, las bondades que ofrece la AO en N y otros elementos, también, del aporte con el FQ es posible que se esté creando un problema de exceso de nitrógeno en detrimento del cultivo.

Al respecto, Maier *et al.* (2000) reportan que la asimilación del ión Mg^{+2} se ve afectada por excesivo NH_4^{+} y

cantidades altas de P obstaculizan la absorción. Igualmente, Hooker (1986) expresa que el exceso de nitrógeno produce incrementos de follaje, en detrimento de la formación de tubérculos en el cultivo de la papa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el manejo del abono aplicado a toda la siembra (ATS), se puede concluir que las plantas de esta variedad disminuye su rendimiento cuando no se utiliza la AO. En cuanto a la aplicación de 5 y 10 t.ha⁻¹ de la AO, se incrementó presentando disparidad con respecto al tratamiento sin la AO.

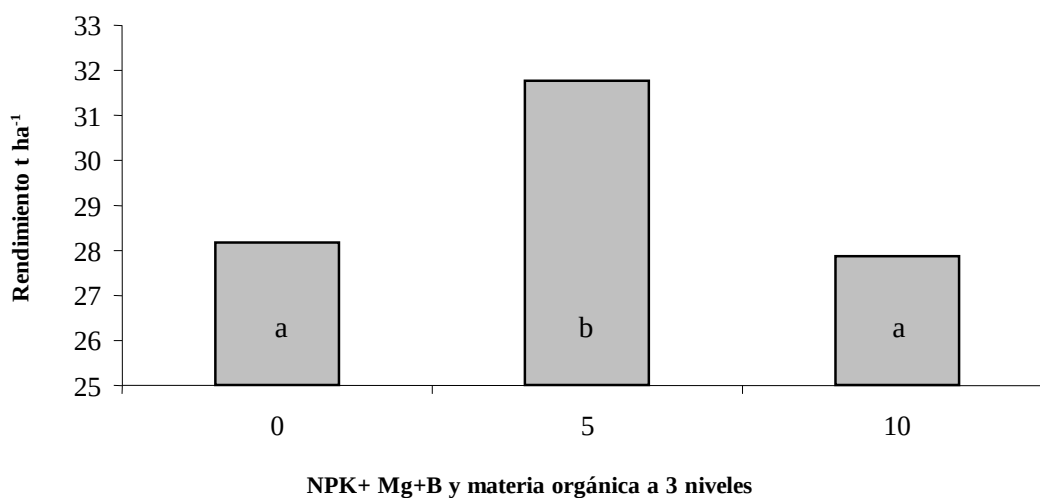


FIGURA 5. Efecto de NPK+ Mg+B y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

De este modo, al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ los efectos fueron muy parecidos (no hubo diferencias significativas). Las consecuencias corroboran lo señalado por Buchanan (1993), Munevar y Wollum (1983), Muñoz (1985), que al usar compost de pollinaza crece la producción.

Abono aplicado de forma fraccionada (AFF)

En la Figura 6 se observa que el rendimiento disminuyó al nivel más bajo de la AO. Las dosis de 5 y 10 t.ha⁻¹ mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$) respecto al tratamiento testigo (0 t.ha⁻¹). No obstante, para 5 y 10 t.ha⁻¹ no hubo disparidad ($P \leq 0,01$), lo cual, sugieren que la papa responde de igual forma, así se aplique 5 ó 10 t.ha⁻¹. Además, al fraccionar la aplicación de la AO no influyó en el incremento del rendimiento de la variedad Granola.

La Figura 7 representa el efecto del NPK junto con la MO a tres niveles sobre el rendimiento de la variedad, observándose que el menor valor (29,55 t.ha⁻¹) se obtuvo cuando se aplicó NPK con 0 t.ha⁻¹ y los mejores (40,29 y 32,69 t.ha⁻¹) con los tratamientos NPK 5 t.ha⁻¹ y NPK 10 t.ha⁻¹ de la AO, respectivamente, en donde hubo datos significativos.

Los resultados generados en la Figura 8 señalan un menor rendimiento (28,54 t.ha⁻¹) al aplicar NPK+Mg, con 0 t.ha⁻¹ de la AO. De la misma manera, se observó mayor beneficio con los tratamientos NPK+Mg con 5 y 10 t.ha⁻¹, respectivamente, sin presentar diferencias

($P \leq 0,01$) cuando se aplicó 5 y 10 t.ha⁻¹, mostrándose desiguales entre estos tratamientos y 0 t.ha⁻¹ con NPK+Mg, lo cual indica que la ausencia de la MO disminuye considerablemente su rendimiento. Además, los tratamientos NPK+Mg son altamente satisfactorios cuando en el programa de fertilización mineral se incluye Mg. Esto concuerda con García y Viveros (1994), quienes encontraron efectos positivos a la adición de magnesio en el cultivo de la papa.

El efecto NPK+B a tres niveles de la MO sobre esta variedad muestra que los mejores rendimientos se presentan al aplicar NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹ de AO, respectivamente (Figura 9). Así mismo, no hubo diferencias ($P \leq 0,01$) cuando se aplicó NPK+B 5 y NPK+B 10 t.ha⁻¹, mientras que entre éstos y el tratamiento NPK+B con 0 t.ha⁻¹ de AO hubo resultados significativos ($P \leq 0,01$), presentándose un menor rendimiento con los tratamientos NPK+B, 0 t.ha⁻¹ de AO.

La Figura 10, señala el efecto de la aplicación del NPK+Mg+B a tres niveles de la MO, advirtiendo el menor rendimiento (29,25 t.ha⁻¹) en los tratamientos NPK+ Mg+B, 0 t.ha⁻¹ y el mejor beneficio (34,77 t.ha⁻¹) con NPK+Mg+B, 5 t.ha⁻¹ de la AO.

En general, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre las dos formas de manejo, los resultados agronómicos indican que al aplicar simultáneamente AQ y la EO, ATS se produce rendimientos superiores a los obtenidos con AFF.

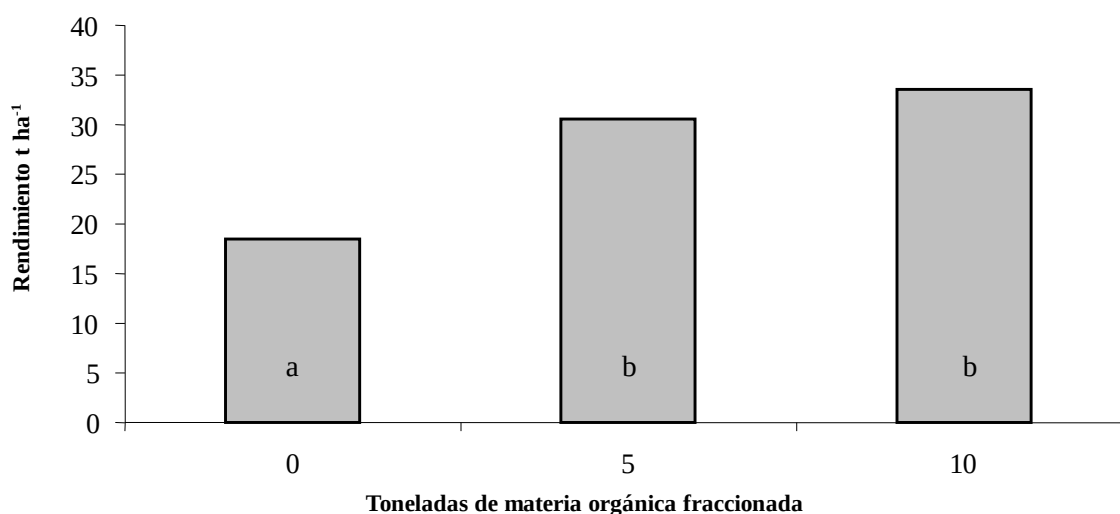


FIGURA 6. Efecto de la materia orgánica aplicada de forma fraccionada, a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

