



INIA
Instituto Nacional
de Investigaciones
Agrícolas

Vol. 58, N° 1, 2008

Agronomía Tropical

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

AGRONOMÍA TROPICAL

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela, anteriormente FONAIAP.

AGRONOMÍA TROPICAL publica trabajos inéditos sobre resultados de investigación obtenidos en las ciencias agrícolas y sus diferentes disciplinas: mejoramiento agronómico, recursos fitogenéticos, biotecnología, fisiología vegetal, edafología, fertilidad y nutrición de suelos, riego, protección vegetal, malezas, ecología y medio ambiente, maquinaria, sistemas de producción y tecnología de alimentos, entre otros.

La remisión de un trabajo a la revista implica que no ha sido publicado ni enviado simultáneamente para su publicación en otro medio. Los artículos y notas son revisados y evaluados por reconocidos especialistas para asegurar su calidad científica. el contenido de los trabajos (artículos, notas, ensayos...) es de la exclusiva responsabilidad de los autores.

INDIZACIÓN

AGRONOMÍA TROPICAL es reseñada e indizada por CAB Internacional (Reino Unido); TROPAG, Royal Tropic Institute (Holanda); REFERATIVNYI ZHURNAL, All-Russian Institute of Scientific and Technical Information (Rusia); AGRIS, FAO (Roma); Base Agrícola Venezolana, INIA (Venezuela); Centro de Información y Documentación (Cuba); REVENCYT, Fundacite Mérida (Venezuela); PERIÓDICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias, UNAM (México); REDPAV, Fundación Polar (Venezuela); WILDLIFE REVIEW ABSTRACTS, NISC Colorado (USA); BIOSIS Zoological Record (Reino Unido); AGRÍCOLA, National Agricultural Library (USA); Pest Directory, International Society for Pest Information (Alemania); LATINDEX, Directorio de Publicaciones Científicas de América Latina; Bibliografía Edafológica Venezolana, Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo; MegaBase AGRI 2000, IICA-CATIE; Catalogue en Ligne del Institute de l'Information Scientifique et Technique, Francia; Base de Datos REVIS, CATIE, Costa Rica, Science citation index, www2.scielo.org.

SUSCRIPCIÓN

Venezuela: Bs. 125 000,00 Bs.F 125,00
Países en desarrollo: US\$ 95, incluyendo costos de envío
(Developing countries) (including shipping)
Países desarrollos: US\$ 100, incluyendo costos de envío
(Developed countries) (including shipping)

DIRECCIÓN

La correspondencia debe dirigirse a: **AGRONOMÍA TROPICAL**, Av. Universidad, vía El Limón, Edificio Gerencia General, INIA. Apartado 2103. Maracay 2105, estado Aragua. Venezuela. Los envíos por concepto de CANJE (EXCHANGE) deben dirigirse a: BIBLIOTECA, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA-CENIAP. Apartado 4653. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela.

Correo Electrónico: agrotrop@inia.gob.ve
Página Electrónica: http://www.inia.gob.ve/index.php?option=com_periodicas
<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/index.htm>

Agronomía Trop. / Vol. 58 / N° 1/ Enero - Marzo 2008 / ISSN 0002-192X

AGRONOMÍA TROPICAL

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Maracay, Venezuela**

www.agrotrop@inia.gob.ve



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS AGRONOMÍA TROPICAL

Dr. Prudencio Chacón
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Margaret Gutiérrez
GERENTE DE INVESTIGACIÓN

Dra. Nelly Delgado
GERENTE GENERAL

Dr. Ignacio Entrena
GERENTE DE NEGOCIACIÓN

FUNDADORES

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

COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA AGRONOMÍA TROPICAL

Milagros Fernández
EDITOR JEFE

Mónica González
EDITOR ASISTENTE

Zulay Melo
SECRETARÍA

Carmen Solorzano
SECRETARÍA

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Rosemary Warnock, UCV
Producción Vegetal

Dr. Rodolfo Delgado, INIA-CENIAP
Edafología, Fertilidad y Nutrición de Suelos

Dra. Judith Zambrano, ULA-Trujillo
Frutales

Dra. Asia Y. Zambrano, INIA-CENIAP
Biotecnología Vegetal

Dra. Beatriz Lozada, INIA- Táchira
Agrometeorología

Dra. Aída Ortiz Domínguez, UCV
Cereales, Malezas y Semillas

COMITÉ EDITORIAL

Milagros Fernández
María González

Félix San Vicente
Klaus Jaffé

CONSEJO DE REDACCIÓN

José San José. IVIC. Caracas
Gustavo Trujillo. UCV. Fac. de Agronomía
María A. Sobrado. USB. Caracas
José Pérez Roa. CIDIAT. Mérida
Jean Marie Hétier. ORSTOM. Francia
Eduardo Casanova. UCV. Fac. de Agronomía
Jorge Salas. INIA. CIAE Lara
Eva García. UCV. Fac. de Agronomía
Luis Avilán. INIA. CENIAP. Maracay
Guillermo H. Eyherabide. INIA. Argentina
Gloria I. Puerta. CINECAFÉ. Colombia
Jon Lizaso. Iowa State University
Gustavo Yépez. SYNGENIA. Guatemala
María L. Izaguirre. IVIC. Caracas
Inés Pino. Comisión Chile. Energía Nuclear

Yolanda Guevara. INIA. CENIAP. Maracay
Raúl Mosqueda Vásquez. INIFAP. México
Alfredo Layrisse. UCV. Fac. de Agronomía
Juan Comerma. PALMAVEN. Carabobo
David Beck. CIMMYT. México
Zaida Lentini. CIAT. Colombia
Graciano Elizalde. UCV. Fac. de Agronomía
Marisol Castrillo. USB. Caracas
José Barreiro Méndez. USB. Caracas
Juan Blanquer. Univ. Politec. Valencia. España
Ramón Rossel. Univ. Nac. del Sur. Argentina
Lelys Bravo. USB. Caracas
Berto Arias. INIA. CIAE Monagas
María Juana Pérez. INIA. CENIAP. Maracay
Segundo Urquiaga. EMBRAPA. Brasil

Se agradece al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit) por el apoyo financiero otorgado para la edición de este número

AGRONOMÍA TROPICAL

Vol. 58-2008

Enero-Marzo

Nº 1

ISSN 0002-192X

Depósito Legal pp 195102AR73

ÍNDICE

Editorial

In Memoriam

Artículos:

Pág.

Trabajos presentados en la Jornada Científica-Divulgativa de Investigación INIA-Anzoátegui 2007.

- SINDONI, M., L. MARCANO y R. PARRA. Estudios de aceptación de harinas derivadas de merey para la elaboración de panes..... 11
Studies of acceptance of harinas from merey for the preparation of rolls.
- TERÁN, Y., R. D'AUBETERRE y M. P. de CAMACARO. Caracterización física y química del fruto de Cardón de dato de los municipios Torres y Jiménez, estado Lara, Venezuela..... 17
Physical and chemical characterization of the Cacti fruits of the municipality Torres and Jimenez, Lara State, Venezuela.
- BERTORELLI, M. V. y R. RENGIFO. Producción masiva de *Trichogramma* spp., en Anzoátegui, Venezuela y su importancia como alternativa ecológica en el control de plagas..... 21
Mass production of *Trichogramma* spp., in Anzoátegui, Venezuela and its importance as alternative ecological in pest control.
- CARRERA, A. D. MARK y R. GIL. Algunas características físicas y químicas de frutos de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado Monagas..... 27
Some physical and chemical characteristics of fruits of five varieties of handle in conditions of sheet of the condition Monagas State.
- BARRIOS, R., A. ARTEAGA, H. CALZADILLA, F. BARRETO y J. FARIÑAS. Efecto del sombreado artificial sobre el establecimiento de leguminosas promisorias como cobertura en palma aceitera en el estado Monagas..... 31
Effect of the artificial sombreado of the establishment of promissory leguminosas like cover in oil palm in Monagas State.
- ### I Congreso Agrometeorología y V Reunión Latinoamericana de Agrometeorología.
- OVALLES, F. A., A. CORTEZ, M. F. RODRÍGUEZ, J. C. REY y E. CABRERA-BISBAL. Variación geográfica en el impacto del cambio climático en el sector agrícola en Venezuela..... 37
Geographical variation of the climate change on the agriculture sector in Venezuela.
- ZAMORA, F., A SÁNCHEZ GUTIÉRREZ y D. TUA. Evaluación biométrica de variedades de papa en la zona alta del estado Falcón, Venezuela..... 41
Biometric evolution of two potato varieties in the high zone of the Falcon State, Venezuela.

Artículos:	Pág.
PARRA, R. M., A. CORTEZ, M. F. RODRÍGUEZ, J. C. REY, F. OVALLES y W. GONZÁLEZ. Construcción y análisis de modelos empíricos para la estimación de la evaporación en Venezuela..... Construction and analysis of empirical models for the estimation of the evaporation in Venezuela.	45
BARRERA, H. y B. LOZADA. Distribución espacial del índice de disponibilidad de humedad mensual en el estado Táchira, Venezuela..... Space distribution of the index of availability of humidity in the State Táchira, Venezuela.	51
ABLAN, M., A. RIGOBERTO, M. P. VARGAS y M. ACEVEDO. Propuesta metodológica para el control de calidad de datos de precipitación..... Methodological proposal for the control of quality of data of precipitation.	57
DE LA CASA, A., G. OVANDO, L. BRESSANINI, J. MARTÍNEZ, E. IBARRA y Á. RODRÍGUEZ. El índice de área foliar en papa estimado a partir de la cobertura del follaje..... Leaf area index in potato estimate from canopy cover.	61
FERNÁNDEZ LONG, M. E., G. MURPHY y M. K. TORTEROLO. Índice de riesgo sistémico de heladas (IRiSH)..... Systemic frost risk index (SFRi).	65
MONASTERIO, P., P. GARCÍA, G. ALEJOS, A. PÉREZ, J. TABLANTE, W. MATURET y L. RODRÍGUEZ. Influencia de la precipitación sobre el rendimiento del maíz: caso híbridos blancos..... Influence of the precipitation on maize yield case: case white grain hybrids.	69
RODRÍGUEZ, R. y R. PIRE. Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de pesada..... Daily evapotranspiration of tomato Using weighing lysimeter.	73
VERGARA, G. T., G. A. CASAGRANDE y J. P. ARNAIZ. Caracterización agroclimática de las sequías (1970/2005), en tres localidades de la provincia de La Pampa, Argentina..... Agroclimatic characterization of droughts (1970/2005), in three localities of La Pampa, Argentina.	77
RIBEIRO DA, A. C., C. VOLPE ALBERTO e F. ESCOBEDO JOÃO. Estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith (FAO-56) com saldo de radiação medido por diferentes sensores..... Estimación de la evapotranspiración de referencia por Penman-Monteith (FAO-56) con radiación neta medida por diferentes sensores. Estimating reference evapotranspiration by Penman-Monteith method (FAO-56) with measured net radiation for different sensors.	81
CARETTA, A. I. y A. R. CICERO. Uso de marcha sintética de temperatura para estimar horas de frío en tiempo real..... Abbreviated temperature series used to estimate of chilling hours in real time.	85

Nota de Redacción del Volumen 57(4): 2007

Instrucciones a los Autores

EDITORIAL

Este número de la Revista Agronomía Tropical se complace en reseñar en resúmenes extensos, cinco trabajos presentados en las I Jornadas Científico- Divulgativa y de Innovación del Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui, evento realizado en dicho estado, desde el 3 al 5 de septiembre del 2007.

Estas jornadas representaron una muestra del compromiso compartido con el sector agrícola, cuestión fundamental para el desarrollo económico del país. De esta manera la presente publicación recoge parte de la ardua labor que en investigación, difusión e innovación se ha venido realizando mediante la presentación de los conocimientos generados, experiencias y avances tecnológicos expuestos por los investigadores participantes, a fin de ponerlos a la disposición de los productores, actores principales de estas actividades y a quienes nos debemos.

De igual forma, el resto de la revista se destinó a publicar, doce artículos pertenecientes al I Congreso Venezolano de Agrometeorología y V Reunión Latinoamericana de Agrometeorología, llevado a cabo en la ciudad de Maracay del 27 al 29 de noviembre del año pasado. La actividad contó con un alto nivel de participantes, que con sus trabajos enriquecieron y nutrieron de calidad el encuentro, orientado a la socialización del conocimiento Agrometeorológico en Latinoamérica.

El principal objetivo de este congreso es reforzar la importancia de la Agrometeorología como la ciencia utilizada para alcanzar soluciones prácticas a los problemas agrícolas que estén influenciados por el tiempo y clima, siendo así, es amplia la gama de temas que se pueden abordar, como lo son: Climatología Agrícola, Estadística Climatológica, Modelos Agrometeorológicos, Bioclimatología, Cambio Climático, Variabilidad Climática, Sistemas de Información Geográfica y Agrometeorología, con el propósito de entregar soluciones a los agricultores, principales protagonistas del quehacer agrícola.

La Agrometeorología en sus primeros pasos en Venezuela, permitirá que los agricultores, y todos aquellos relacionados con la actividad agrícola dispongan de herramientas más adecuadas para contribuir al alcance de la soberanía agroproductiva del país de manera sustentable.

Lic. Milagros Fernández
Editora Jefa de la Revista Agronomía Tropical

In Memoriam

A nuestros compañeros Eduardo, Diasmely y Marina

En este primer trimestre del año el INIA ha sufrido tres pérdidas irreparables, 3 queridos compañeros, una despedida intespectiva y terrible como lo fueron Eduardo Ortega, acaecido el 21 de febrero, luego el día 5 de marzo le acompañó en su partida Diasmely Escobar, víctima de una enfermedad incurable, más tarde se conoció con enorme tristeza el fallecimiento de Marina Hidalgo, ocurrido el pasado 16 de marzo en la noche, quien llevaba una larga lucha en contra un cáncer terminal, que al igual que Diasmely entregó su alma al Señor para su Paz y Descanso, donde de seguro él dispondrá un mejor lugar para ellos.



Eduardo José Ortega Cartaya, originario de Porlamar, estado Nueva Esparta, egresado de la Universidad de Costa Rica en el año 1976 como Ingeniero Agrónomo, en la misma universidad obtiene su maestría en Ciencias Agrícolas en el año 1983. Actualmente culminaba su doctorado en la Universidad de Córdoba, en España a través del Convenio INIA-Universidades de España.

Es en el año 1976 cuando ingresa como investigador al Centro de Investigaciones Agropecuarias Nor-Oriental (CIARNO), ubicado en el El Tigre, estado Anzoátegui. En la década de los 80 fue trasladado con el nombramiento de Director del Campo Experimental Caripe hasta el año 1999. Ortega, publicó innumerables trabajos de investigación, como artículos científicos y divulgativos. Fue nombrado Jefe de la División de Políticas y Estrategias de la Gerencia de Investigación en el año 2000 hasta finales del 2005. Participó activamente en la transformación de la institución, y luego en el 2006 es nombrado director del CIAE-Mérida, cargo ejercido dignamente, siendo ejemplo para la familia INIA.

"Eduardo tu partida deja un vacío irremplazable entre tus familiares, compañeros y amigos, pero, tu legado de enseñanza, amor y compañerismo se quedará por siempre con nosotros".



Diasmely, quien desde sus inicios en el INIA lo hizo en la Unidad de Correspondencia, luego, el año 2002 fue trasladada al CENIAP, específicamente en el Departamento de Recursos Humanos.

Marina ingresa a la institución en el año 1999 y luego en el 2001 es trasladada al Departamento de SENASEM, hasta el año 2004 que se ve obligada a tomar reposo debido a que empieza a padecer los rigores del cáncer, la cual padecía desde hace 10 años.



Estamos en este mundo, pero no somos de aquí. Le pertenecemos a Dios. Él es quien tiene la primera y la última palabra en nuestras vidas.

En los últimos días ha dado sus veredictos para los amigos Eduardo, Diasmely y Marina. Respetamos los designios de Dios, pero nos duele sus partidas, aún sabiendo que Diasmely y Marina estaban padeciendo mucho de una cruel enfermedad.

Elevamos nuestras plegarias a nuestro Señor Dios Todopoderoso a través de su hijo Jesús para que los tomen de sus manos y los lleven al cielo. Rogamos a Jesús para que les dé fortaleza a sus familiares y superen estos dolorosos momentos, abrigando con su manto a sus hijitos.

Eduardo, Diasmely y Marina estarán en nuestros corazones, siempre los recordaremos como eran ustedes, con una sonrisa siempre.

Que Dios los bendiga compañeros, amigos, y desde allá mirennos. Algún día nos reuniremos con ustedes, al igual que otros compañeros y amigos que deben estar recibéndolos allá en el cielo. Llévenles nuestro saludo y nuestro dolor.

Los Queremos...

**Trabajos presentados en la Jornada Científica- Divulgativa de Investigación
INIA- Anzoátegui 2007**

ESTUDIOS DE ACEPTACIÓN DE HARINAS DERIVADAS DE MEREY PARA LA ELABORACIÓN DE PANES

STUDIES OF ACCEPTANCE OF HARINAS FROM MEREY FOR THE PREPARATION OF ROLLS

María Sindoni*, Luzmeri Marcano* y Reinaldo Parra*

* Investigadores. INIA. Centro de Investigaciones del Estado Anzoátegui. Venezuela. E-mail: msindoni@inia.gob.ve.

RESUMEN

Con el propósito de buscar alternativas de uso para el pseudofruto de merey, *Anacardium occidentale* L., un estudio fue llevado a cabo en el INIA- Anzoátegui con la finalidad de obtener harinas destinadas a la preparación de panes. Para ello, se cortaron longitudinalmente pseudofrutos en láminas de 3mm de espesor para ser colocadas en bandejas de acero inoxidable y llevadas a estufa a 60 °C por 48 horas. Una vez deshidratados, se dividieron en dos partes, la primera se molió hasta reducir el tamaño de partícula de manera que pasara a través de un tamiz de 40 mm. La otra mitad fue pasada por un molino dejando un tamaño más grande de partícula y lograr una harina tipo integral. Previo a su utilización se hicieron determinaciones de proteína, grasa cruda, fibra cruda, cruda, contenidos de Fe, Ca, Mg, y K, además de vitamina C y % taninos. Esta harina fue usada como ingrediente en la elaboración de dos tipos de panes (pan básico e integral) que tradicionalmente son preparados con 100% harina de trigo, a los fines de sustituirla parcialmente (10% harina de merey, 90% harina de trigo). Un tercer tipo de pan fue elaborado como testigo, usando 100% de harina de trigo. Para determinar su aceptación se llevaron a cabo evaluaciones sensoriales en dos unidades educativas de El Tigre: Kalil Gibran y José Gil Fortoul, involucrando estudiantes de básica, secundaria, ciclo diversificado y profesores. Se utilizó una escala hedónica de seis puntos. Los datos obtenidos se analizaron por análisis de varianza y prueba de comparación de medias según Tukey. La harina de merey superó a la de trigo en proteínas (15%), grasas (3,7 g), fibras (8 g), contenido de Fe (9,2 mg 100 g) y vitamina C (189 mg 100 g), a excepción de los contenidos de Ca, Mg y K. Se demostró la alta aceptación de productos panificables, independiente del nivel de educación cuando la harina de trigo fue sustituida por harina derivada de pseudofrutos de merey.

Palabras Clave: *Anacardium occidentale*; harina; panes; evaluación sensorial; aceptación.

RECIBIDO: julio 05, 2007

SUMMARY

With the purpose to look for alternatives of use for cashew apples, a study was carried out in the INIA-Anzoátegui for the flour obtaining to bread preparation. The cashew apple is cut longitudinally in placed laminate of 3 mm of thickness and in trays of stainless and taken steel to 60 stove to °C by 48 hours. Once dehydrated, it was divided in two parts, first was ground until reducing the size of particle so that mesh happened through sieve of 40 mm, the other half was passed through a mill having left the size of the greatest particles to obtain a flour integral type. Previous to its use determinations of protein, crude fat, crude fiber, content of Fe, Ca, Mg and K, besides vitamin C and % tannins were made. This flour was used as ingredient in the elaboration of two types of breads (basic and integral bread) that traditionally are prepared with 100% flour of wheat, to the aims to replace it partially (10% flour of merey, 90% wheat flour). A third type of bread was elaborated as reference using t100% of wheat flour. To determine the acceptance sensorial evaluations were carried out to level in two educative units: Kalil Gibran y José Gil Fortuol in El Tigre involving basic, secondary and diversified cycle students, and professors. A hedonic scale of six points was used. The data obtained variance analysis of and test of comparison of average were analyzed by Tukey. The cashew apple flour was superior in protein (15%), fat (3,7), fiber (8 g), Fe content (9,2 mg 100 g) and vitamin C (189 mg 100 g), to exception of Ca, Mg y K content that that flour wheat. The high acceptance of bread products was demonstrated replacing the flour of wheat by flour derived from cashew apple.

Key Words: *Anacardium occidentale*; flour; bread; sensory test; acceptance.

ACEPTADO: agosto 20, 2007

INTRODUCCIÓN

El merey, *Anarcadium occidentale* L., es una especie de alto valor nutritivo y consumo en la región oriental (estados Anzoátegui, Monagas y Bolívar) y occidental (estados Zulia), aunque limitado a las almendras.

El pseudofruto del merey es muy jugoso, aromático y de alto valor nutritivo, debido a su alto contenido de vitamina C, superior 4 ó 5 veces al contenido de esta vitamina en los cítricos. Presenta además, aportes de calcio, riboflavina, hierro, fósforo y proteína, lo que le convierte en una importante alternativa como fuente natural de vitaminas y minerales para la dieta humana (Soares, 2001; Menezes y Alves, 1995).

A pesar de estas características, es poco conocido el valor comercial del pseudofruto, ocasionado por una parte, por la gran variabilidad genética del material, que provoca una alta desuniformidad en tamaño, color, sabor, composición y consecuentemente aceptabilidad en el mercado (Sindoni, 2005) y por la otra el desconocimiento de su valor nutritivo y forma de procesarlo, lo que conlleva al desperdicio de un 90% del fruto integral (nuez + pseudofruto) en más de 17 000 ha sembradas con este cultivo en el oriente y parte del occidente de Venezuela.

Por ser un frutal altamente adaptado y creciendo de manera silvestre en la región oriental, muchos artesanos procesan y venden las nueces, utilizando la pulpa o pseudofruto sólo para la elaboración del merey pasado, ya que son pocas las alternativas que garanticen una mayor diversificación de los subproductos obtenidos.

El mercado alimentario de esta última década presenta interesantes transformaciones, se ha dinamizado, segmentado y es cada vez más competitivo. Los consumidores conscientes de su salud, exigen información referente a contenido y propiedades del alimento ofrecido, con el fin de tener más respaldo a la hora de analizar y tomar la decisión de si compra o no un producto (Sedo, 2002).

Por otra parte, la mayoría de los consumidores resultan hábiles para detectar y diferenciar a través de los sentidos, sensaciones que evocan un sentimiento placentero, mientras que otras generan disgusto o rechazo hacia el consumo de tal producto. Por lo tanto, además del valor nutritivo, las evaluaciones sensoriales son factores determinantes a considerar antes del lanzamiento de cualquier nuevo producto al mercado.

En la industria de la panificación la harina de trigo, ha sido el ingrediente básico para la elaboración de panes, siendo 100% importada del país. Dada esta situación, se han desarrollado muchas otras presentaciones, con la incorporación parcial de materia prima derivada de otros cultivos, pero que sin embargo, la presencia de la harina de trigo es fundamental, lo cual encarece el costo del producto final. Es necesario buscar alternativas nacionales que permitan sustituir la harina de trigo, lo que, además garantizaría darle valor agregado a cultivos nacionales hasta ahora subutilizados y que paralelamente pudieran fortificar este tipo de productos, por el incremento de su valor nutritivo, además de una mejor presentación y sabor que promuevan su consumo.

Estudios realizados por Sangronis *et al.* (2006) en las comunidades indígenas Piaroa y Hiwi del Amazonas venezolano, demostraron altas pérdidas (50-70%) observadas en varios cultivos de estas etnias, por ser muy perecederos. Entre ellos están la batata, el ñame y la manaca. Una transformación de esos rubros agrícolas en harinas estables, mediante la aplicación de tecnologías sencillas y accesibles, disminuirían las pérdidas postcosecha, diversificaría el uso de dichos rubros, y mejoraría la dieta desde el punto de vista nutricional.

Es conocido que el pseudofruto del merey aporta una adecuada fuente de energía y altos contenidos de vitamina A y C; es fuente importante de proteínas y minerales, además de aminoácidos fundamentales y posee 7 de 8 aminoácidos para el normal mantenimiento de un adulto y 9 de 10 de los indispensables en la fase de crecimiento (Barros *et al.*, 2001; Vieira, 1998).

Es así como, partiendo del gusto tradicional de los venezolanos hacia el consumo de productos panificables en su dieta diaria y en las oportunidades que representa el uso de pseudofrutos de merey para tales fines, se establecieron como objetivos de este estudio:

1. Elaborar harinas derivadas de pseudofrutos de merey contribuyendo a disminuir sus pérdidas postcosecha.
2. Incorporar dichas harinas en productos panificables con el fin de sustituir parcialmente a la harina de trigo en la formulación final, enriqueciendo así su valor nutritivo.
3. Demostrar la aceptabilidad de los productos elaborados por un sector importante de la población como los son los estudiantes y adultos de unidades educativas de El Tigre, estado Anzoátegui.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en la carretera Nacional El Tigre – Ciudad Bolívar. Cinco muestras de frutos completos de mery (nuez y pseudofrutos) fueron cosechados en plantas de 7 años presentes en huertos de clones enanos precoces.