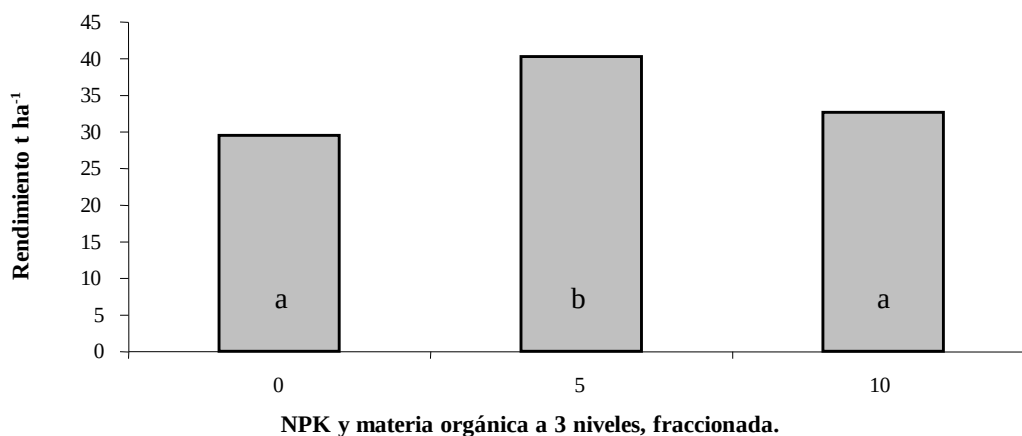


FIGURA 7. Efecto de NPK y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

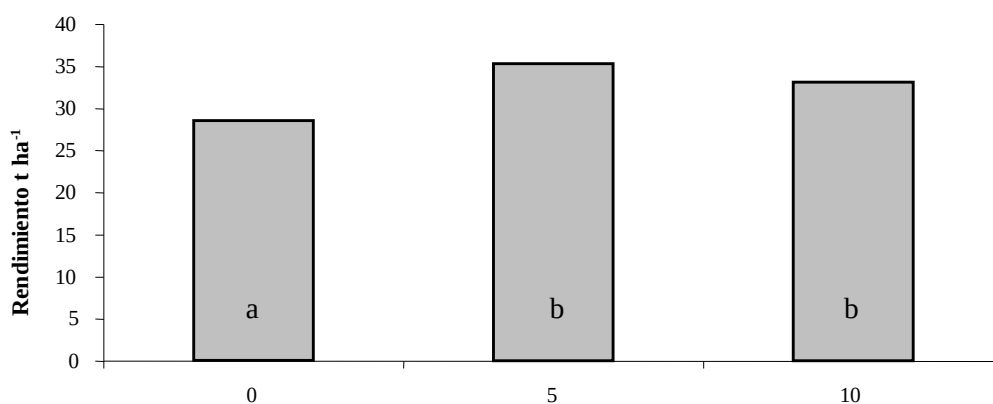


FIGURA 8. Efecto de NPK+Mg y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

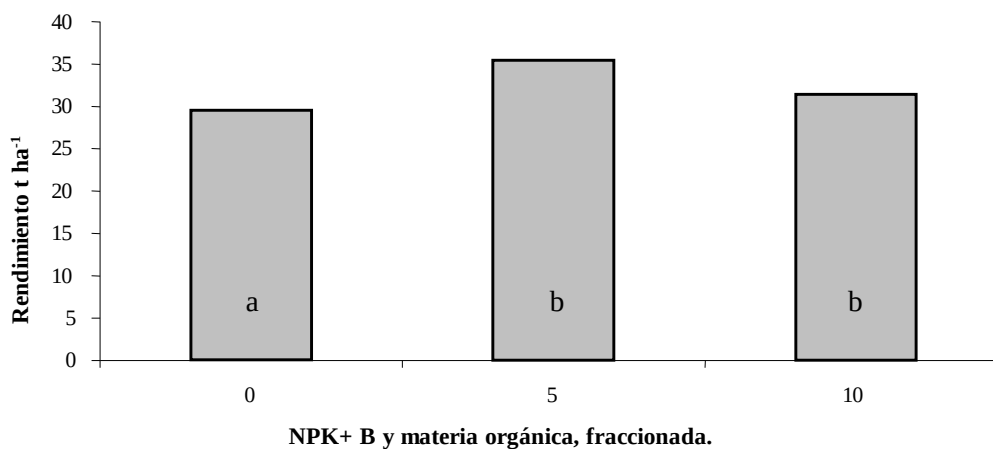


FIGURA 9. Efecto de NPK+B y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

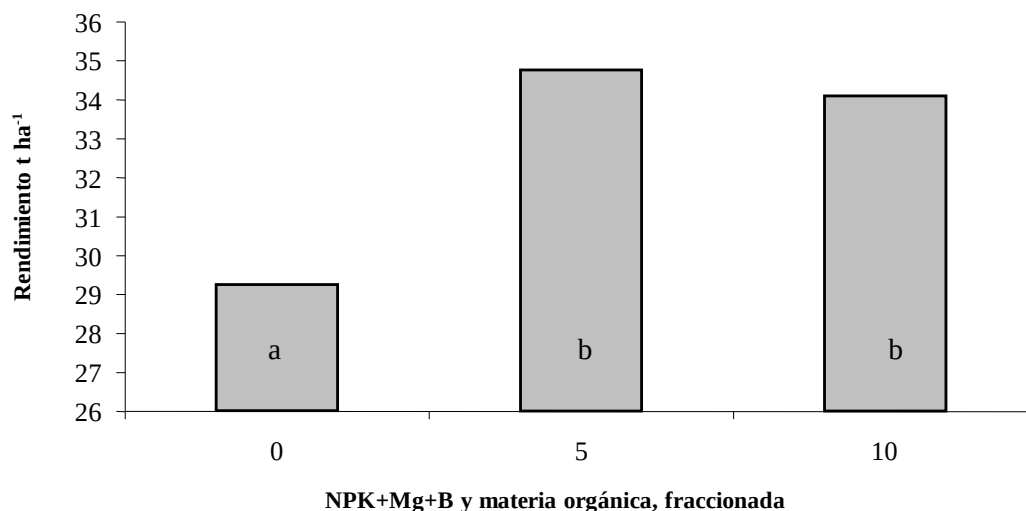


FIGURA 10. Efecto de NPK+Mg+B y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

Lo reportado concuerda con Giletto *et al.* (2003) quienes encontraron que la aplicación de fertilizante y el agregado tardío de nitrógeno durante el ciclo del cultivo produjo disminución en el rendimiento de los tubérculos de los cultivares Kennebec, Spunta y Asterix.

Por otra parte, Delgado *et al.* (2004b), descubrieron que la aplicación de toda la dosis de N a la siembra, mejora la utilización del N en el cultivo de maíz, aunque estos investigadores señalan que la producción y utilización del N puede ser afectada por el tipo y época de aplicación del fertilizante nitrogenado, el cultivo, condiciones climáticas y propiedades físico-químicas de los suelos.

CONCLUSIONES

- Se concluye que al aplicar el AQ y la EO, ATS, se obtienen resultados superiores, que al aplicar el AQ y la EO de forma fraccionada.
- Se obtienen resultados similares al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ con rendimientos superiores respecto a cuando no se aplica la AO.
- Los rendimientos fueron mayores cuando se aplicó NPK+Mg seguido del tratamiento NPK+B más 5 t.ha⁻¹ de la AO.
- En el cultivo bajo las condiciones agroecológicas donde se realizó el estudio, responde de manera eficiente a la aplicación de magnesio.

- El suelo sobre el cual se estableció el ensayo de fertilización en papa, es un suelo rico en elementos minerales, por lo tanto, bajo estas condiciones específicas de suelo, aplicando únicamente EO a 5 t.ha⁻¹ y fertilizante nitrogenado, el cultivo responde de forma positiva en cuanto a rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J., R. Morgado, R. Escobar y A. Gardezi. 2003. Encalado y fertilización fosfatada en el cultivo de papa en un Andosol de la Sierra Veracruzana. *TERRA Latinoamericana*. 21(3):417-426.
- Alvarado, L. y J. López. 1976. Densidades de población y dosis de fertilización en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Comalfi*. Colombia. 3(1-2):10-25.
- Añez, R. y J. Pereyra. 1974. Investigaciones Agrícolas. Aplicación de estiércol en papa (*Solanum tuberosum* L.). Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Mérida. Venezuela. 15 p.
- Arias, K. 2002. Evaluación de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa *Solanum tuberosum* L. var. Granola en la Aldea Pernía, municipio Vargas. Tesis de maestría. San Cristóbal, Ven. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Estado Táchira. 91 p.