Diez frutos de cada muestra para un total de 50, fueron llevados al laboratorio y lavados en agua clorada al 5% para luego separar la nuez del pseudofruto o pulpa y lavarlos por segunda vez con agua corriente.

El pseudofruto (pulpa) fue pesado, utilizando para ello una balanza digital de laboratorio marca CAS, para ser posteriormente cortados longitudinalmente en láminas de 3mm de espesor, colocados en bandejas de acero inoxidable, para ser llevados a estufa a 60 °C por 48 horas. Una vez deshidratados, se dividieron en 2 partes, la primera se molió hasta que el tamaño de partícula pasara a través de un tamiz de 40 mm, teniendo la precaución de no usar altas velocidades en el molino para evitar el calentamiento de la pulpa y promover la oxidación de esta harina y obtener un producto homogéneo. La otra parte fue pasada por un molino de mayor tamiz dejando el tamaño de las partículas más grandes para obtener una harina tipo integral.

Para la elaboración de los panes con cada tipo de harina, se siguió una receta base, sustituyendo la harina de trigo, con 10% de cada harina de pulpa de mery. Se elaboró un tercer pan básico (100% de harina de trigo), utilizado como testigo.

Muestras de estas harinas fueron enviadas al laboratorio de nutrición del CENIAP (Maracay) para determinar su contenido de humedad, grasa cruda, fibra cruda y proteína cruda, utilizando la metodología propuesta por el AOAC (2000). Otras determinaciones, como % Fe, %Ca, %Mg, y % K, fueron hechas utilizando el método de absorción atómica (AOAC-2000) y para el análisis de fósforo (% P), se empleó el método colorimétrico (AOAC-2000). Para el contenido de vitamina C se siguió la metodología colorimétrica de la dinitrofenil hidracina. Para el % de taninos se utilizó el análisis de taninos condensados –método vainillina-HCL (Price *et al.*, 1978). Los resultados de estos últimos fueron expresados en base húmeda.

Para la determinación de la aceptabilidad de este producto, a nivel de 2 unidades educativas de El Tigre-San José de Guanipa (Kalil Gibran y José Gil Fortoul),

se utilizó una escala hedónica de 6 puntos, donde el 6 representa el máximo agrado y el 1 ningún agrado. De esta forma, se evaluaron la textura, consistencia, sabor y olor de cada uno de los panes. Para ello, se seleccionaron al azar una población de 30 personas de la comunidad estudiantil de básica (niños entre 9 y 12 años), secundaria y ciclo diversificado (adolescentes entre 15 y 17 años), así como de profesores (edades comprendidas entre 30 y 56 años), para la aplicación de las encuestas.

Todos los análisis de composición se hicieron por duplicado y se señaló la media de los resultados. Los valores de estos análisis, se expresaron en 100 g de muestra seca, mientras que aquellos del análisis sensorial expresado en una escala porcentual. Los datos obtenidos se procesaron a través de un análisis de varianza y prueba de comparación de medias según Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la harina de pseudofrutos de mery vs. trigo

Los resultados comparativos entre la harina de trigo la harina de mery, mostraron los mayores contenidos de proteínas (15%), grasas (3,7 g), fibras (8 g), Fe (9,2 mg 100 g⁻¹) y vitamina C (189 mg 100 g⁻¹) tal como se observa en el Cuadro, en las harinas proveniente de pseudofrutos de mery que en la de trigo, a excepción de los contenidos de Ca, K y carbohidratos. El uso de harina de mery, como sustituto de la harina de trigo, resulta en una alternativa nutricional de bajo costo, especialmente como fuente de hierro y vitamina C, a ser incorporada en este tipo de productos. Otros estudios utilizando algunos cultivos autóctonos han reflejado la posibilidad de esta sustitución, tal y como fue demostrado por Sangronis *et al.* (2006) y Ostertag y Wheatley (1993).

Pruebas de aceptación

Pan elaborado con 100% Harina de trigo

Las encuestas mostraron un comportamiento lineal significativo entre las poblaciones de niños de básica (9 a 12 años), secundaria y diversificado (15 a 17 años) y profesores (30 a 56 años). El pan elaborado con 100% de harina de trigo fue distribuido y degustado, siendo considerada la consistencia y la textura de este pan como buena, mientras que hubo una mayor aceptación por el

olor, el cual gustó mucho a los estudiantes, en tanto les fue indiferente a los educadores. En cuanto al sabor la aceptación quedó repartida entre “gusta” y “gusta mucho” (cuadro no presentado al no mostrar ninguna diferencia significativa entre los panelistas, a excepción del olor).

CUADRO. Análisis comparativo de la composición.

Componente/ 100 g muestra	Harina	
	Pseudofruto Merey	Trigo
Humedad g 100 g ⁻¹	10,6	11,4
Grasas	3,7	1,2
Proteína	15,0	13,5
Fibra cruda	8,0	2,8
Cenizas	2,6	0,6
Fe mg 100 g ⁻¹	9,2	1,8
Ca	0,6	19,0
Mg	0,8	20,0
P	0,5	---
K	1,3	125
Vitamina C	189,0	---
Taninos	0,26	---
Concentrados	N.I.	70,5
Carbohidratos		

Fuente * Sangronis *et al.* (2006), archivos latinoamericanos de Nutrición. ISSN 0004-0622.

N.I.: No informado.

Pan elaborado con 10% Harina de merey más procesada y 90% Harina de trigo

En relación a esta formulación, donde la harina de merey fue más procesada dando un aspecto más homogéneo, hubo una distribución particular en cuanto a gustos, donde la población de estudiantes entre 9 y 12 años, les gustó la consistencia, el sabor y la textura de este pan, siendo el olor un atributo determinante en la aceptación para colocarse en la categoría de “gusta mucho”.

Por su parte, los alumnos de estas unidades educativas representadas por jóvenes entre 15 y 17 años, mostraron una baja aceptación en la consistencia y textura de este

pan, mientras que para los atributos sabor y olor registraron una mayor aceptación. Los atributos se dividieron entre “disgusta poco”, “gusta poco” y “gusta” (Figura 1). El grado de aceptación de los profesores encuestados fue muy similar a aquel encontrado por los jóvenes de secundaria, donde el sabor y el olor fueron los atributos que en definitiva determinaron la aceptación de este pan elaborado con el 10% de la harina de merey más homogénea. Estos resultados, confirman que nuestras sensaciones son siempre determinadas por sentimientos de placer, indiferencia o disgusto -aceptación o rechazo- (Caldera y Pérez, 2004) y es a través de estas que tomamos la decisión hacia la compra o no de algún producto encontrado en los anaqueles de los mercados.

Pan elaborado con 10% Harina de merey menos procesada, estilo integral

La evaluación sensorial para este pan elaborado con una harina menos procesada (tipo integral), reveló la mayor aceptación para las tres poblaciones encuestadas, cuando comparado con la degustación de los otros panes (Figura 2). En este caso todos los atributos sin excepción presentaron la categoría de “gusta” y “gusta mucho” donde nuevamente el sabor y el olor tuvieron el máximo grado de aceptación.

CONCLUSIÓN

- Los resultados indican las posibilidades de uso de la harina de merey, como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de productos panificables.
- El producto elaborado con esta harina muy o poco procesada fueron de probada aceptabilidad por los estudiantes y profesores de dos unidades educativas, desde básica hasta ciclo diversificado, además de ser un importante aporte de proteínas, minerales como el Fe y vitamina C, necesarios para cubrir los requerimientos diarios de los mismos.
- Los atributos utilizados en las evaluaciones sensoriales (textura, consistencia, sabor y olor), fueron determinantes para conocer la aceptación o no, por un panel no entrenado. En este caso, los indicadores más importantes en las evaluaciones sensoriales fueron olor y sabor. Todo ello confirma la importancia en la aplicación de este tipo de análisis antes de que cualquier nuevo producto sea ofertado en el mercado.

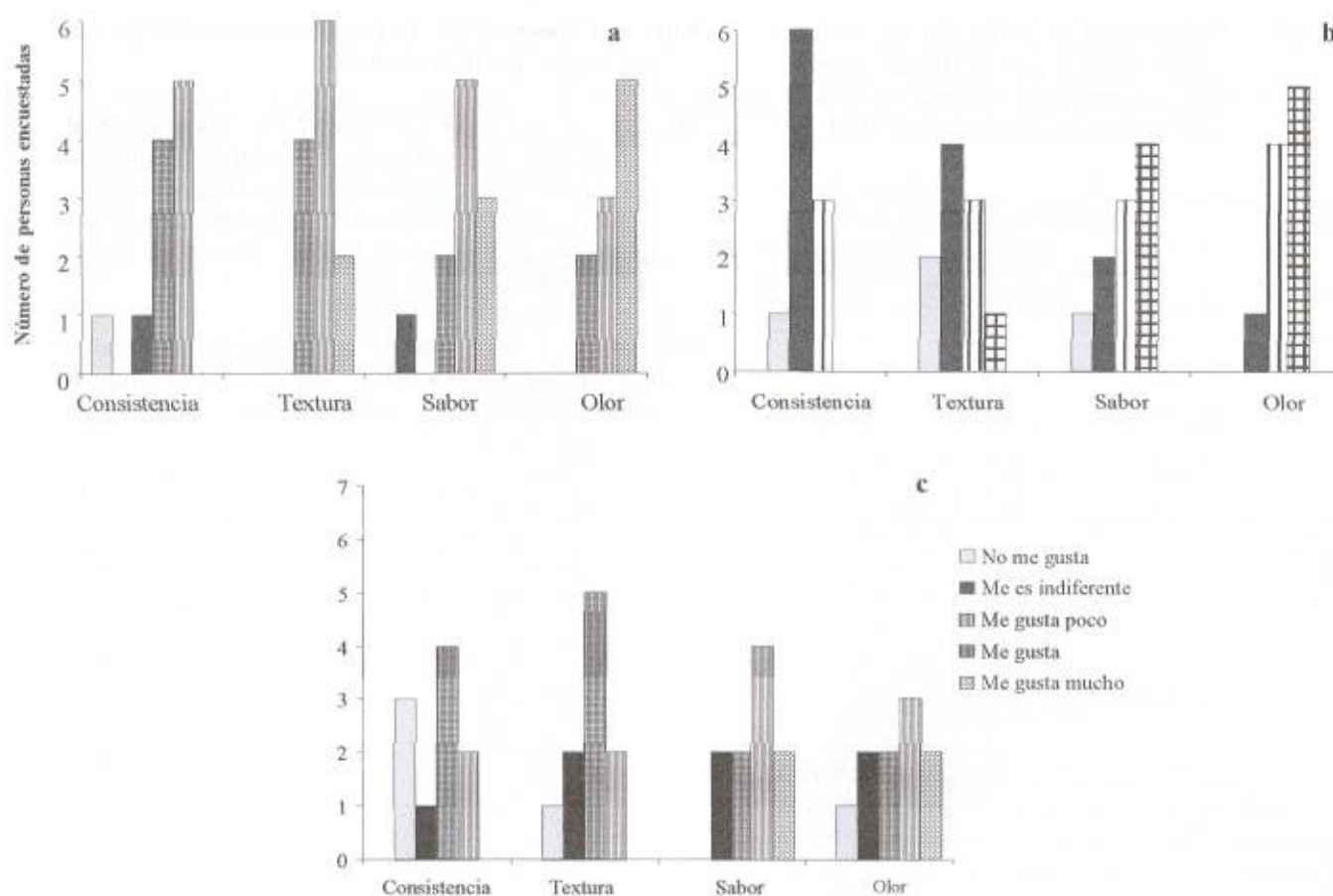


FIGURA 1. Análisis sensorial de pan elaborado con 10% harina de mery más procesada y 90% harina de trigo, sobre una población estudiantil de básica (a), secundaria y ciclo diversificado (b), y profesores (c).

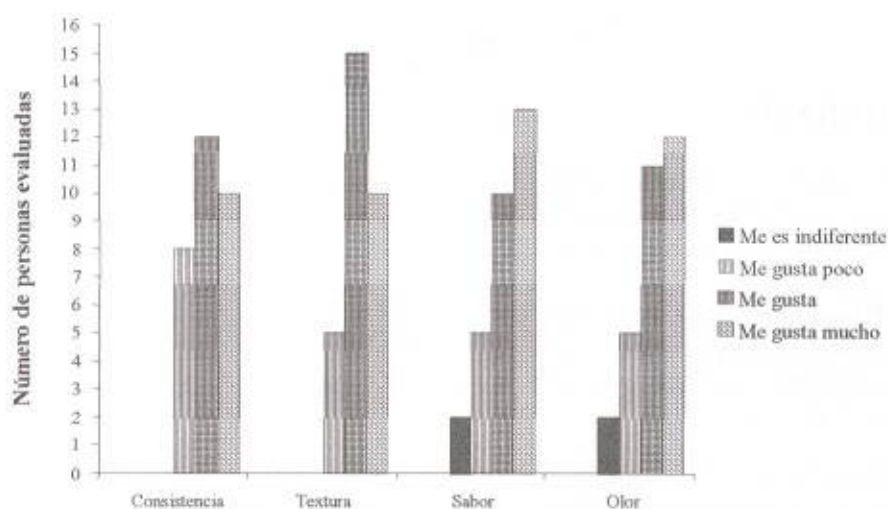


FIGURA 2. Análisis sensorial de pan elaborado con y 10% harina de mery menos procesada, estilo integral y 90% harina de trigo, sobre una población estudiantil de básica, secundaria, ciclo diversificado y de profesores.