- Brito, J., J. Alvarado y A. Norero. 1977. Fertilización de la papa (*Solanum tuberosum* L.). En suelo de la estación experimental de Mucuchies. *Agronomía Trop.* 27(2):207-223.
- Buchanan, M. 1993. Study examines efficient use of compost, cultivar Santa Cruz 11:9-11.
- Comerma, J. y R. Paredes. 1978. Principales limitaciones y potencial de las tierras en Venezuela. *Agronomía Trop.* 28(2):71-85.
- Delgado, R., M. Núñez y L. Velásquez. 2004a. Acumulación de materia seca, absorción de nitrógeno, fósforo y potasio por el en diferentes condiciones de manejo de la fertilización nitrogenada. *Agronomía Trop.* 54(4):371-389.
- Delgado, R., L. Velásquez y E. C. de Bisbal. 2004b. Época de aplicación y tipo de fertilizante nitrogenado sobre el patrón de acumulación de materia seca y nitrógeno del maíz en un Ultisol y un Mollisol de Venezuela. *Agronomía Trop.* 54(4):461-479.
- García, B. y M. Viveros. 1994. Disponibilidad de elementos menores en suelos del departamento de Nariño. *Revista de ciencias agrícolas* 12(1):32-45.
- Giletto, C., H. Echeverría y V. Sadras. 2003. Fertilización nitrogenada de cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) en el sudeste Bonaerense. *Ciencia del suelo* 21(2):44-51.
- Grandet, G. y R. Lora. 1978. Acumulación de materia seca y de varios nutrientes en tres variedades de papa, cultivadas en la serie mosquera del centro experimental. Tibaitatá. ICA. Bogotá. 98-103 pp.
- Herrera, A. y C. Herrera. 2000. La Fertilización de la Papa en suelos ferralíticos rojos de la Región de Ciego de Ávila. La Habana Cuba. **In:** Memorias XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa ALAP la Habana. Cuba. URL:<[http://www.inisav.cu/fitosanidad/2005/9\(4\)05.pdf](http://www.inisav.cu/fitosanidad/2005/9(4)05.pdf) [Consulta 10 de abril del 2010].
- Lora, S. 1978. Respuesta de los cultivos de clima frío a la aplicación con micro elementos. *Suelos Ecuatoriales (Colombia)*. 9(2):183-191.
- Maier, N. 1986. Potassium nutrition of irrigated potatoes in South Australia: II. Effect on chemical composition and the prediction of tuber yield response by plant analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26:727-736.
- Munevar, M. y A. Wollum. 1983. Factores físicos, químicos y biológicos que influyen en la mineralización de la materia orgánica en Andisoles. *Revista suelos ecuatoriales* 13(1):57-72.
- Muñoz, R. 1985. Fertilización y manejo de los suelos cultivados con papa en Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario. El cultivo de la papa. Medellín. 77-101 pp.
- Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005. Base de Datos Estadísticos: Agricultura. [en línea] dirección. URL:<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> [consulta: 10 de abril del 2010]
- Ramírez, O., A. Cabrera y J. Corbera. 2004. Fertilización nitrogenada de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Provincia de Holguín. Dosis óptima de nitrógeno. 25(2):75-80.
- Ross, H. 1986. Potato Breeding-Problems and Perspectives: Advances in plant Breeding, supplement to *Journal of Plant Breeding*. Parey, Berlin and Hamburg. 132 p.
- Solórzano, P. R. 2001. Manual para la fertilización de cultivos en Venezuela. Agroisleña C.A.
- Yorinori, G. 2003. Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultivar batata cv. "Atlantic". Tesis ESALQ, Universidad de Sao Paulo. Brasil. 66 p.

NOTAS TÉCNICAS

COMPOST DE CHAMPIÑONERA Y VERMICOMPOST COMO SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE PIMENTÓN

COMPOST OF CHAMPIÑONERA AND VERMICOMPOST LIKE SUBSTRATES FOR THE DEVELOPMENT OF PLANTULAS OF PIMENTON

Fraina Jiménez*, Argelia Escalona** e Ingrid Acevedo**

* Estudiante. Trabajo de pre-grado y ** Profesoras. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).
Decanato de Agronomía y Decanato de Ciencias Veterinarias, respectivamente. Barquisimeto, estado Lara.
E-mail: eargelia@ucla.edu.ve, ingridacevedo@ucla.edu.ve

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del compost de champiñonera (Co) y vermicompost (Ve) como sustratos para el desarrollo de plántulas de pimentón (PP), *Capsicum annuum* L., se realizó un ensayo ubicado en el vivero del Decanato de Agronomía, UCLA, Tarabana, dispuesto en un diseño de parcelas divididas con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron los siguientes sustratos: aserrín de coco (A), Ve, Co y sus combinaciones binarias en tres proporciones volumétricas (1:3, 1:1 y 3:1). Las PP se propagaron en bandejas de polietileno en los diferentes sustratos. Se aplicó una fertilización básica a partir de la plena exposición del primer par de hojas verdaderas con un fertilizante hidrosoluble de inicio o enraizamiento (13-40-13), a una dosis de 2,5 g.l⁻¹ semanal en agua de riego. Se evaluó altura, diámetro de tallo, número de hojas (grandes y pequeñas), masa seca de plántula y raíz. Los compost (C) estudiados resultaron ser componentes adecuados para mezclas de sustratos con A en partes iguales en la producción de PP. El crecimiento de la PP reflejado por la altura, masa seca aérea y de raíces fueron mayores en los sustratos 1:1 de Ve más A. En cuanto al diámetro del tallo de las PP fue favorecido por el sustrato 1:1 de C más A.

Palabras Clave: *Capsicum annuum* L.; sustratos; orgánicos; plántulas.

SUMMARY

Aiming to assess the effect of compost and vermicompost (Ve) champiñonera (Co) as substrates for the development of seedlings of pepper (PP), *Capsicum annuum* L., it was conducted a test of the nursery located in the Faculty of Agronomy, UCLA, Tarabana, arranged in a split plot design with eight treatments and four replications. We assessed the following substrates: sawdust coconut (A), Ve and Co and combinations of three binary volumetric ratios (1:3, 1:1 and 3:1). PP seedlings are propagated in polyethylene trays containing different substrates. Basic fertilization was applied after the full exposure of the first pair of true leaves with a water soluble fertilizer or start rooting (13-40-13) at a dose of 2.5 g.l⁻¹, a weekly water irrigation. Height, stem thickness, number of leaves (large and small), and dry mass of seedling root were evaluated. The compost (C) turned out to be appropriate for substrate mixtures with equally sawdust A in the production of pepper seedlings. The growth of PP mirrored by the tall, dry air mass and roots were higher in substrates of vermicompost 1:1 more A sawdust. As the diameter of the stem of the PP was favored by the substrate of 1:1 sawdust C more A.

Key Words: *Capsicum annuum* L.; substrate; sprouts; red peppers.

RECIBIDO: febrero 02, 2009

ACEPTADO: agosto 11, 2009

INTRODUCCIÓN

El pimentón, *Capsicum annuum* L., tiene un alto valor nutritivo y gran popularidad en la alimentación de muchos países. Además, representa el cultivo de hortaliza más extenso en superficie de siembra y volumen de producción en Venezuela, INIA (2005). Incrementándose, el uso de bandejas plásticas para la producción de plántulas de hortalizas bajo condiciones protegidas.

El crecimiento de plántulas en bandejas constituye una actividad diferente a su cultivo en campo, puesto que las plantas se desarrollan en condiciones restringidas, diferente a las características de su hábitat natural, por lo tanto, el aspecto más importante a considerar es el medio de crecimiento o sustrato (Hernández, 2003). Éste, puede estar formado por un componente o mezclas que proporcionen las condiciones necesarias para la germinación y desarrollo de las raíces (Jiménez y Caballero, 1990).

Durante las últimas tres décadas se viene observando el uso de compost (C) de diferentes orígenes y características como sustratos alternativos en viveros y semilleros (Urrestarazu *et al.*, 2006), así como el uso de aserrín de coco (A). Sin embargo, las mezclas o proporciones a utilizar de estos componentes no estuvieron estipuladas.

El objetivo de este ensayo es evaluar el efecto del compost de champiñonera (Co) y vermicompost (Ve) como sustratos para el desarrollo de plántulas de pimentón (PP).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se realizó en las instalaciones del vivero del Decanato de Agronomía de la UCLA, ubicado en la zona de Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara, a una altitud de 500 m.s.n.m., aproximadamente con coordenadas geográficas de 10° 05' de latitud Norte y 69° 16' de longitud Oeste.

Material vegetal y sustratos utilizados

Se utilizaron semillas de pimentón, variedad Keystone Resistent Giant 3, las cuales se colocaron tres semillas por lóculo en ocho bandejas de polietileno de 200 lóculos, alrededor de 27 cm³ cada uno, previamente desinfectadas con cloro al 2% y diferentes sustratos;

totalizando 4 800 semillas. Una vez realizada la siembra, las bandejas fueron llevadas al propagador de neblina, con una frecuencia de tres riegos diarios de 10 min cada uno hasta que las plántulas emergieran. Luego se realizó un raleo dejando una planta por lóculo y trasladando las bandejas al umbráculo hasta terminar el ensayo.

Se comenzó la fertilización después que emergiera la primera hoja activa de las plántulas con aplicación de 13-40-13 NPK hidrosoluble, microelementos (MgO, S, B, Zn, Mn, Cu, Fe y Mo) a una dosis básica de 2,5 g.l⁻¹ de agua y aplicaciones semanales del riego.

Los sustratos utilizados para germinar y desarrollar las plántulas fueron C comercial (Fertiorganic) basado en Co, Ve (de pulpa y pergamino de café compostado por la acción de la lombriz *Eisenia foetida*) y A. Éste fue esterilizado antes de darle uso por medio de la aplicación de vapor de agua caliente, en un período de 30 min, con la finalidad de evitar la incidencia de agentes patógenos y organismos que pudieran afectar negativamente el normal desarrollo de las plántulas.

Diseño de experimentos y tratamientos

El ensayo se realizó diseñando parcelas divididas con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Para ello, se utilizaron ocho bandejas de 200 celdas. Colocándose cada una de ellas en cuatro secciones de repeticiones.

Los tratamientos consistieron en diferentes proporciones de C, Ve y A como sustrato para el desarrollo de PP (Cuadro 1).

CUADRO 1. Tratamientos utilizados y las proporciones de los mismos.

Tratamientos	Proporción
Compost	1:0
Compost + Aserrín de coco	1:3
Compost + Aserrín de coco	1:1
Compost + Aserrín de coco	3:1
Vermicompost + Aserrín de coco	1:3
Vermicompost + Aserrín de coco	1:1
Vermicompost + Aserrín de coco	3:1
Vermicompost + Compost	1:1

Variables evaluadas

Las variables evaluadas se midieron a los 30 d después de la siembra, las que consistieron en determinar la altura de planta, número de hojas, masa seca de la parte aérea y radical. Para ello se tomaron 20 plántulas al azar por tratamiento, es decir, cinco plántulas por repetición que corresponden al 10%.

- **Altura de la plántula:** se midió con una cinta métrica desde el nivel del sustrato hasta el extremo apical de la plántula.
- **Número de hojas:** en este caso se contó el número de hojas funcionales de cada plántula.
- **Masa seca de la parte aérea y radical:** una vez separadas las plántulas en parte aérea y radical, pesadas y colocadas previamente perforadas e identificadas, se llevaron a estufa tipo Tv 80u1 por un período de 72 h, a 70°C. Transcurrido este tiempo se pesaron todas las muestras nuevamente para obtener así la masa seca.

Análisis estadístico

El análisis de varianza para todas las variables evaluadas fueron realizadas con el programa estadístico Statistix versión 8 y las comparaciones de medias se interpretaron con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las plántulas

Se determinó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,001$) entre la altura de las plántulas de pimentón (PP) desarrolladas en los sustratos basados en combinaciones de compost (C), vermicompost (Ve) y aserrín de coco (A). El Cuadro 2 registra que el mayor crecimiento se encontró en las establecidas en el sustrato con partes iguales de Ve, A y la menor al utilizar 100% de C.

Investigaciones realizadas por Vethencourt (1999), García *et al.* (2001) y Betancourt (2002) coinciden en señalar que el uso de materiales orgánicos en mezcla para la producción de plantas en invernadero favorece el crecimiento. Más aún, Acevedo y Pire (2004) indicaron que el uso de Ve en el sustrato en proporciones de 15 a 25% estimula la evolución en las plantas de lechosa, tanto en vivero como en campo.

Adicionalmente, Hernández (2003) al estudiar varios sustratos para la producción de PP en bandejas, observó que la altura de las plantas fue mayor cuando éstas crecieron basados en Ve y A. Igualmente, Silveira *et al.* (2002) presentaron mayores progresos al utilizar sustrato de la mezcla de C comercial, A y Ve.

CUADRO 2. Promedios de la altura de plántula, diámetro del tallo y número de hojas.

Tratamiento	Altura de plántula (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas
Compost 100%	12,17 f	2,25 bc	4,45 bc
Compost + Aserrín de coco (1:3)	14,49 e	2,02 c	4,80 ab
Compost + Aserrín de coco (1:1)	23,07 ab	2,70 a	5,15 ab
Compost + Aserrín de coco (3:1)	21,07 bc	2,45 abc	5,25 a
Vermicompost + Aserrín de coco (1:3)	20,25 c	2,60 ab	4,50 bc
Vermicompost + Aserrín de coco (1:1)	24,20 a	2,25 bc	5,15 ab
Vermicompost + Aserrín de coco (3:1)	22,56 ab	2,40 abc	4,75 ab
Vermicompost + Compost (1:1)	18,01 d	2,30 abc	3,90 c

Letras iguales dentro de una misma columna no presentan diferencias según la prueba de Tukey al 0,05.

No obstante, los valores de altura en las plántulas obtenidos en este trabajo fueron superiores a todos los tratamientos logrados por Hernández (2003).

Diámetro de tallo

Los diámetros de tallo de las PP presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,001$) según el sustrato utilizado. Se evidenció el mayor diámetro de tallo al aplicar partes iguales de A y C con el menor valor en la relación 1:3 de A y C (Cuadro 2).

Por otra parte, Valles (2003) en el vivero de plantas de lechosa encontró mayor diámetro de tallo, en aquellos sustratos que contenían la mayor dosis de Ve.

Número de hojas

Se obtuvo el efecto de las mezclas de C, Ve y A sobre el número de hojas de las PP. El Cuadro 2 revela que la relación 3:1 de C y A obtienen el mayor y menor valor al utilizar partes iguales de C y Ve.

En este sentido, Barrios (1996) al evaluar el efecto de diferentes sustratos a base de suelo sobre el crecimiento de *Aglaonema* sp. encontró que el mayor número de hojas y longitud de las mismas, se produjo en las plantas establecidas en sustratos enmendados con abonos orgánicos como el Ve y C. De igual manera, Hernández (2003) evaluó sustratos para la producción de pimentón en bandejas, obteniendo el mayor número de hojas en aquellas plantas que crecieron en los compuestos por Ve, infiriendo que fue debido a la alta capacidad de retención de humedad, conductividad eléctrica y pH cercano a la neutralidad.

Así mismo, Vethencourt (1999) y Bethancourt (2002) observaron que los tratamientos con materiales orgánicos y adecuada aireación del medio, las plantas presentaron una mayor producción y desarrollo de hojas.

Masa seca de la parte aérea de las plántulas

También hubo diferencias significativas al utilizar diferentes proporciones de C, Ve y A sobre la masa seca de la parte aérea de las PP. Al aplicar 1:1 de A y Ve, que arrojaron los mejores y menores resultados con 100% de C (Cuadro 3).

Del mismo modo, Acevedo y Pire (2004) señalaron que la incorporación de Ve al sustrato estimuló la producción de biomasa de las plantas de lechosa desarrolladas en

envases. Al contrario, Hidalgo y Harkess (2002) indicaron que el mayor peso de las plantas de poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd) cultivadas en sustratos enmendados con humus de lombriz, no se produjo en las mezclas con mayor espacio poroso o capacidad de retención de humedad.

Masa seca de raíz

Se encontró variaciones altamente significativas ($P \leq 0,001$) al utilizar diferentes proporciones de C, Ve y A sobre la masa fresca y seca de la raíces de las PP. El sustrato de partes iguales de A y Ve generó la mayor masa seca de raíces y la menor al aplicar sólo C. Esto se corresponde con los resultados obtenidos en el desarrollo de la parte aérea que fue una de las mayores en comparación con los demás (Cuadro 3).

De igual modo, Acevedo y Pire (2004) demostraron que al utilizar un 15 al 25% de Ve en el sustrato, hubo mayor masa seca total, altura y diámetro de tallo en plantas de lechosa en vivero. Sin embargo, Contreras *et al.* (2008) no encontraron respuestas respecto al crecimiento de plantas de café en el vivero utilizando 10, 20 y 30% de Ve.

Con respecto a la masa seca de raíces (Cuadro 3), se presentaron los mayores valores al utilizar 3:1 y 1:1 de A más Ve y los menores aplicando sólo C.

CUADRO 3. Medias de los tratamientos para las variables masa seca, aérea y raíz de las plántulas.

Tratamiento	Masa seca	
	Aérea (g)	Raíz (g)
Compost 100 %	0,75 e	0,12 c
Compost + Aserrín de coco (1:3)	0,85 de	0,20 bc
Compost + Aserrín de coco (1:1)	1,37 abc	0,17 bc
Compost + Aserrín de coco (3:1)	1,32 abc	0,17 bc
Vermicompost + Aserrín de coco (1:3)	1,27 bc	0,20 bc
Vermicompost + Aserrín de coco (1:1)	1,67 a	0,30 a
Vermicompost + Aserrín de coco (3:1)	1,62 ab	0,32 a
Vermicompost + Compost (1:1)	1,15 cd	0,25 ab

Letras iguales dentro de una misma columna no presentan diferencias según la prueba de Tukey al 0,05.

Estos resultados coinciden con los indicados por Vethencourt (1999) en plántulas de tomate desarrolladas en sustratos basados en A. De igual forma, Celis (1995) en su trabajo evaluación de sustratos para la producción de cepellones en el cultivo del pimentón, obtuvo valores de masa radical con A similares a los encontrados en esta investigación.

Como se pudo observar, la incorporación del A en ambos C incrementó la materia seca tanto de la parte aérea como en la raíz, el cual mejora la granulometría de los mismos, permitiendo mayor aireación del sustrato y un mejor crecimiento de la raíz. En este sentido, Carmona y Abad (2008) mencionan que la granulometría fina de los C puede adecuarse mezclándolos con otros materiales de características físicas complementarias (denominados agentes estructurantes como, por ejemplo, cascarilla de arroz y corteza de árboles, entre otros).

En los casos más favorables, el C y Ve pueden llegar a constituir entre el 50 y el 75% del volumen del sustrato, además el uso del C y Ve reportan beneficios económicos al agricultor porque su precio de compra es inferior al de la turba, ambos C tienen disponibilidad garantizada y en el caso del Ve es un producto bastante homogéneo.