- En relación a la formulación y procesamiento utilizado en la elaboración de estos panes, se pudo constatar la gran aceptación de ambos, cuando comparados con el pan elaborado con un 100% de harina de trigo. Sin embargo, aquel en cuya preparación se utilizó la harina menos procesada, obtuvo el mayor grado de aceptación.

RECOMENDACIONES

- a. Los autores recomiendan realizar mayor número de evaluaciones, considerando otras formulaciones, a fin de determinar que porcentaje de harina de trigo puede ser sustituido, manteniendo la aceptación del consumidor.
- b. Por otra parte, se deben evaluar otros rubros como posibles sustitutos de la harina de trigo en la elaboración de panes y otros productos panificables, lo que por un lado beneficiaría la producción y consumo de productos nacionales y por otro se garantizaría el valor agregado al producto fresco de cultivos hasta ahora subutilizados.
- c. Finalmente es necesario, de modo de garantizar la confiabilidad en la aceptación de este tipo de productos, realizar un mayor número de encuestas.

AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de nutrición del CENIAP, especialmente al Lic. José Palma, coordinador de este laboratorio, quien gentilmente prestó todo su apoyo para con los análisis bromatológicos y de análisis mineral en las muestras de harinas suministradas y al grupo de estudiantes y profesores de las U. E. José Gil Fortoul y Kalil Gibran quienes voluntariamente se ofrecieron a realizar la evaluación sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). 2000. 15th Ed. Pub. B y AOAC, Washington, D. C.

Barros, L. de M., A. R. L. de Aquino, F. F. Paiva de A. 2001. O potencial da cajucultura nas savanas tropicais. Fortaleza: Embrapa Agroindustria Tropical. 25 p.

Caldera, E. y A. Pérez. 2004. Evaluación del proceso de coagulación/filtración para la obtención de jugo clarificado del pseudofruto de merey. Tesis de Grado. Anzoátegui, Venezuela. Escuela de Química de la Universidad de Oriente (UDO), núcleo Puerto La Cruz. 120 p.

Menezes; J. B. e R. E. Alves. 1995. Fisiología e tecnologia pós colheita do pedúnculo do caja. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT. 20 p.

Ostertag G., C. F. and C. C. Wheatley. 1993. Production and marketing of cassava flour in Colombia: Annual report, expansion phase (January to December 1992). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 1993. 40 p.

Price M. L., S. Van Scoyoc and L. G. Butler. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem., 26: 1214- 1218 p.

Sangronis, E., P. Teixeira e M. Otero. 2006. Manaca, Batata y Ñame: Posibles Sustitutos del Trigo en Alimentos para dos Etnias del Amazonas Venezolano. ALAN, vol.56, no.1, 77-82 p.

Sedo M., P. 2002. El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria - nutricional. Rev. costarric. Salud pública, vol.11 (20):18-25 p.

Sindoni, M. 2005. El Cultivo del Merey en el Oriente de Venezuela. 1ª edición. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. 75 p.

Soares, J. B. 2001. O caja: aspectos tecnológicos. Fortaleza: BNB. 256 p.

Vieira da S., V. 1998. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Fortaleza: CNPCA-Embrapa, Bra. 220 p.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL FRUTO DE CARDÓN DE DATO DE LOS MUNICIPIOS TORRES Y JIMÉNEZ, ESTADO LARA, VENEZUELA

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE CACTI FRUITS OF THE MUNICIPALITY TORRES AND JIMENEZ, LARA STATE, VENEZUELA

Yanira Terán*, Ramón D'Aubeterre** y María P. de Camacaro*

* Profesores. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Estado Lara. Venezuela. E-mail: yanirateran@ucla.edu.ve.

** Investigadores. INIA. CIAE Lara. Barquisimeto, estado Lara. Venezuela. E-mail: rdaubeterre@inia.gov.ve

RESUMEN

En el estado Lara, las zonas semiáridas representan aproximadamente un 52% de su superficie total. Las especies más representativas de éste paisaje son las plantas xerófitas, entre ellas, el cardón de dato, *Lemaireocereus griseus* (Haw) Britt y Rose, de la familia Cactaceae, el cual se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la zona. El fruto de esta planta es una fuente de alimento para los pobladores locales y representa una alternativa de consumo fresco e industrial. El objetivo del trabajo fue evaluar las características físico-químicas del fruto de Cardón de Dato. Los frutos se colectaron de diferentes colores de pulpa, Roja, Blanca, Amarilla, Anaranjada y Fucsia, en los sectores de San José de los Ranchos y Quibor de los municipios Torres y Jiménez, respectivamente. Los frutos fueron evaluados en el laboratorio de Fisiología Poscosecha de frutos y vegetales de los Posgrados de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Las características físicas evaluadas fueron: Masa fresca (g): masa total del fruto (MTF), masa de pulpa más semilla (MP+S) o parte comestible, masa de la cáscara (MC), diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE) en cm y número de semillas (NS). Las características químicas evaluadas fueron: Sólidos solubles totales (SST; °Brix), pH y acidez titulable (AT; % ácido cítrico). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones y 6 frutos por repetición por cada color de la pulpa. Los resultados demuestran que las características físicas no variaron estadísticamente ($P > 0,05$). Sin embargo, los frutos de pulpa Roja presentaron los mayores valores de MTF y MP+S 36,50 y 26,76 g, respectivamente. Los frutos de pulpa Blanca presentaron la mayor MC y DP, con valores promedios de $13,98 \pm 4,46$ g y $4,30 \pm 0,44$ cm. De igual manera, los frutos de pulpa Roja tuvieron el mayor NS con 3251 ± 1173 . El mayor contenido de SST fue de $7,22 \pm 2,32$ °Brix, para los frutos de pulpa Roja. Los frutos de pulpa Roja y Blanca presentaron los mayores valores tanto en las características químicas como físicas.

Palabras Clave: *Lemaireocereus griseus*; semiárido; cactaceae; sólidos solubles totales.

SUMMARY

In Lara state, the semiarid zones represent approximately 52% of the total territory. Among the xerophytes plants found in the area can be mentioned the cactus *Lemaireocereus griseus* (Haw) Britt & Rose. This plant is well adapted to soil and climate conditions. The fruits from this plant represents a source of feeding for local people and showed a potential for fresh and industrial consumption. The objective of this research was to evaluate the chemical and physical characteristics of the fruit of the cactus *Lemaireocereus griseus* (Haw) Britt & Rose. Different colors of pulp were collected such as: Red, White, Yellow, Orange y Fuchsia in San José de los Ranchos and Quibor of the Torres and Jimenez municipality, respectively. The fruits were evaluated in the Postharvest of the fruits and vegetable laboratory of the Agronomy Graduate School of the University Centroccidental Lisandro Alvarado. The physical characteristics evaluated were: fresh mass (g): fruits total mass, pulp mass and mass skin, polar and equatorial diameter (cm) and seed numbers. The chemical characteristics evaluated were: total soluble solids TSS (°Brix), pH and total acidity (TA; % citric acid). Complete randomized design was used with five repetitions and six fruits per repetition for each colors of pulp. The results showed that red pulp fruits presented the biggest values of fruit total mass and pulp mass with values of 36.5 and 26.76 g, respectively. The white pulp fruits presented the biggest skin mass and polar diameter, with average values of 13.98 ± 4.46 and 4.30 ± 0.44 cm. Similarly, the red pulp fruits had the highest number of seed number with 3251 ± 1173 . The highest content of TSS was of 7.22 ± 2.32 °Brix for de red pulp fruits. The white and red pulp fruits presented the highest values for both: chemical and physical characteristics.

Key Words: *Lemaireocereus griseus*; semiarid; cactaceae; total soluble solids.

RECIBIDO: julio 06, 2007

ACEPTADO: septiembre 05, 2007

INTRODUCCIÓN

La familia de las cactáceas está integrada por alrededor de 2000 especies distribuidas por lugares de clima desérticos o muy secos, principalmente en América Central y del Sur (Prieto *et al.*, 2006). El estado Lara, presenta regiones áridas y semiáridas que representan una superficie importante y en el contexto agrícola, la producción de cultivos básicos se encuentra sujeta a las fuertes restricciones edafoclimáticas prevalecientes en dichas regiones. Entre las más resaltantes son: suelos con alto contenido de limo y arcillas, baja tasa de infiltración y adicionalmente la zona se caracteriza por tener baja precipitación con un promedio de 500 mm. Año⁻¹, alta radiación y altas temperaturas diurnas. Bajo estas condiciones las especies más representativas y abundantes del paisaje son las plantas xerófitas, entre ellas las cactáceas, y como ejemplo los cardones y las tunas (Suárez *et al.*, 2007).

Las cactáceas, han sido ampliamente utilizadas como alimento humano, principalmente por sus frutos y tallos, pero también forman parte de la dieta de muchos animales (Prieto *et al.* 2006).

El cardón de dato, *Lemaireocereus griseus* (Haw) Britt y Rose, pertenece a la familia de las Cactáceas, esta planta se caracteriza por pertenecer al grupo de las cactáceas columnares. La planta puede desarrollarse hasta 8 metros de altura y tiene un excelente potencial desde el punto de vista frutícola, ya que produce frutos abundantes, de buena calidad y atractivos a la vista, por encontrarse variedad de color en la pulpa o parte comestible. Los frutos son globosos, espinosos cuando están inmaduros, pero las mismas se reducen hacia la madurez. Su pulpa es comestible y de agradable sabor dulce (Hoyos, 1994).

El cardón de dato, por ser una planta xerófito, se adapta a las condiciones edafoclimáticas de las zonas áridas y semiáridas del estado, lo que representa una alternativa hortícola para los productores. En Venezuela, el cardón de dato esta estrechamente ligado a la vida del hombre de las regiones xerófitas, como el caso de los habitantes de la costa occidental de la Península de Paraguaná, donde la venta de los frutos puede contribuir económicamente en sus ingresos (Hoyos, 1994). Por ésta razón, es necesario realizar estudios que permitan generar conocimientos sobre las características de los frutos de ésta especie, ya que representa una etapa primordial en las perspectivas de procesamiento y comercialización de los frutos y de algún producto.

El objetivo de este trabajo consistió en caracterizar la composición física y química de los frutos de cardón de dato, de los municipios Torres y Jiménez del estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de cardón de dato cosechados de plantas silvestres ubicadas en los sectores de San José de los Ranchos del municipio Torres y Quibor del municipio Jiménez del estado Lara. Se evaluaron frutos en madurez de consumo, según pobladores locales y se clasificaron por grupos, según el color de la pulpa: 'Roja', 'Blanca', 'Amarilla', 'Anaranjada' y 'Fucsia'. Los frutos fueron analizados en el laboratorio de Fisiología Poscosecha de frutos y vegetales de los Posgrados de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Se seleccionaron 150 frutos al azar y se almacenaron a 20 °C por 10 días para su caracterización. Las variables analizadas fueron las siguientes:

Masa fresca (g): Los frutos fueron pesados en estado fresco, en una balanza electrónica marca AND, modelo SR-200 MKII. Capacidad 210 g y de precisión (0,01 mg) para determinar la masa total del fruto (MTF), masa de pulpa más semilla (parte comestible; MP+S) y masa de la cáscara del fruto (MC).

Diámetro del fruto (cm): Se midió el diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) de cada fruto con un vernier digital, marca Mitutoyo, 0-150mm.

La determinación de las características químicas se realizó en el jugo, el cual se extrajo de la parte comestible del fruto (MP+S) se de forma manual sobre un colador plástico, con la finalidad de obtener el jugo sin semillas.

Número de semillas (NS): El conteo de las semillas se realizó luego del filtrado de la parte comestible, se realizó un lavado y secado, para finalmente contar el total de semillas presentes en cada fruto.

Sólidos solubles totales (SST): Se midió en una porción del jugo con un refractómetro digital modelo Pelette PR-101 marca Atago, los resultados fueron expresados en grados Brix a 20 °C de temperatura, según la Norma Covenin N° 924-83 (1983). El equipo utilizado realizó la corrección por temperatura automáticamente.

pH: Se midió directamente en el jugo con un potenciómetro marca Orión modelo 420-A, según el método 945,27 de la AOAC (1990).

Acidez titulable (AT): Se pesaron 10 g del jugo y se le agregaron 50 ml de agua destilada, la solución fue titulada con NaOH 0,1 N hasta punto final de pH= 8,1 con un potenciómetro marca Orión modelo 420-A. Los resultados son expresados en % de ácido cítrico, según la Norma Covenin N°1 151-77, (1983).

Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como media y desviación típica y se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía a un nivel de significancia de 5% y cuando hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La MTF no varió estadísticamente ($P > 0,05$) en función del color de la pulpa. Sin embargo, los frutos de pulpa Roja presentaron el mayor valor, con promedio de $37,50 \pm 8,74$ g, y el menor valor los frutos de pulpa Anaranjada con promedio de $31,63 \pm 7,27$ g (Cuadro 1). Sin embargo, la MTF fue menor a la encontrada por Emaldi *et al.* (2006) en frutos de la pulpa Blanca y Roja, cuyos valores promedios fueron de $69,69 \pm 15,92$ g y $63,43 \pm 12,14$ g, respectivamente. La MP+S y MC no variaron significativamente ($P > 0,05$) en función del color de la pulpa. Sin embargo, los frutos de pulpa Roja presentaron el mayor valor de MP+S con promedio de $26,76 \pm 8,8$ g, pero los frutos de pulpa Blanca el mayor valor de MC, con promedio de $13,98 \pm 4,46$ g (Cuadro 1).

Con relación al tamaño del fruto, solamente se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el DP. Los

frutos de pulpa Blanca y Roja, presentaron mayor tamaño, con valores promedios de $4,30 \pm 0,44$ y $4,28 \pm 0,3$ cm, respectivamente (Cuadro 1). Estos resultados son menores a los encontrados por Emaldi *et al.* (2006) cuyos valores fueron de $5,01 \pm 0,37$ y $5,27 \pm 0,46$ cm para frutos de pulpa Blanca y Roja, respectivamente.

El NS por fruto varió significativamente ($P < 0,05$) en función al color de la pulpa (Cuadro 1). Los frutos de pulpa Roja presentaron el mayor NS, con un promedio de 3251 ± 1173 y los de pulpa Anaranjada la menor cantidad de semillas, con promedio de 1624 ± 468 . Estos resultados sugieren que en los frutos de cardón de dato existe una relación entre el tamaño del fruto y el NS, tal como lo demuestra Gharras *et al.* (2006) para el fruto de tuna española.

Las características químicas evaluadas variaron significativamente ($P < 0,05$) en los 5 grupos de frutos (Cuadro 2). Los SST fueron más altos para los frutos de pulpa Roja y Amarilla, con un valor promedio de $7,22 \pm 2,32$ °Brix, y $6,46 \pm 2,05$, respectivamente, mientras los frutos de pulpa Blanca presentaron el menor valor $3,77 \pm 1,63$ °Brix. Los valores encontrados de SST son bajos, al ser comparados con los obtenidos por Emaldi *et al.* (2006) cuyos valores promedios fueron de $11,33 \pm 0,58$ y $11,17 \pm 0,29$ °Brix, en frutos de pulpa Blanca y Roja, respectivamente. Asimismo, Gharras *et al.* (2006); Terán *et al.* (2003) encontraron valores mayores de SST en otros frutos similares en la zona semiárida, tal como la tuna española, *Opuntia ficus indica*.

El valor de pH fue mayor para los frutos de pulpa Anaranjada, con promedio de $5,03 \pm 0,48$ y menor para los frutos de pulpa Blanca con promedio de $4,45 \pm 0,29$ (Cuadro 2). Estos valores son similares a los señalados por Emaldi *et al.* (2006) con promedio de $5,2 \pm 0,1$.

CUADRO 1. Características físicas del fruto de Cardón de Dato.

Color de Pulpa	MFT (g)	MP+S (g)	MC	DE (cm)	DP (cm)	N° S
Roja	$37,50 \pm 8,74$	$26,76 \pm 8,81$	$10,05 \pm 3,97$	$4,07 \pm 0,3$	$4,28 \pm 0,3$ a	3251 ± 1172 a
Blanca	$36,72 \pm 11,44$	$22,73 \pm 8,03$	$13,98 \pm 4,56$	$3,75 \pm 0,45$	$4,30 \pm 0,44$ a	2518 ± 1140 b
Anaranjada	$31,63 \pm 7,27$	$21,80 \pm 5,58$	$9,83 \pm 2,82$	$4,78 \pm 0,61$	$3,59 \pm 0,48$ c	1624 ± 468 c
Amarilla	$35,64 \pm 6,28$	$26,63 \pm 5,39$	$9,01 \pm 2,72$	$3,93 \pm 0,83$	$3,72 \pm 0,33$ bc	1643 ± 255 c
Fucsia	$31,88 \pm 8,30$	$23,12 \pm 8,33$	$8,76 \pm 1,85$	$3,97 \pm 0,36$	$3,80 \pm 0,37$ b	1779 ± 648 c

Medias de diferentes letra, difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$). MFT: Masa fresca total, MP+S: Masa de pulpa más semilla, MC: masa de la cáscara, DE: diámetro ecuatorial, DP: diámetro polar y N°S: número de semilla.

CUADRO 2. Características químicas del fruto de cardón de Dato.

Color de Pulpa	pH	SST (°Brix)	AT (% Ac. Cítrico)
Roja	4,70 ± 0,30 bc	7,22 ± 2,32 a	0,012 ± 0,004 d
Blanca	4,45 ± 0,29 c	3,77 ± 1,63 c	0,036 ± 0,01 b
Anaranjada	5,03 ± 0,48 a	4,80 ± 0,69 ab	0,024 ± 0,006 c
Amarilla	4,52 ± 0,33 c	6,46 ± 2,05 a	0,061 ± 0,01 a
Fucsia	4,87 ± 0,39 ab	5,21 ± 0,61 ab	0,025 ± 0,008 c

Medias de diferentes letra, difieren significativamente según la prueba de Duncan (P<0,05). SST: sólidos solubles totales; AT: Acidez titulable.

La AT fue baja en todos los grupos de frutos (Cuadro 2). Los valores para los frutos de pulpa Roja fueron de $0,012 \pm 0,004$ y $0,036 \pm 0,01$ (% de ácido cítrico) para los de pulpa Blanca. Emaldi *et al.* (2006) encontraron que la AT fue mayor que la encontrada en el presente estudio, con valores promedios de 0,15 y 0,08 para frutos de Variedad Roja y Blanca, respectivamente.

CONCLUSIONES

- La MTF, la MP+S (parte comestible) y la MC fueron muy similares en los 5 grupos de frutos estudiados. El tamaño y forma del fruto varió para cada grupo de fruto, siendo los frutos de pulpa Roja y Blanca los más largos y los de pulpa Amarilla, Anaranjada y Fucsia los de menor tamaño.
- Los SST, el pH y la AT variaron para cada grupo, siendo los frutos de pulpa Roja los que presentaron la mayor cantidad de SST y una menor AT, indicando una buena relación brix/acidez, de gran importancia para la agroindustria.
- El cardón de dato, es una especie con un potencial, por lo que se recomienda realizar estudios de la presencia de vitaminas, pigmentos y otros componentes importantes para el consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

Emaldi, U, J. M. Nassar y C. Semprum. 2006. Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) como materia prima para la elaboración de mermelada. ALAN. 56(1):83-89 p.

Gharras, H., A. Hasib., A. Jaouad y A. El Bouadili. 2006. Caracterización química y física de tres variedades de de higos chumbos amarillos de marruecos (*Opuntia ficus -indica*) entres etapas de madurez. Cienc. Tecnol. Aliment. 5 (2): 93-99 p.

Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía N° 36. 2da Edición. Caracas. 76-78 p.

Norma Venezolana. 1983. Covenin 924-83. Frutas y Productos. Determinación de sólidos solubles totales por refractometría. 1ª Revisión. Ed. Rosales, H. Publicaciones Fundonorma. Caracas. 20 p.

Norma Venezolana. 1983. Covenin 1151-77. Frutas y Productos. Determinación de la acidez. Ed. Llopis, A. Publicaciones Fundonorma. Caracas. 12 p.

Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 1990. 15 th Ed. Arlington (VA): S Willians.

Prieto, F., S. Filardo., E. Pérez., R. Beltrán., A. Román y M. Méndez. 2006. Caracterización física y química de semillas de Opuntias (*Opuntia spp.*) cultivadas en el estado de Hidalgo, México. Bioagro 18(3):163-169.

Suárez, E. J. Tusent., C. Labarca., A. Sánchez y Z. Vitoria. 2007. Propagación de *Opuntia ficus indica* (L.) Millar mediante secciones basales y apicales de cladodios. **In:** XXVII Congreso Venezolano de Botánica. Maracaibo. 222-224 p.

Terán, Y. R. D'Aubeterre., M. Gallardo y Z. Piñero. 2003. Caracterización del fruto de tres cultivares de Tuna Española (*Opuntia ficus indica*). **In:** IX Congreso Nacional de Hortalizas. UNET. San Cristóbal. (Resumen en Memorias).

PRODUCCIÓN MASIVA DE *Trichogramma* spp., EN ANZOÁTEGUI, VENEZUELA Y SU IMPORTANCIA COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN EL CONTROL DE PLAGAS

MASS PRODUCTION OF *Trichogramma* spp., IN ANZOÁTEGUI, VENEZUELA AND ITS IMPORTANCE AS ALTERNATIVE ECOLOGICAL IN PEST CONTROL

María V. Bertorelli* y Rosaura Rengifo*

Investigadores. INIA. CIAE-Anzoátegui. Carretera Nacional El Tigre-Ciudad Bolívar. Km 5. El Tigre, estado Anzoátegui. Venezuela.
E-mail: mbertorelli@inia.gob.ve; rrengifo@inia.gob.ve

RESUMEN

La cría de *Trichogramma* en el INIA-Anzoátegui se realiza con el hospedero *Sitotroga cerealella*. El ciclo de vida de este hospedero es variable y se ve muy influenciado por las condiciones del ambiente en el que se desarrolla. Este método está basado en el uso de gabinetes de tela con armazón de madera, con cestas ubicadas en forma vertical. El sustrato utilizado para la alimentación del hospedero es el grano de sorgo el cual se coloca en las cestas (3 kg en cada una) para un total de 9 cestas por gabinete. Los gabinetes son infestados con huevos de la polilla, los cuales, luego de eclosionados comienzan a consumir los granos de sorgo. Una vez cumplido su desarrollo, caen a un frasco plástico colocado en el embudo del gabinete. Los frascos son recolectados, etiquetados y pasan por un proceso de cernido diario, frente a un extractor de aire, con el propósito de obtener los huevos del insecto. Parte de estos huevos son destinados para iniciar nuevas colonias de la polilla y el resto son pegados con goma arábiga en cartulinas de 25 pulg para ser almacenadas para la venta. Una vez pegados los huevos de *Sitotroga* en las cartulinas, estos se colocan en frascos con los adultos de *Trichogramma* ya emergidos en una relación 1:4. Posteriormente las cartulinas parasitadas son colocadas en una mesa de deslarve con el fin de eliminar las larvas de los huevos no parasitados. El ciclo de producción óptimo obtenido en INIA-Anzoátegui entre abril y junio del 2007 estuvo basado en promedios de temperatura con valores que variaban entre 26,4, y 26,7 °C y entre 61,2 y 70,4% de humedad relativa. En cuanto a la producción de *Trichogramma* el promedio diario de gramos de huevos de *Sitotroga* por gabinete estuvo entre 1,3 y 5,5 g y la mayor cantidad de huevos parasitables (164,2 g) se obtuvo el mes de junio. La producción de *Trichogramma* para este primer ciclo fue de 148,56 g (1 475 pulg²) de producto del las cuales 950 fueron liberadas en campo.

Palabras Clave: Cría masiva; *Trichogramma*; producción; parasitoide; Anzoátegui.

SUMMARY

In the rearing of *Trichogramma* in INIA-Anzoátegui is used the host *Sitotroga cerealella*. The life cycle of this insect is variable and is influenced by the environmental conditions that it is developed. The rearing method is based on the use of material cabinets with a wood skeleton, and baskets located vertically. The substrate used for the host feeding is sorghum which is located in the baskets (3 kg per each one) for a total of 9 baskets per cabinet. The cabinets are infested with the moth eggs that after emerged start to eat the sorghum grain. Once accomplished its development they fall in the plastic jar situated in the cabinet funnel. The pots are collected, labeled, and go to a process of daily sieving with the help of an air extractor with the purpose to obtain the eggs of the insect. Part of these eggs are set aside for start new colonies of the moth and rest are glued to a 25 pulg² card in order to be stored for selling. Once the *Sitotroga* eggs are glued to the cards they are placed in the pots with already emerged adults in a 1:4 relation. Later the parasited cards are located in a table in order to eliminate the larvae of the non-parasited eggs. The optimal production cycle obtained in INIA-Anzoátegui between April and June of 2007 was based on temperature averages with values that were between 26,4 y 26,7 °C and between 61,2 and 70,4% of relative humidity. In the case of *Trichogramma* production, the daily average in grams of *Sitotroga* eggs per cabinet was between 1,3 and 5,5 g and the higher quantity of parasitables eggs (164,2) was obtained in June. *Trichogramma* production for the first cycle was 148,56 (1475 pulg²) of the product with 950 were liberated in the field.