CONCLUSIONES

- Los C estudiados resultaron ser componentes adecuados para las mezclas de sustratos con A en partes iguales en la producción de PP.
- El crecimiento de la PP reflejado por la altura, masa seca aérea y de raíces fueron mayores en los sustratos 1:1 de Ve más A.
- En cuanto al diámetro del tallo de las PP fue favorecido por el sustrato 1:1 de C más A.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, I. y R. Pire. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (*Carica papaya* L.). *Interciencia*. 29(5):274-279.
- Barrios, C. 1996. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de plantas de vivero bajo condiciones de Maracay. Tesis de grado para el título de Ingeniero Agrónomo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 60 p.
- Bethancourt, D. 2002. Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. Trabajo de grado para el título de Ingeniero Agrónomo. Mención Fitotecnia. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 94 p.
- Carmona, E. y M. Abad. 2008. Aplicación del compost en viveros y semilleros. **In:** J. Moreno y R. Moral (eds.). *Compostaje*. Mundi-Prensa, Madrid. 397-424 pp.
- Celis, S. 1995. Evaluación de sustratos para la producción de cepellones en el cultivo del pimentón (*Capsicum annuum*). Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Estado Lara. Ven. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Facultad de Agronomía. Cabudare. Venezuela.
- Contreras, J., I. Acevedo y A. Escalona. 2008. Efecto del vermicompost sobre el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica*). *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*. 26:14-21.
- García, C., G. Alcántara, R. Cabrera, F. Gai y V. Volke. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivada en macetas. *Terra* 19(3):249-258.
- Hernández, J. 2003. Evaluación de mezclas de sustrato en semillero de bandejas sobre el pimentón (*Capsicum annuum*). var. Júpiter. Trabajo de grado para el título de Ingeniero Agrónomo. Estado Lara. Ven. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Facultad de Agronomía. Cabudare. Venezuela.
- Hidalgo, P. R. and R. L. Harkess. 2002. Earthworm casting as a substrate for poinsettia production. *Hort Science*. 37(2):304-308.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). 2005. El Cultivo de Hortalizas en Venezuela. Maracay. 192 p. (Serie Manuales de Cultivo INIA N° 2).
- Jiménez, R. y M. Caballero. 1990. El cultivo industrial de las plantas en macetas. Ediciones de horticultura. Reus. España.
- Silveira, E., V. Rodríguez, A. Gómez, R. Mariano e J. Mesquita. 2002. Po de coco como sustrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*. 20(2):211-216.

Urrestarazu, M., P. C. Mazuela y A. L. Alarcón. 2006. Cultivo en sustratos alternativos. **In:** A.L. Alarcon (coord.), Cultivos sin suelo. Compendios de Horticultura Vol. 17. Ediciones de Horticultura S. L., Reus. 147-173 p.

Valles, J. 2003. Efecto de las propiedades físicas de los sustratos sobre la emergencia y el crecimiento en vivero de plantas de *Carica papaya*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Estado Lara. Ven. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Facultad de Agronomía. Cabudare. Venezuela.

Vethencourt, A. 1999. Evaluación de sustratos para la germinación de semillas de hortalizas; caso: Tomate (*Lycopersicum esculentum* L.).

HYMENOPTEROS PARASITOIDES DE INSECTOS ASOCIADOS A LAS PLANTACIONES DE CACAO, EN LA REGIÓN COSTERA DEL ESTADO ARAGUA, VENEZUELA

HYMENOPTEROS PARASITOIDES OF INSECTS ASSOCIATED TO THE CACAO PLANTATIONS, IN THE COASTAL REGION OF THE STATE ARAGUA, VENEZUELA

José Luis García R.* y Rafael Montilla**

* Profesor. Universidad Simón Rodríguez. Núcleo Maracay. ** Investigador. INIA-Trujillo. Posgrado en Entomología. Universidad Central de Venezuela. E-mail: joseluisg61@cantv.net, rmontilla@inia.gob.ve.

RESUMEN

Se presenta una lista de los enemigos naturales del orden Hymenoptera, obtenidos de crías en el laboratorio de otros insectos recolectados en plantaciones de cacao, *Theobroma cacao* L., en las localidades de Choróní, Cuyagua y Cumboto del estado Aragua. Un total de 23 registros, corresponden a géneros y especies de himenópteros que parasitan insectos, alimentándose de la planta de cacao. El material colectado en campo fue llevado al Instituto de Zoología Agrícola (IZA) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), donde la fase inmadura se coloca en cámaras adecuadas para la cría y los adultos emergidos fueron debidamente montados e identificados por el personal del Museo del IZA (MIZA) y del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Las especies más relevantes que se encontraron atacando pupas del complejo de especies *Carmentia* spp. (Sesiidae), son: *Calliephialtes* sp. (Ichneumonidae); *Brachymeria* spp. (Chalcididae) con dos especies y *Promicrogaster* sp. (Braconidae). Otros parasitoides que surgieron de ninfas y adultos de escamas tanto Coccidae como Pseudococcidae (Hemiptera), existen: *Blepyrus* sp. y *Anagyrus* sp. (Encyrtidae); *Chartocerus* sp. y *Signiphora* sp. (Signiphoridae); *Coccophagus* sp. (Aphelinidae); *Lecanobius* sp. (Eupelmidae) y dos géneros no determinados de Eulophidae y Eurytomidae. *Forcipestricis* sp. (Encyrtidae) apareció de pupas de *Forcipomyia* sp. (Diptera). De las posturas de *Horiola* y *Bolbonota* (Hemiptera : Membracidae), brotaron adultos de *Oligosita* sp. (Trichogrammatidae). De los troncos de cacao afectados por muerte regresiva (*Lasodiplodia theobromae*), se encontró entre otros enemigos naturales: *Heterospilus falcatus* (Braconidae); *Plynops* sp. (Braconidae) y varias especies de Rogadinae (Braconidae).

Palabras Clave: *Theobroma cacao* L.; control biológico; enemigos naturales; parasitoides, Venezuela.

SUMMARY

A list of the natural enemies of the order Hymenoptera is presented obtained in the laboratory breeding of insects collected in cocoa, *Theobroma cacao* L., plantations in the villages of Choróní and Cuyagua Cumboto, Aragua State. A total of 23 entries are included, which correspond to genera and species of Hymenoptera that parasitize insects that eat the cacao plant. The most important species were found attacking pupae of the complex species *Carmentia* spp. (Sesiidae) were *Calliephialtes* sp. (Ichneumonidae), *Brachymeria* spp. (Chalcididae) (two species) and *Promicrogaster* sp. (Braconidae). Other parasitoids that emerged of nymphs and adults of scales, of blth Coccidae and Pseudococcidae (Hemiptera), were: *Blepyrus* sp. and *Anagyrus* sp. (Encyrtidae); *Chartocerus* sp. and *Signiphora* sp. (Signiphoridae); *Coccophagus* sp. (Aphelinidae); *Lecanobius* sp. (Eupelmidae) and two genres not determined of Eulophidae and Eurytomidae. *Forcipestricis* sp. (Encyrtidae) emerged from pupae *Forcipomyia* sp. (Diptera). The *Horiola* and *Bolbonota* (Hemiptera: Membracidae) of eggs, adults emerged *Oligosita* sp. (Trichogrammatidae). From cocoa trees affected by dieback (*Lasodiplodia theobromae*), among other natural enemies, were obtained: *Heterospilus falcatus* (Braconidae); *Plynops* sp. (Braconidae) and several species of Rogadinae (Braconidae).

Key Words: *Theobroma cacao* L.; biological control; natural enemies; parasitoids; Venezuela.

RECIBIDO: marzo 17, 2009

ACEPTADO: agosto 14, 2010

INTRODUCCIÓN

El cacaotero, nombre vulgar del árbol del cacao, *Theobroma cacao* L., es cultivado mayormente en las regiones tropicales húmedas de ambos hemisferios, por el valor económico y nutritivo de sus semillas es considerado uno de los aportes más importante de América a la agricultura tropical, porque constituye la base de bebidas, pastas y grasas muy codiciados por los mercados de Europa y América (León, 1968; Hoyos, 1994). En Venezuela su cultivo se remonta a los tiempos anteriores a la colonia (Hoyos, 1994).

Venezuela es un productor marginal de cacao aromático de alta calidad, puesto que representa el 0,64% de la producción mundial. Actualmente, la producción nacional es de 15 000 t.año⁻¹, con un rendimiento de 240 kg.ha⁻¹, demostrando la mitad del promedio global. De ésta, el 69,4% es comercializado en el mercado internacional, el 30% va a la industria nacional y una cantidad insignificante es procesado por la industria artesanal (CORPOANDES, 2009).

Según Quiñones (2007), aproximadamente 800 familias de las costas aragüeñas se benefician del cultivo del cacao, el municipio Costa de Oro es el que efectúa el mayor aporte con un 70%, seguido de Mariño 27% y Girardot el 5%, señalado por Brancaccio (2009). Es conveniente señalar, que la mayoría de las plantaciones son de edad avanzada causado por el mal manejo de la plantación, aunado a los problemas fitosanitarios que constituyen un factor restrictivo para la producción, afectando la calidad del producto final (Sánchez, 1997).

Otro aspecto importante del cultivo del cacao es su característica conservacionista, porque su necesidad de sombra obliga a plantarlo en ambientes protegidos por grandes árboles, creando una gran diversidad de nichos ecológicos (Ortiz, 1993), asociándolo a un número elevado de insectos. El mínimo uso de plaguicidas permite en dicho agroecosistema, un deseado equilibrio de la entomofauna (Sánchez *et al.*, 1979), requiriendo estudios que conduzcan a un conocimiento más preciso de las interrelaciones establecidas en profundidad con aquellas que tengan enemigos naturales potenciales, como controladores biológicos de otros insectos, pudiéndose convertir en plagas.

Por otra parte, Ramos *et al.* (2000) señalaron que se debe hacer énfasis en el manejo integrado de plagas en cacao para preservar los insectos responsables de la producción y la característica conservacionista del cultivo. En este sentido, tomando en consideración la importancia social y económica que representa para los

productores de las Costas de Aragua, se realizó esta investigación para registrar algunas relaciones parasíticas entre los insectos benéficos (Hymenoptera) y los insectos fitófagos, así como de algunos insectos que son benéficos al mismo.

Metodología

Durante los años 1998 y 1999 se investigaron colectas de fases inmaduras de insectos fitófagos del cacao y de insectos depredadores presentes en el mismo, también se recogieron partes vegetales y troncos secos perforados de cacao, en tres localidades ubicadas al norte del estado Aragua, en los municipios: Costa de Oro (Cumboto, Cuyagua) y Girardot (Choroní). El material obtenido fue trasladado al insectario del Instituto de Zoología Agrícola (IZA) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía en Maracay, estado Aragua.

Los estados inmaduros de los insectos fueron ubicados en cámaras adecuadas para la cría, en el caso de larvas de lepidópteros y coleópteros se colocaron en envases plásticos de un litro con orificio de aireación de 5 cm de diámetro tapado con "organdí", alimentados con vegetales frescos y cambiadas en determinados momentos. En las fases de huevos y pupas se dispuso de forma individual en cápsulas plásticas de Petri en cuyo fondo se le colocó papel absorbente para evitar el exceso de humedad.

En cámaras de cría de madera con organdí y puerta de vidrio (dimensiones 40x40x40), se instalaron troncos de cacao atacados por *L. theobromae* Pat. (Botryosphaeriales: Botryosphaeriaceae), registrando diariamente la emergencia de insectos tanto fitófagos como parasitoides.

Los adultos emergidos se preservaron en alcohol al 70%, en viales de vidrio hasta su montaje, para proceder a su identificación. Los himenópteros son descritos por los autores y los otros grupos de insectos fueron registrados por especialistas del Museo del IZA (MIZA) y del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Es significativo señalar que el material etiquetado e identificado reposa en la colección del MIZA "Francisco Fernández Yépez", de la UCV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se señalan 23 registros de himenópteros parasitoides atacando a otros insectos (fitófagos, depredadores y

polinizadores) presentes en las plantaciones de cacao de la Costa del estado Aragua (ver Cuadro). De éstos, 10 están asociados a insectos del orden Lepidoptera, entre los que se encuentran *Carmenta* spp. Edwards (Perforador del fruto del cacao; Lepidoptera: Sesiidae) señalados en la Figura 1, considerado como uno de los insectos de mayor importancia en la región, especialmente en la zona de Choroni¹.

Se reconocieron cuatro especies de himenópteros atacando pupas de *Carmenta* spp. pertenecientes a los géneros: *Calliephialthes* sp. (Ichneumonidae) referido en la Figura 2; *Promicrogaster* sp. Brues y Richardson (Braconidae) como lo indica la Figura 3, igualmente, dos especies de *Brachymeria* Westwood (Chalcididae) descrito en la Figura 4. Se criaron larvas de *Anadasmus poronoides* y *Gynandrosoma aurantiarum* (Lepidoptera: Olethreutidae), perforadores del fruto del cacao, sin descubrir enemigos naturales.

Una especie de *Chelonus* sp. Jurine (Hymenoptera: Braconidae), emergió de un fruto de cacao momificado y en cuyo interior se consiguieron adultos de *Ephestia* sp. Guenée (Lepidoptera: Pyralidae), género que deshace las almendras de cacao almacenadas (Sánchez y Capriles, 1979). Pudiéndose estimar que se trata de un enemigo natural de este insecto.

Otro parasitoide asociado con lepidópteros fue el género *Conura* sp. Thompson (Chalcididae) que apareció de las pupas de *Platyptilia nubilis* (gusano de la flor), observándose que se alimenta de los brotes tiernos de los chupones de cacao, especialmente en la localidad de Choroni (Figura 5).

Igualmente, *Forcipestrici* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) reseñado en la Figura 6, fue encontrado parasitando pupas de la “mosquita de la flor” (*Forcipomia* sp.), un importante polinizador del cultivo (Sánchez y Capriles, 1979), que al incrementarse sus poblaciones, podría afectar la producción de frutos (Figura 7).

Las escamas pertenecientes al orden Hemiptera son unos de los insectos más frecuentes en las plantaciones de cacao de la región. En términos generales, existen al menos dos especies, una perteneciente a la familia Pseudococcidae de color blanco algodonoso, de ahí su nombre (escama algodonosa), en donde surgieron cuatro especies de himenópteros parasíticos, tres pertenecientes

a la familia Encyrtidae de los géneros *Anagyrus* Howard, *Aenasius* Walker y *Blepyrus* Howard; y otra de Signiphoridae (*Signiphora* sp. Ashmead). De la familia Coccidae (escama globosa o marrón), se encontraron cinco especies de himenópteros: una especie no determinada perteneciente a la familia Eulophidae; Aphelinidae (*Coccophagus* sp. Westwood); Eurytomidae (*Eurytoma* sp. Illiger) y Eupelmidae (*Lecanobius* sp. Ashmead), que actúa como depredador de huevos y ninfas de los primeros instares de coccidos, permaneciendo protegidos bajo el cuerpo de la escama de la hembra; y por último, Signiphoridae (*Chartocerus* sp. Motschoulsky) que interviene como hiperparasitoide.

Con el nombre común de carapachito se reconocerá a *Horiola picta* (Coquebert) mostrado en la Figura 8 y *Bolbonota* sp. Amyot y Serville, Figura 9. Son dos especies de Membracidae (Hemiptera:), cuyas ninfas y adultos se localizan frecuentemente sobre los pedúnculos de las flores y frutos, así como en los brotes nuevos de hojas, extrayendo savia para su alimentación, ocasionando marchitamiento de los mismos (Sánchez y Capriles, 1979).

Es frecuente observar las posturas de estos dos géneros, los cuales, en el caso de *H. picta* son endofíticas, colocadas dentro del pericarpio del fruto, causando un abultamiento a manera de pústula (Figura 10); mientras que las *Bolbonota* sp., son externas y están cubiertas de una sustancia blanca gelatinosa (Figura 11). En ambos tipos se lograron ejemplares del género *Oligosita* Haliday (Hymenoptera; Trichogrammatidae) como se señala en la Figura 12.

En relación a la entomofauna obtenida en troncos de plantas de cacao atacadas por *L. theobromae* (muerte regresiva), se pudo considerar abundante y diversa. Ejemplo de esto, es la reproducción de ocho especies de coquitos escopeteros o perforadores, de los cuales siete pertenecen a la familia Curculionidae (subfamilia Scolytinae) y una a Platypodidae. En el caso de curculionidos, se identificaron las siguientes especies: *Xyleborus affinis* Eichhoff; *X. ferrugineus* (Fabricius); *X. vespatorius* Schedl.; *Xylosandrus morigerus* (Blandford); *Hyphothenemus* sp.; *Aphicranus* sp. y *Drycoetoides* sp. De la misma manera, surgieron dos Cerambycidae (*Ozineus arietinus* Bates y *Nissodryola cinerascens* Bates); incluso, algunos adultos de *Carmenta* spp. se produjeron en estos troncos.

¹ Comunicación personal. Investigadores Rafael Navarro y Nelly Delgado del INIA e IZA de la UCV.

CUADRO. Relaciones parasíticas entre Hymenoptera e insectos fitófagos asociados al cacao.