Key Words: Massive rearing; *Trichogramma*; production; Anzoátegui; parasitoid.

RECIBIDO: septiembre 06, 2007

ACEPTADO: octubre 05, 2007

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo pasado, se determinó que el uso indiscriminado de los insecticidas en los sistemas agrícolas ha traído una serie de consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para el hombre. Es también conocida la experiencia general de que una sola medida de control de plagas agrícolas no resuelve el problema y que al contrario, puede resultar en nuevas y más serias dificultades (Giraldo, 1988).

El control biológico es un componente muy importante en los programas de Manejo Integrado de Plagas que utiliza recursos naturales para mantener las poblaciones de especies dañinas en cultivos por debajo de niveles que causen daño económico (García, 2004).

Los artrópodos entomófagos más usados para el control de insectos plagas pueden ser clasificados como:

1) parasitoides: individuos que viven y se alimentan de un huésped hasta causarles la muerte, siendo su fase activa el estado larval; y los adultos que son de vida libre, pueden ser herbívoros, nectívoros o depredadores. Los parasitoides pueden clasificarse según su hábito alimenticio en: parasitoides de huevos (*Trichogramma* spp., y *Meteorus* spp.), de larvas (*Euplectus* spp., y *Cotesia flavipes*) y de pupas (*Muscidifurax* spp.).

2) los depredadores son insectos o ácaros polífagos que actúan sobre diferentes estados biológicos de sus presas hasta causar su muerte. En algunos casos pueden inyectar toxinas y enzimas digestivas a su víctima para facilitar su alimentación (*Chrysoperla carnea* y *Orius tristicolor*).

En Venezuela, los primeros intentos para establecer crías masivas de *Trichogramma* fueron iniciadas en la década del 70, por el entomólogo Rafael Navarro, en la Estación Experimental Portuguesa, antiguo FONAIAP, para el control de plagas en el cultivo del algodón, principalmente (Giraldo, 1988).

Las sabanas orientales venezolanas han sido por sus características edafoclimáticas una importante zona potencial para la agricultura. En esta región se han desarrollado importantes programas de frutales, maíz, yuca y sorgo semilla. Mediante un proyecto propuesto y ejecutado por el entomólogo Humberto Giraldo, bajo el Programa Agropecuario CORPOVEN-FONAIAP,

entre 1986-1987 fueron creados los laboratorios de *Trichogramma* ssp., y *Telenomus remus* en las instalaciones del INIA -Anzoátegui con el fin de atender las necesidades de control de plagas de los productores de la región (Giraldo, 1988).

En sus inicios el laboratorio de *Trichogramma* mantuvo su producción con un total anual de 7 225 pul g² de las cuales una parte fue vendida a los productores de la zona y el resto donada con fines de investigación. A finales de 1991 se inició un exitoso programa de Manejo Integrado de Plagas en el Tigre, Edo. Anzoátegui donde fueron atendidas alrededor de 1 990 ha logrando una reducción del costo de control de plagas con un ahorro de al menos 8 550 Bs ha⁻¹ en una época que el dólar alcanzaba los 170 bolívares (Ferrer, 2001).

El laboratorio prestó servicios a los productores agrícolas de los estados Anzoátegui, Bolívar y Monagas hasta el momento de su cierre debido a la caída de la demanda del producto por el debacle que sufrió la agricultura en la región.

Actualmente con el incremento de la producción agrícola (más de 10 000 ha entre maíz, yuca y sorgo) en la zona el establecimiento de la cultura ecológica en muchos de los productores tradicionales de este estado se hace indispensable la reactivación de estos laboratorios con el fin de proveer a los productores de los insumos necesarios para el control de las plagas y enfermedades que atacan sus cultivos.

De igual manera, la agricultura de pequeña escala para la producción de hortalizas y vegetales a través de la tecnología de organopónicos y huertos intensivos así como el desarrollo de fincas para la producción de semillas fundamentalmente en el cultivo de yuca hacen de esta tecnología una herramienta fundamental para el manejo ecológico de los cultivos.

Es importante recalcar que en la actualidad muchos de los laboratorios de cría masiva de parasitoides y entomopatógenos en el país han cerrado sus puertas y los pocos que están activos se encuentran ubicados en sitios alejados de la zona de producción dificultando al productor la obtención de los insumos para el establecimiento de planes de control centrados en una agricultura ecológica y sostenible. El laboratorio del INIA-Anzoátegui se ha convertido en referencia nacional para capacitaciones y suministro de cepas para el arranque y desarrollo de otros laboratorios gubernamentales que se están creando en el país (SASA).

El objetivo del siguiente trabajo es presentar en una forma resumida y sencilla la metodología utilizada en Venezuela para la cría masiva del parasitoide *Trichogramma* spp., y algunos de los resultados obtenidos utilizando este método de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de *Trichogramma* spp.

Los insectos de la familia Trichogrammatidae están representados por un grupo de diminutas avispas parásitas las cuales generalmente atacan huevos de varios insectos muchos de los cuales tienen importancia económica. Estos insectos son parasitoides exclusivos de orden Lepidoptera, pero, también pueden atacar huevos de Hymenoptera, Neuroptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera (Amaya, 1998). En los huevos parasitados por el adulto de esta avispa se detiene el desarrollo de las larvas del hospedero siendo reemplazados por la formación de nuevos adultos de los benéficos, los cuales al multiplicarse en el campo, incrementan los porcentajes de parasitismo natural (García *et al.*, 2004).

Trichogramma spp., es una avispa de aproximadamente 0,30 mm de longitud, de color amarillo, con el abdomen y algunas partes del tórax de color oscuro y ojos rojos. Las alas anteriores son membranosas, sin venación anchas, y redondeadas y tienen pequeñas setas en su superficie colocadas en hileras (Amaya, 1998).

Ciclo de vida

El ciclo biológico de este parasitoide es corto y generalmente es completado en 8 días. A las 24 horas de parasitado el huevo del hospedero de *Trichogramma* emerge una larva pequeña que puede durar 5 d para convertirse en pupa que alcanza su estado adulto a los 2 d. Algunos estudios realizados por Gutiérrez (1966), citado por Lingran (1969), ha señalado que la hembra puede ovipositar de 20 a 30 huevos durante su vida observándose el mayor número de oviposiciones a las 48 h después de la emergencia.

Cría masiva de *Trichogramma* spp.

La cría masiva de *Trichogramma* spp., en huevos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) fue iniciada por Flanders en 1929 y su metodología, aunque con algunas innovaciones, sigue siendo utilizada hasta hoy.

Método de cría utilizado en el INIA-Anzoátegui

Cría del hospedero *Sitotroga cerealella*

Para la cría del hospedero se usa una estructura llamada gabinete, cuya parte superior está formada por una armazón de madera de 0,90 m x 1,60 m y en la parte inferior se encuentra un embudo plástico unido a un pote de boca ancha (Figura 1). Cada gabinete aloja en su interior 10 cestas elaboradas con un marco rectangular de madera (0,80 x 0,60 m) forrado por una malla plástica (Figura 2).

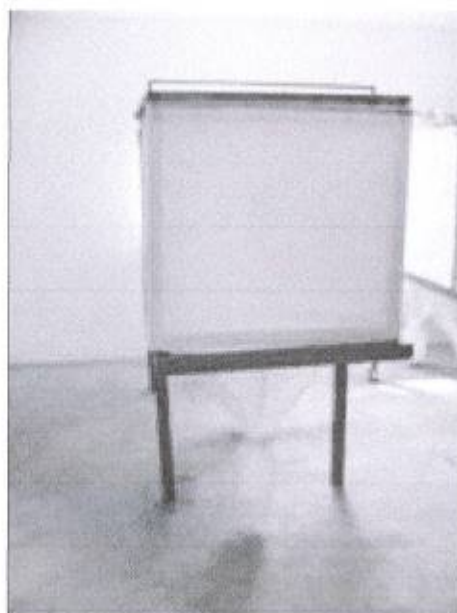


FIGURA 1. Gabinete de cría.



FIGURA 2. Cesta.

Inicialmente las cestas son cargadas con semillas de sorgo, el cual es el sustrato utilizado para la alimentación de esta polilla. La literatura recomienda trigo, pero, debido a que en la zona abunda el sorgo, dando buenos resultados en la producción se ha venido utilizando en este proceso con mucho éxito.

Posteriormente los gabinetes son infestados con huevos de la polilla los cuales una vez eclosionados comienzan a consumir los granos de sorgo ocurriendo todos los estados larvales alimentándose de la semilla. Una vez cumplido su desarrollo las larvas pasan a estado de pupa y adulto ocurriendo este ciclo en aproximadamente un mes.

Luego las polillas caen a un frasco plástico colocado en el embudo del gabinete. Los frascos son recolectados, etiquetados y colocados en un estante diariamente con el fin de obtener los adultos de la polilla. Estos frascos pasan por un proceso de cernido diario frente a un extractor de aire (para eliminar desechos como escamas, patas, alas y adultos muertos) por 3 ó 4 d con el fin de obtener los huevos del insecto (Figura 3). Parte de estos huevos son destinados para iniciar nuevas colonias de la polilla y el resto son pegados con goma arábiga en cartulinas de 25 pulg² para ser almacenadas para la venta (Figura 4).

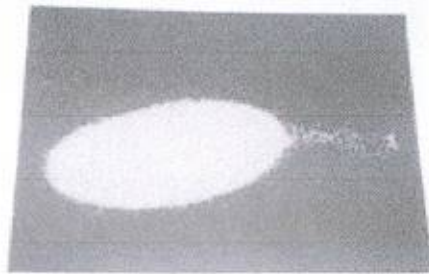


FIGURA 3. Huevos de *S. cerealella*

Recientemente se han realizado cambios en la estructura del gabinete de madera o metálicos tradicionalmente usado en Venezuela. Ese cambio consiste en usar 1/3 parte de los pipotes metálicos de 200 l, suspendidos individualmente o en baterías de varios pipotes, en un armazón de madera o metálico; las bandejas para colocar las semillas, pueden ser dispuestas en forma vertical tradicional u horizontalmente para ahorrar espacio (Amaya, 1998).

En este último caso, el número de bandejas por gabinete depende de la capacidad del recipiente, pero se aproxima a 7 u 8. La capacidad de semilla a colocar en la bandeja esta cerca de 12 kg para una producción continua durante 60 d.

Es importante dejar espacio suficiente para la aireación del gabinete y el movimiento de las polillas. La parte superior de los gabinetes se tapan con tela Praga de color negra la cual se fija con bandas de goma anchas. Este método de producción masiva ha sido evaluado con las especies *T. pretiosum* y *T. caiaposi* (Amaya, 1998).



FIGURA 4. Pegado de huevos.

Cría de avispas de *Trichogramma*

Una vez pegados los huevos de *Sitotroga* en las cartulinas estos se encuentran listos para ser parasitados por la avispa. Las cartulinas con los huevos sin parasitar se colocan con las cartulinas parasitadas en una relación 4:1. De allí emergerán las avispas que parasitarán los huevos no parasitados de *Sitotroga*. Este proceso debe durar 48 h para lograr un buen parasitismo. Posteriormente las cartulinas parasitadas son colocadas en una mesa de deslarve con el fin de eliminar las larvas de los huevos no parasitados las cuales caen en hilos de seda al piso impregnado de gasoil donde mueren.

Las cartulinas parasitadas pueden ser entregadas al productor de manera que liberen las avispas una vez emergidas. El resto de los huevos parasitados será usado en el laboratorio para la multiplicación del parásito y continuar con el proceso de cría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos generales sobre la cría del hospedero *Sitotroga cerealella*

El ciclo de vida de este hospedero es variable y se ve muy influenciado por las condiciones del ambiente en el que se desarrolla, siendo este, un factor importante a considerar para su uso en la obtención del parasitoide *Trichogramma*. La temperatura y humedad relativa del ambiente son dos variables que afectan la producción de huevos de *Sitotroga*, modificando tanto la cantidad, como el tiempo de oviposición de los mismos.

Según Amaya (1998), una temperatura promedio de 26 ± 2 °C y 70 ± 5 % de humedad relativa, se considera óptima para disminuir el período de incubación de los huevos. En el laboratorio de producción de *Trichogramma* del INIA-Anzoátegui se ha logrado establecer un ciclo de producción manteniendo un rango de temperatura y humedad que es registrado diariamente con el fin de determinar los valores óptimos para estas condiciones de cría.

Los promedios de temperatura registrada, para los meses de abril, mayo y junio fueron de 26,4, 26, 5 y 26,7, respectivamente y de 61,2, 69,0 y 70,4% de humedad relativa para los mismos meses, observándose un incremento para ambas variables que favoreció la producción (Cuadro 1). Con estos valores se presentó la aparición del hospedero en etapa adulta entre 20 y 25 d a partir de su inoculación en el sorgo contenido en los gabinetes, teniendo este ciclo una duración de hasta 6 meses aproximadamente, momento en que comienza a bajar la producción de los mismos.