Género/Especie (Enemigo natural)	Grupo taxonómico	Parte vegetal de cacao asociada	Insecto fitófago asociado
<i>Heterospilus falcatus</i> <i>Heterospilus</i> sp. <i>Ecphyllus</i> sp. <i>Plynops</i> spp. <i>Apanteles</i> sp.	Braconidae: Doryctinae Braconidae: Euphorinae Braconidae: Microgastrinae Eurytomidae	Troncos de cacao, atacados por <i>Ceratocystis</i> sp. y/o <i>Lasiodiplodia</i> sp.	Curculionidae (<i>Xyleborus</i> spp.) Platypodidae, Bostrichidae, Cerambycidae Lepidoptera Hemiptera (la complejidad del hábitat hace difícil la relación de parasitoidismo).
<i>Oligosita</i> sp. <i>Signiphora</i> sp.	Trichogrammatidae <i>Signiphoridae</i>	Frutos de cacao	Posturas de <i>Horiola picta</i> y <i>Bolbonota</i> sp. (ambos Hemiptera Membracidae).
<i>Calliephialthes</i> sp. <i>Promicrogaster</i> sp. <i>Brachymeria</i> spp.	Ichneumonidae Braconidae Chalcididae	Frutos de cacao	Asociadas con estados inmaduros de <i>Carmenta</i> spp. (<i>C. theobromae</i> y <i>C. foraseminae</i> ; Lepidoptera: Sessidae).
<i>Chelonus</i> sp.	Chalcididae	Frutos de cacao momificados	<i>Ephestia</i> sp.
<i>Coccophagus</i> sp. <i>Eurytoma</i> sp. <i>Lecanobius</i> sp. <i>Chartocerus</i> sp.	Aphelinidae Eulophidae Eurytomidae Eupelmidae Signiphoridae	Tallos y frutos de cacao	Escama marrón (Hemiptera: Coccidae)
<i>Blepyrus</i> sp.? <i>Anagyrus</i> sp. <i>Aenasius</i> sp.? <i>Signiphora</i> sp.	Encyrtidae Signiphoridae	Tallos, brotes nuevos y chupones; y frutos de cacao	Escama algodonosa (Hemiptera: Pseudococcidae)
<i>Perilampus</i> sp. <i>Conura</i> sp.	Perilampidae Chalcididae	Brotes nuevos de cacao	<i>Sylepta progorata</i> (Lep. Crambidae) <i>Platystilia nubilia</i> (Lep. Pterophoridae)

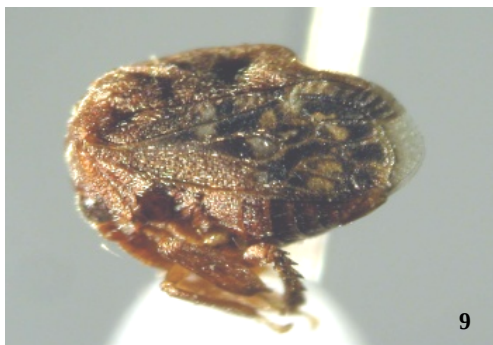
En vista de la diversa fauna que habita en este medio, se dificultó una observación directa, ésto obstaculizó establecer algún tipo de asociación con sus enemigos naturales. No obstante, se plantearon posibles relaciones: en primer lugar se consiguieron adultos de *Heterospilus falcatus* Quicke y Marsh (Hymenoptera: Braconidae) ver Figura 13, reportado como parasitoide de *Xyleborus confusus* (Quick y Marsh, 1992); en segundo lugar, debido a la abundancia y frecuencia de ejemplares del género *Plynops* Shaw (Hymenoptera; Braconidae) con tres especies no determinadas (Figura 14), se pudo estimar que están relacionados con adultos de una o varias de *Xyleborus*, y/o de otros Curculionidae.

El género *Plynops* es de reciente descripción (Shaw 1996), hasta el presente no existe información sobre la biología de las anteriormente descritas.

Durante el proceso de cría se obtuvieron insectos entomófagos benéficos al cacao. De los huevos de *Chrysopa* sp. Adams, emergió un ejemplar de la familia Encyrtidae y de la pupa un Ichneumonidae (Gelinae), ambos sin identificar. De un ejemplar de *Perilampus* sp. Latreille (Chalcidoidea; Perilampidae), surgió de las pupas de *Baccha clavata* Fabricius (Diptera: Syrphidae) otro depredador generalista importante en el control natural de varios insectos plagas.



FIGURAS 1-8. 1) *Carmenta theobromae* (Lepidoptera: Sesiidae); 2) *Calliephialthes* sp. (Ichneumonidae); 3) *Promicrogaster* sp. (Braconidae); 4) *Brachymeria* spp. (Chalcididae); 5) *Platyptilia nubilis* (Lepidoptera: Pterophoridae); 6) *Forcipestricis* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae); 7) *Forcipomyia* sp. (Diptera: Ceratopogonidae); 8) *Horiola picta* (Hemiptera: Membracidae).



FIGURAS 9-14. 9) *Bolbonota* sp. (Hemiptera: Membracidae); 10) Posturas de *Horiola picta*; 11) Posturas de *Bolbonota* sp.; 12) *Oligosita* sp. (Trichogrammatidae); 13) *Heterospilus falcatus* (Braconidae); 14) *Plynops* sp. (Braconidae).

CONCLUSIONES

- Por su importancia como controladores biológicos de insectos que limiten la producción de cacao en la región costera de Aragua, se pueden destacar: tres géneros (*Calliephialtes* sp., *Promicrogaster* sp., *Brachymeria* spp. (dos especies) que emergen de puparios de *Carmenta* spp. “perforador del fruto”; cuatro especies de diversas familias que están asociadas a “escamas algodonosas” (Hemiptera: Pseudococcidae); cinco especies asociadas con escamas globosas o marrones” (Hemiptera: Coccidae); en

particular una muy frecuente, perteneciente al género *Oligosita* Walker; dos géneros de Braconidae (*Plynops* spp. y *Heterospilus* sp.) asociados con “perforadores de troncos” o “coquitos escopeteros”; y por último un género de Encyrtidae (*Forcipestrici* sp.) que parasita pupas de *Forcipomyia* sp. “mosquita de la flor”.

- La entomofauna que habita en los troncos de plantas de cacao muertas por la enfermedad atribuida a *L. theobromae* es muy abundante y diversa, de allí que el establecimiento de relaciones con sus enemigos

naturales es difícil, requiriendo el desarrollo de metodologías adecuadas para su estudio.

- Es preciso iniciar nuevas líneas de investigación, basadas en el estudio de las relaciones huésped-parasitoide de los principales insectos perjudiciales para el desarrollo del cultivo en la región, como sería los parasitoides del complejo de especies de *Carmenta* spp. y de los perforadores del tronco o escopeteros (Coleoptera: Curculionidae). Igualmente, determinar el efecto que sobre la planta de cacao presenta la gran abundancia de *Cerambycidae* (Coleoptera) de las *Ozineus arietinus* Bates y *Nissodryola cinerascens* (Bates) que emergen de troncos de cacao víctimas de la enfermedad “muerte regresiva”.

AGRADECIMIENTO

A los taxónomos del MIZA, FAGRO, UCV e INIA, en especial al doctor Luis José Joly e ingeniero M.Sc. Ricardina Colmenares por su colaboración en la identificación del material entomológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Brancaccio, R. 2009. Evaluación de impacto socioeconómico del control de insectos perforadores del tronco y las mazorcas del cacao (*Theobroma cacao* L.) en los municipios Costa de Oro y Santiago Mariño del estado Aragua, durante el período 2005-2008. Tesis de grado. Aragua, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 163 p.
- Corporación de los Andes (CORPOANDES). 2009. Cacao Venezolano. Disponible en: <http://www.corpoandes.gov.ve/?q=node/109>, Consultado el 17/02/2009.
- Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela (nativos y exóticos). Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía - N° 36. Segunda Edición. Caracas, Venezuela. 384 p.
- León, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. San José, Costa Rica. 487 p.
- Ortiz, I. 1993. Evaluación de la entomofauna asociada al fruto del cacao (*Theobroma cacao*) en Ocumare de la costa, estado Aragua. Venezuela. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 73 p.
- Sánchez, P. y L. Capriles de Reyes. 1979. Insectos asociados al cultivo del cacao en Venezuela. Caucagua. Estación Experimental de Caucagua. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico, N° 11. 56 p.
- Sánchez, R. 1997. Evaluación de insectos polinizadores y daños causados por diferentes factores al cultivo del cacao, *Theobroma cacao* L., en plantaciones con distintos niveles de manejo. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 93 p.
- Shaw, S. R. 1996. *Playnops* a peculiar new genus and ten new species in the tribe Euphorini (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Hymenoptera Research 5:166-183.
- Ramos, G., P. Ramos y A. Azócar. 2000. Manual del productor de cacao. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y FUNDACITE-Mérida. Mérida, Venezuela. 78 p.
- Quicke, L. J. and P. M. Marsh. 1992. Two new species of neotropical parasitic wasps with highly modified ovipositors (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae and Doryctinae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 94(4):559-567.
- Quiñones, E. 2007. Caracterización socioeconómica en áreas cacaoteras de la Cuenca del Río Ocumare de la Costa del municipio Costa de Oro, estado Aragua (2004-2006). Tesis de grado. Aragua, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 182 p.

AGRONOMÍA TROPICAL

Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Venezuela

Instrucciones para los Autores

Agronomía Tropical publica trabajos originales producto de la investigación en el área de la agronomía. Se reconocen por trabajos originales aquellos que son producto de la investigación o experimentación, que tienen como objetivo concreto desarrollar nuevos conceptos o tecnologías y adaptar las existentes a las condiciones locales.

El envío de trabajos a **Agronomía Tropical** implica que no han sido presentados para su publicación en otra revista.

Los trabajos cortos, que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, o especies nuevas, serán publicados en la revista como **notas técnicas**. También se aceptan reseñas de libros recientemente publicados.

Manuscritos

Se requieren un original y tres copias legibles, transcritas a doble espacio en papel blanco tamaño carta (28,0 x 21,5 cm), utilizando una sola cara con márgenes de 2 cm en la parte superior y 3 cm en los demás lados. Las páginas deben ser numeradas consecutivamente. La versión final del trabajo, en la cual se han acogido las observaciones de los revisores, deberá remitirse tanto en un original transcrito, como archivado en un CD archivado en el programa MS Word, Open Office Writer.

Los manuscritos también pueden enviarse vía correo electrónico a las siguientes direcciones de la revista: agrotrop@inia.gob.ve o agrotropi@yahoo.com.

La secuencia en la presentación de un trabajo es como sigue: título, autor (es), palabras clave, resumen, introducción la cual debe incluir la revisión de literatura, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones (si las hubiere), resumen (summary) y título en inglés, agradecimiento (si hubiere), bibliografía.

Los títulos de cada una de las partes del trabajo deben insertarse en el texto en letras mayúsculas y en el centro de la página.

La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo en ellos cuadros, figuras y

referencias. Junto al manuscrito es necesario anexar una carta de Fe, donde se declare que el trabajo no ha sido presentado en ningún otro medio.

Una vez aceptado el manuscrito se le enviará la comunicación oficial de aprobación con la ubicación relativa donde será incluido en la revista **Agronomía Tropical**.

Título. Escrito en letras mayúsculas, debe ser claro y conciso, procurando no excederse de 20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos, etc., cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos.

Autor(es). Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán asteriscos (*) para identificar al pie de página el cargo, la institución, dirección postal donde trabajan y correo electrónico. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o sigla entre paréntesis. Al pie de página puede identificarse, si es necesario, la institución que financió el trabajo, o si es parte de una tesis de grado.

Resumen. Debe tener un máximo de 250 palabras (150 para las notas), en un sólo párrafo. Específicamente debe exponer cuál es el objetivo del trabajo, cómo se realizó, los resultados cuantitativos más relevantes, porqué son relevantes, y la conclusión. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y en el summary y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, tanto en castellano como inglés, y no deben repetirse en el cuerpo del artículo.

Palabras Clave. Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto y que faciliten la elaboración del índice de materias, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos.

Introducción. Debe estar formada por una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; igualmente puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que

aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. También incluirá el objetivo del mismo. Para las referencias bibliográficas se usará el sistema de apellidos del primer autor y el año de publicación.

Materiales y Métodos. La presentación debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas.

Resultados y Discusión. Esta sección debe satisfacer los objetivos que se señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros o figuras a fin de transmitir en forma clara el significado de los resultados obtenidos. Es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura.

Agradecimiento. Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación se debe anexar al pie de página en la primera parte del trabajo, es decir, debajo de las palabras claves, indicando la llamada número 1 al terminar el título e incluyéndose, debajo de la página del resumen.

Cuadros. Cada cuadro se presentará en hoja separada, colocada a continuación del texto donde se haga alusión a él por primera vez, y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. Los asterísticos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (*), 0,01 (**) y 0,001 (***); los asteriscos deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa Words o Excel.

Figuras. Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo (gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, mapas). Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Las figuras pueden dibujarse a mano alzada con tinta china en papel albanene, o elaboradas con un Software y reproducidas en impresora láser. De ser posible, use figuras de 1/2 página (9 x 11 cm). No es deseable usar letras mayúsculas en el título el cual debe colocarse en la parte inferior de la figura.

En caso de usar fotografías, las leyendas se describirán en hoja aparte, con el respectivo número de la figura. Se requieren los negativos o diapositivas, marcadas por detrás con lápiz suave, con el número de la figura y el título del artículo.

Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato TIFF (cmyk). En cuanto a los gráficos (líneas, barras, tortas...) se recomienda utilizar los programas Power Point, Harward Graphic o Excel, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser modificada en la oficina de edición de la revista. No use innecesariamente figuras tridimensionales.

Debe evitar el uso del color en los gráficos y demás figuras, ya que esto encarece la edición de la revista. De requerirse el uso del color en las fotografías, agrúpelas y numérelas secuencialmente.

Bibliografía. Sólo deben ser incluidas publicaciones que estén disponibles en las bibliotecas; las comunicaciones personales serán citadas en el texto al pie de página indicando el nombre completo y la dirección del autor de la comunicación, el año en que se produjo. Las citas bibliográficas deben ser ordenadas alfabéticamente siguiendo el siguiente esquema:

- **Artículos de revistas:** autor(es), colocar el apellido del primer autor y luego la inicial del nombre, para los otros autores, primero la inicial del nombre y luego el apellido (en mayúscula); año de la publicación; título del artículo; abreviatura del nombre de la revista; volumen; página inicial y final del artículo.
- **Libros y folletos:** autor(es), año de la publicación, título, editor o traductor, número de la edición, lugar de la publicación (ciudad), casa editorial, paginación y serie.
- **Artículos en una publicación colectiva:** autor(es), año de la publicación, título del artículo, preposición latina **In** subrayada o en negrita, y seguida de dos puntos (:) y luego la referencia completa del libro.
- **Tesis:** autor, año, título, la palabra tesis, el grado académico en forma abreviada y en el mismo idioma en que está redactada la tesis, ciudad, país, universidad, facultad y número de páginas.

Dos o más artículos del mismo autor(es) deben ser ordenados cronológicamente, en caso de ser del mismo año debe usarse letras minúsculas a, b, c, d, etc.

Revisión de los Manuscritos. La revista garantiza la confidencialidad en el proceso de revisión de los trabajos por parte de especialistas reconocidos.

Estilo. Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título (cuando se requiera así como en el resumen, summary y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.

Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilícelo seguido del símbolo®.

Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el summary y en el cuerpo del artículo.

Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.

Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.

Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.

La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop.

Para más detalles de estilo y presentación obsérvese los últimos números de la revista.

Los símbolos a usar son:

	Símbolo/abrev,	reemplaza
metro,	m,	
kilómetro,	km (10 ³ m)	
decímetro,	dm	
centímetro,	cm (10 ⁻² m)	
milímetro,	mm (10 ⁻³ m)	
micra	m	
micromilímetro,	mm (10 ⁻⁶ m),	microm
nanómetro,	nm (10 ⁻⁹ m),	Angstrom
metro cuadrado,	m ²	
hectárea,	ha	
metro cúbico,	m ³	
litro,	l	
gramo,	g	
kilogramo,	kg	
tonelada,	t	

mega gramo,	Mg,	
miligramo,	mg (10 ⁻³ g)	
microgramo,	µg (10 ⁻⁶ g)	
nanogramo,	ng (10 ⁻⁹ g)	
kilogramo/hectárea,	kg ha ⁻¹	
toneladas/hectárea,	t ha ⁻¹	
megapascal,	M Pa,	bar
grado Celsius,	°C	
grado Joule,	J,	caloría
grado Kelvin	°K	
centimole por kilogramo,	c mol kg ⁻¹ ,	meq por 100g
gramo por kilogramo,	g kg ⁻¹	
miligramo por kilogramo,	mg kg ⁻¹ ,	ppm
metros sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	

La revista proporcionará gratis a los autores 25 separatas de sus trabajos.

Para reproducir un material o parte de él, deberá obtenerse el permiso de la revista.

Los manuscritos deben ser enviados al Editor de **Agronomía Tropical**, INIA, Apdo. 2103, Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela, acompañados de una comunicación en la cual se señale el autor a quién deberá dirigirse la correspondencia, su dirección, teléfonos de oficina y domicilio y la firma de cada uno de los autores del trabajo.

Para suscripción. Realizar depósito según el monto del volumen completo, más costo de envío al Banco Mercantil, Cuenta Corriente N° 0105-0100-84-1100095039 a nombre del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA-Gerencia General. Av. Universidad, vía El Limón. Apdo. 4653. Maracay 2103, estado Aragua. Venezuela.

Composición: Carmen Elena Solórzano
Montaje: Gerardo Moreno
Fotolito: Mario Pino
Impresión: Eliseo Silva y Wilmer Gallardo

Impreso en el Taller Gráfico del INIA
Maracay, estado Aragua, Venezuela
Octubre 2010

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

Agronomía
Tropical