CUADRO 1. Promedio mensual de la temperatura y humedad relativa registrada en el 2007 en el laboratorio de *Trichogramma*.

Mes	Temperatura promedio (%)	Humedad promedio (%)	Promedio de producción de <i>Sitotroga</i> (g/gabinete)
Abril	26,4	61,18	1,3
Mayo	26, 5	69,02	4,1
Junio	26,7	70,4	5,5

En la literatura, el tiempo de aparición de los adultos esta estimado entre 20 y 40 días con un tiempo de producción entre 3 y 5 meses, siendo esta variación determinada por las condiciones de cría que se manejen en el laboratorio. En el laboratorio de *Trichogramma* el promedio diario de gramos de huevos de *Sitotroga* por gabinete se encuentra entre 1,3 y 5,5 g, y la mayor cantidad de huevos parasitables (164,2 g) se obtuvo el mes de junio (Cuadro 2).

Actualmente este laboratorio cuenta con 70 gabinetes y su ciclo de producción ha sido dividido en dos (35 gabinetes en cada ciclo), con la finalidad de mejorar el manejo de la metodología y garantizar una continuidad de la producción.

Producción de *Trichogramma* spp.

El proceso de multiplicación del *Trichogramma* esta condicionado por la producción diaria de su hospedero, debiendo emplearse entre 12 y 15 g de huevos de *Sitotroga* por cada cartón de 25 pulg² basados en una relación 1: 4 parasitoide-hospedero. En el laboratorio se registró la producción semanal de *Trichogramma* para este primer ciclo de 35 gabinetes y se encontró que en los primeros 30 d del ciclo la producción del hospedero en cuanto a calidad cantidad de huevos blancos (parasitables) no garantizó una efectiva parasitación. Cuando el ciclo alcanzó su segundo mes en producción activa, el promedio de huevos parasitables aumentó (4,1 g/por gabinete), tendencia que se mantuvo para el siguiente mes, lo que permitió manejar un ritmo de producción tanto para el autoabastecimiento del laboratorio como para iniciar la liberación experimental del producto en el campo, procedimiento necesario para la evaluación de la efectividad del mismo. Con esta producción de *Sitotroga* se obtuvo un máximo de 59 cartones de 25 pulgs² parasitados por *Trichogramma*, lo que equivalen a 148,56 g de producto para el primer trimestre del 2007 (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

- La cría de *Sitotroga cerealella* como hospedero para la multiplicación de *Trichogramma* en el laboratorio fue efectiva con un rango de temperatura que varió entre 26,4 a 26,7 y 61,2 a 70,4 de humedad relativa.
- Se obtuvo una producción máxima de huevos de *Sitotroga* de 164,2 g para el final del primer trimestre del año 2007 lo cual se considera un valor óptimo al ser obtenidos valores de producción diaria elevados los cuales estuvieron entre 1,3 y 5,5 gramos/gabinetes.

CUADRO 2. Promedio de la producción mensual de *Trichogramma*, en el año 2007.

Producción por mes	Promedio g día ⁻¹ Huevos <i>Sitotroga</i> (por gabinete)	Producción mensual de Huevos <i>Sitotroga</i> (g)	Gramos de huevos parasitados por de <i>Trichogramma</i>	N° de cartones* Liberados en campo	N° de cartones* Almacenados
Abril	1,3	40	–	–	–
Mayo	4,1	123,96	64,28	18	27
Junio	5,5	164,2	84,28	20	39
Total/Trimestre	10,9	328,16	148,56	38	66

*1 cartón corresponde a 25 pulg².

- Al aumentar la producción del hospedero, se logró mantener una producción continua de *Trichogramma* que alcanzó las 1 475 pulg² (84,28 g) de producto para el mes de junio del año 2007, esta producción favoreció las comunidades agrícolas de la zona donde se liberaron al menos 950 pulg² del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, M. 1998. *Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Colombia. Impresos Técnicos Litográficos. 176 p.
- Ferrer, F. 2001. Biological control of agricultural insect pest in Venezuela; advances, achievements, and future perspectives. *Biocontrol News and Information*. 22(3):67-74 p.
- Flanders, S. 1929. The mass production of *Trichogramma pretiosum* Riley and observations on the natural and artificial parasitism of codling moth eggs. *Trans. 4th. Int. Congr. Ent.*, 2:110-130 p.
- García, F. 2004. ¿Qué es el control biológico? **In:** Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonia. 15-16 p.
- García, F., Amaya, M. y Jiménez, J. 2004. Parasitoides en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonia. 15-16 p.
- Giraldo, H. 1988. Manejo Integrado de Plagas. Experiencias de control biológico en Venezuela. **In:** Manejo y liberación en los cultivos del parásito *Trichogramma* spp. Programa Agropecuario CORPOVEN-FONAIAP. 57 p.
- Lingran, P. 1969. Approaches to the management of *Heliothis* spp. **In:** Proceedings of the Tall Timber conference on ecological animal control by habitat management. 1^a Tallahassee. 227 p.

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE FRUTOS DE CINCO VARIEDADES DE MANGO EN CONDICIONES DE SABANA DEL ESTADO MONAGAS

SOME PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF FRUITS OF FIVE VARIETIES OF HANDLE IN CONDITIONS OF SHEET OF THE CONDITION MONAGAS STATE

Alcibíades Carrera*, Delvalle Mark* y Ramón Gil*

*Investigadores. INIA. CIAE-Monagas. E-amil: acarrera@inia.gob.ve

RESUMEN

El mango, *Mangifera indica* L., es un fruto con ventajas comparativas y competitivas, con alta potencialidad y demanda en el mercado nacional e internacional. Frutos provenientes del Campo Experimental Santa Bárbara, estado Monagas, se evaluaron para determinar algunas características físico-químicas. Las variedades estudiadas fueron: Haden, Kent, Keitt, Palmer y Tommy Atkins. Los análisis físico-químicos realizados fueron: longitud y diámetro del fruto, peso, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, relación SST/acidez (AT) y pH. Los resultados indican que la variedad Palmer alcanzó 698,37 g, correspondiendo al mayor peso y la variedad Haden el menor peso con 345,13 g; el mayor contenido de SST fue para la variedad Haden con 9,17% y el menor valor en las variedades Kent y Palmer con 6,33%; aunque estadísticamente no hubo diferencia, la AT fue mayor en la variedad Keitt con 0,29% y menor para Kent con 0,16%; en cuanto a relación SST/AT, el valor mayor fue para la variedad Kent con 39,58% y menor para Keitt con 26,20%.

Palabras Clave: *Mangifera indica* L.; cultivares; calidad; características.

SUMMARY

The mango is a fruit with comparative and competitive advantages, with discharged potentiality and demand in the national and international market. Coming fruits of the Santa Barbara Experimental field, Monagas State, were evaluated to determine some physical-chemistry characteristics. The studied varieties were: Haden, Kent, Keitt, Palmer and Tommy Atkins. The analysis physical-chemistries were: length and soluble diameters of fruit, weight, solids soluble total (SST), titratable acidity (TA), relation SST/acidity and pH. The results show that the variety Palmer reached 698,36g, corresponding to the greater weight and the Haden variety the smaller weight with 345,13 g; the greater content of SST was for Haden variety with 9,17% and the smaller value in the varieties Kent and Palmer with 6,33%; the TA was greater in the Keitt variety with 0,29% and minor for Kent with 0,16%; according to SST/TA relation, the greater value was for variety Kent with 39,58% and minor for Keitt with 26,20%.

Key Words: *Mangifera indicata* L.; cultivate; quality; characteristics.

INTRODUCCIÓN

El mango, *Mangifera indica* L., constituye una de las especies que mejor se adapta a las diversas condiciones de suelo y clima del país, siendo las sabanas orientales una de las áreas de mayor potencialidad; sin embargo, son poco los estudios realizados en el oriente del país en cuanto a características y calidad del fruto. Los cultivares de mayor aceptación son provenientes de regiones subtropicales por lo tanto, se hace necesario su evaluación en nuestras condiciones.

Laboren *et al.* (1992) evaluó frutos de mango de las variedades Haden, Keitt y Kent, provenientes del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Venezuela, cosechados en estado de madurez fisiológica, presentando valores de sólidos solubles totales (SST) promedio de tres años consecutivos de 4,8; 4,6 y 4,0 respectivamente.

Por su parte, a De Souza *et al.* (1984), evaluaron 11 variedades de mango, entre los que se encontraron los cv., Haden y Keitt producidos en Visconde do Río Branco, Minas Gerais. Los valores encontrados fueron 9,81% y 11,82% en SST; acidez titulable (AT) 0,28 y 0,30%; relación SST/AT: 37,01 y 40,51; peso promedio: 433,6 g y 576,5 g, para Haden y Keitt, respectivamente.

En otros trabajos Avilán y Dorantes (1991), determinaron peso de frutos del huerto del campo Experimental del CENIAP, Maracay señalando valores promedio de 380 g para Haden, 550 g en Tommy Atkins, 660 g en Palmer, 680 g en Kent y 850 en Keitt.

En frutos de mango cv., Palmer, cosechados en estado verde preclimaterico, en el Jardín Botánico de la Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Zambrano y Materano (1999), mostraron valores de 11,61% de SST y 0,67% de AT. También Silva *et al.* (2001), evaluaron frutos de mango cv., Tommy Atkins, procedentes de Polo Agrícola Mossoró-Assu, RN, Brasil, los mismos presentaron valores de 7,46% de SST y 0,16% de acidez titulable.

En este trabajo se evaluaron algunas características físico-químicas de 5 variedades con potenciales para satisfacer el mercado interno y externo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron tres frutos por cada una de las variedades: Tommy Atkins, Haden, Keitt, Palmer y Kent, cosechados en etapa de madurez fisiológica, pertenecientes

al huerto del Campo Experimental Santa Bárbara, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en Santa Bárbara, estado Monagas, municipio Santa Bárbara, con 9° 36' 18" latitud norte y 63° 37' 06" longitud oeste; 195 m de altura y 1 100 mm de precipitación, temperatura promedio 26 °C, zona de vida bosque seco Tropical, con sabanas isohipertermica bien drenada, Ewel *et al.* (1968); determinándose peso, longitud y diámetro del fruto, AT (AOAC 924,15), SST (AOAC 920,151), pH (AOAC 981,12) y relación SST/AT.

Para el análisis químico se vertieron 5ml de jugo de mango en un beaker de 50 cc al cual se le agregó 20 ml de agua destilada más 4 gotas de fenoltaleina, como indicador. Los SST se determinaron mediante un refractómetro portátil, colocándose 2 ó 3 gotas del jugo en la laminilla de muestra. La relación SST/AT, se calculó dividiendo los valores de SST entre los valores de la AT. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza convencional, las diferencias entre los promedios se determinaron mediante la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1, muestra los valores, en donde se observa el largo del fruto, siendo Palmer, significativamente la de mayor longitud con 15,00 cm y Haden, el menor valor con 9,66 cm. En diámetro, Kent mostró, significativamente mayor valor con 10,58 cm, respecto al menor valor para el cultivar Haden, con 8,12 cm.

En peso de fruto, existe una diferencia significativa muy marcada entre la variedad de mayor peso, Palmer y Haden, la de menor peso. Palmer muestra 698,37 g; superior a los 660,00 g señalado por Avilán y Dorantes (1991).

Haden muestra un peso de 345,13 g, inferior a los 380,00 g y 433,60 g presentados por Avilán y Dorantes (1991) y De Souza *et al.* (1984), respectivamente. Así mismo, los valores, en Keitt, con 536,80 g, son menores a los 576,50 g presentados por De Souza *et al.* (1984), y a los 850,00 g mostrados por Avilán y Dorantes (1991). El peso de Tommy Atkins 508,23 g, igualmente, Kent, con 647,67 g son inferiores, respectivamente a los 550 g y 680,00 g mostrados por Avilán y Dorantes (1991). Se pudiera inferir que las diferencias observadas en las variedades, esta influenciada, entre otras, por las condiciones agroclimáticas de estas regiones.

CUADRO 1. Valores promedio de algunos parámetros físicos determinados en mangos provenientes de Santa Bárbara, estado Monagas.

Variedad	Medidas del fruto (cm)		Peso Fruto (g)
	Longitud	Diámetro	
Palmer	15,00 a	9,60 ab	698,37 a
Kent	11,01 bc	10,58 a	647,67 ab
Keitt	12,10 b	9,36 b	536,80 bc
Tommy Atkins	11,06 bc	9,52 ab	508,23 c
Haden	9,66 c	8,12 c	345,13 d

El Cuadro 2, muestra las variables químicas evaluadas, en el mismo, se encontró significancia entre los valores de SST de 6,33% para Kent y Palmer y 9,17% para Haden.

El porcentaje en el cultivar Palmer, es inferior al 11,61% reflejado por Zambrano y Materano (1999). El valor de SST en el cultivar Haden, es superior al 4,80% presentado por Laboren *et al.* (1999), así mismo, el contenido en la variedad Kent es mayor al 4,00% señalado por este mismo autor. El porcentaje de SST mostrado en Tommy Atkins (8,33%) es mayor a los señalados por Silva *et al.* (2001).

CUADRO 2. Valores promedio de algunos parámetros químicos determinados en mangos provenientes de Santa Bárbara, estado Monagas.

Variedad	Sólidos solubles (%)	Acidez Titulable (%)	Sólidos Solubles	
			Acidez Titulable	pH
Haden	9,17 a	0,23	39,86 a	3,84
Kent	6,33 b	0,16	39,58 ab	4,03
Tommy Atkins	8,33 ab	0,23	36,23 ab	3,70
Palmer	6,33 b	0,20	31,67 ab	3,90
Keitt	7,50 ab	0,29	25,86 b	3,68

Los altos valores en SST son importantes cuando el fruto es utilizado para la industria, dado que estos sólidos son azúcares, De Souza *et al.* (1984). Esta variable es utilizada como indicador de cosecha; sin embargo, los resultados muestran diferencia entre variedades, así como en una misma variedad, entre localidades, al compararlo con los resultados mostrados por Zambrano y Materano (1999), Laboren *et al.* (1999) y Silva *et al.* (2001); estas características se deben considerar al momento de seleccionar una variedad, tomando en cuenta el uso final del fruto y las exigencias del gusto del consumidor.

La AT es una variable importante en la determinación de las características organolépticas del fruto, dado que mide el porcentaje de ácidos orgánicos, componente importante del sabor del fruto, De Souza *et al.* (1984). En el trabajo, no se observó diferencias significativa entre variedades; sin embargo, el menor valor lo presentó la variedad Kent, con 0,16% y un máximo para la variedad Keitt con 0,29%, valor similar al 0,30% encontrado por De Souza *et al.* (1984).

La relación SST/AT, es importante para el consumo del fruto al natural, De Souza *et al.* (1984), dado que indica la relación entre el grado de dulzor y acidez de la fruta; en este caso, el menor valor determinado en Keitt, con 25,86% resultó significativo al compararlo al máximo valor de Haden con 39,86%; sin embargo, Kent, con 39,58% no difiere del resto de las variedades.

Los valores observados de Haden, son similares a los 37,01% señalados por De Souza *et al.* (1984); pero en el caso de Keitt, existe una diferencia muy marcada al compararlo con valores de 40,51%, presentados por el mismo autor.

Los valores de pH son tomados en cuenta en la industrialización de la fruta, en la elaboración de jaleas, De Souza *et al.* (1984); en este caso no hubo diferencia significativa, sin embargo, los valores obtenidos estuvieron entre 3,68 para Keitt y 4,03 para Kent.

CONCLUSIONES

- Para las condiciones de sabana del estado Monagas, las cinco variedades estudiadas poseen características de calidad capaces de satisfacer los requerimientos para la exportación, consumo local y la agroindustria.

- Los cultivares Haden, Tommy Atkins y Keitt, presentaron los mayores contenidos de SST, Haden, la mayor relación SST/AT y, Palmer el mayor peso.

BIBLIOGRAFÍA

- Avilán, L. e I. Dorantes. 1991. Variedades de mango. FONAIAP. Carta Agrícola. Año 13 N° 1.
- De Sousa S, A. J. R. Pinheiro, R. V. R. Pinheiro, J. C. Gómez, A. C. G. de Souza y J. B. P. Chaves. 1984. Comparacao de onze variedades de manga producidas em Vizconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e a elaboracao de geleias. Revista Ceres Vol. 31(178):464-478
- Ewel, J., A. Madriz A. y J. Tosi J. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. MAC-Fonaiap. Ed. Sucre. 2da ed. 265 p.
- Laborem, G. E., F. J. Reyes y L. Rangel. 1992. Maduración del mango previo almacenamiento a baja temperatura. Fruits 47(3):419-423.
- Silva, A. et J. B. Menezes. 2001. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. Sci. agric. [online]. vol. 58, no. 1, pp. 67-72.
- Zambrano, J. y W. Materano. 1999. Efecto del tratamiento de inmersión en agua caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango. Agronomía Trop. 49(1):81- 92.

EFFECTO DEL SOMBREAMIENTO ARTIFICIAL SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE LEGUMINOSAS PROMISORIAS COMO COBERTURA EN PALMA ACEITERA EN EL ESTADO MONAGAS

EFFECT OF THE ARTIFICIAL SOMBREAMIENTO ON THE ESTABLISHMENT OF PROMISSORY LEGUMINOSAS LIKE COVER IN OIL PALM IN MONAGAS STATE

Renny Barrios*, Andry Arteaga*, Hermes Calzadilla*, Federico Barreto*, José Fariñas*

* Investigadores. INIA. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Monagas (CIAE-Monagas). San Agustín de La Pica, vía Laguna Grande. Apdo. Postal 184. Maturín, estado Monagas. E-mail: rbarrios@inia.gov.ve

RESUMEN

El uso de especies de leguminosas como coberturas vivas constituye una alternativa para incorporar elementos de sostenibilidad a los sistemas de producción agrícola. En el caso de los cultivos perennes se requiere superar las limitaciones en cuanto al establecimiento y persistencia de las leguminosas debido a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas cuando se reduce la luminosidad a nivel del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del sombreado artificial sobre el comportamiento de las especies de leguminosas *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoii* y *Pueraria phaseoloides*. El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental del INIA Monagas ubicado al Noreste de Maturín. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas, con la sombra como parcela principal, las especies leguminosas en las sub-parcelas y las fechas de evaluación como sub-sub-parcelas, para un total de 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se evaluó el índice de cobertura a través del tiempo durante un período de 150 días. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de promedios para analizar los resultados. Los resultados mostraron que el mejor comportamiento del índice de cobertura lo presentaron *P. phaseoloides*, independientemente del sombreado, y *D. ovalifolium* bajo sombra, los cuales fueron similares entre sí y superiores al resto de los tratamientos. El crecimiento y desarrollo de *D. ovalifolium* y de *A. pintoii* se vio favorecido bajo sombra. *A. pintoii* presentó el menor índice de cobertura del suelo y mostró baja capacidad competitiva y tendencias a ser desplazado por el complejo de malezas.

Palabras Clave: Índice de cobertura; *Desmodium*; *Arachis*; *Pueraria*; tolerancia a sombra.

SUMMARY

The use of legumes as cover crops constitutes an alternative to incorporate sustainability to the agricultural systems. Under perennial crops is required to overcome limitations referring to the establishment and persistence of the legumes due to the reduction of the growth and development of the plants when the luminosity at the ground level decreases. The objective of this study was to evaluate the effect of the artificial shade on the performance of *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoii* and *Pueraria phaseoloides*. The experiment was carried out at the experimental field of INIA Monagas, located at southeast of Maturín. A split-split plots design was used, with shade as principal plot, the legume type as sub-plots and the dates of evaluation as sub-sub-plots, for a total of 6 treatments and 4 replications. The cover index through the time during a period of 150 days was evaluated. Analysis of variance and means test were realized. The results showed that *P. phaseoloides* had the best performance of the cover index, independently of the shade, and *D. ovalifolium* under shade, which had similar performance or even better to the others treatments. The growth and development of *D. ovalifolium* and *A. pintoii* was favored under shade. *A. pintoii* presented the lowest cover index and it showed low competitive ability and tendencies to be displaced by the weeds complex.

Key Words: Cover index; *Desmodium*; *Arachis*; *Pueraria*; shade tolerance.

RECIBIDO:

ACEPTADO:

INTRODUCCIÓN

La utilización de suelos bajo cultivos permanentes genera un uso intensivo de este recurso que puede inducir a la degradación, conduciendo posteriormente a la pérdida de la productividad y de la calidad de la producción. En la actualidad se trabaja en diferentes prácticas para su mejoramiento, protección y conservación, con el fin de encontrar opciones de preservarlo.

El establecimiento de especies de leguminosas como coberturas vivas permite incrementar la fertilidad del suelo al incorporar nitrógeno atmosférico por fijación simbiótica y disminuir la dependencia de los fertilizantes químicos, lo cual permite ahorros en dinero y menor contaminación del suelo. Además contribuyen a reducir la erosión, a mejorar la estructura del suelo, a reducir las variaciones de temperatura del mismo y controlar las malezas. Sin embargo, la selección de una especie depende de su adaptabilidad, comportamiento bajo las condiciones agroecológicas de la zona a establecer y del efecto que tenga sobre el cultivo principal. Barrios (2003) y Barrios *et al.* (2004) señalan que en Venezuela existen pocos conocimientos en cuanto a la selección de especies de leguminosas con potencialidad como coberturas vivas.

El uso de cultivos de cobertura en plantaciones perennes presenta limitaciones en cuanto al establecimiento y la persistencia de las leguminosas debido a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas cuando se cierra el dosel y la luminosidad se reduce a nivel del suelo. En tal sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del sombreado artificial sobre el comportamiento de las especies *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*, leguminosas promisorias como cobertura en palma aceitera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en agosto del 2006 en el Campo Experimental de INIA-Monagas, ubicado en San Agustín de la Pica a 18 km al nor-este de Maturín, bajo un clima ligeramente húmedo y cálido, con temperaturas promedios de 28 °C, precipitación anual de 1 300 mm y humedad relativa superior al 80%.

Se utilizó un diseño estadístico de parcelas subdivididas, con la sombra como parcela principal (ausencia y presencia), las especies leguminosas en las sub-parcelas (*A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides*) y las fechas de evaluación como sub-sub-parcelas, para un total de

6 tratamientos, con 4 replicas y 24 Unidades Experimentales de 16 m² cada una. La sombra fue suministrada por medio de una malla "rafia" de color negro, colocada a una altura alrededor de 1,80 m que permite el paso de un 35% de sol.

Antes de la siembra de las especies de leguminosas se efectuaron 3 pases de rastra, la fertilización se realizó con 25 kg ha⁻¹ N, 40 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 25 kg ha⁻¹ K₂O y el control de maleza fue en pre-emergente utilizando Dual (1,5 l ha⁻¹). Se utilizaron semillas de tipo sexual distribuidas al voleo en el campo con las siguientes cantidades: *A. pintoi* 15 kg ha⁻¹; *D. ovalifolium* 4 kg ha⁻¹ y *P. phaseoloides* 8 kg ha⁻¹. Debido a la dureza de la cutícula, sólo las semillas de *D. ovalifolium* fueron escarificadas con inmersión en ácido sulfúrico al 96% p/v durante 15 minutos.

Se evaluó la evolución a través del tiempo del índice de cobertura, definido como el producto del porcentaje total de cobertura del suelo por el porcentaje correspondiente a la especie dividido por 100. Las evaluaciones se realizaron cada semana durante 150 d, utilizando el método de la línea transecta (Tejada y Rodríguez, 1989) y se empleó el análisis de varianza y pruebas de promedios (LSD Fisher, 5% P) para el análisis de los resultados. Para efectos de interpretación, se elaboraron gráficos con los promedios de los datos a fin de analizar las tendencias en el comportamiento de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias significativas para los efectos simples (sombra y especies) y para todas las interacciones. *P. phaseoloides* fue la especie que presentó el mejor índice de cobertura (ver Cuadro), independientemente de la condición de sombra a la cual estuvo sometido, seguido de *D. ovalifolium* y por último *A. pintoi* como la especie de comportamiento más pobre.

Schultze-Kraft y Schmidt (1998) señalan que *P. phaseoloides* tiene un crecimiento rápido y vigoroso, superior al de otras especies de hábito de crecimiento similar, como *Calopogonium mucunoides* y *Centrosema pubescens*, pero muestra poca tolerancia a la sombra. Los resultados ratifican el rápido establecimiento de esta leguminosa, pero difieren en cuanto al comportamiento bajo sombra, ya que en ambas condiciones mostró la misma agresividad, lo cual sugiere que los niveles de sombreado no fueron suficientes para limitar el crecimiento de esta especie.

CUADRO. Diferencias de promedios (LSD Fisher, 5% P) para las comparaciones de los datos de índice de cobertura para *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* según la condición de sombra.

Condición de sombra	<i>Arachis pintoi</i>			<i>Desmodium ovalifolium</i>			<i>Pueraria phaseoloides</i>		
	Medias transform.	Medias Reales	Ámbito	Medias transform.	Medias Reales	Ámbito	Medias transform.	Medias Reales	Ámbito
Presente	0,2855	29%	C a	0,5960	63%	A a	0,6569	70%	A a
Ausente	0,1474	15%	D b	0,4825	50%	B b	0,6349	68%	A a

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Letras mayúsculas para las comparaciones entre las tres especies en ausencia y presencia de sombra.

Letras minúsculas para las comparaciones de cada especie en ausencia y presencia de sombra.

Esta situación se evidencia en la Figura, donde muestra la evolución en el tiempo del índice de cobertura, distinguiendo la condición de sombra a la cual estuvieron sometidas las leguminosas. Todas las especies presentaron un incremento continuo hasta los 60 días después de siembra (DDS).

La pendiente más pronunciada la tuvieron *P. phaseoloides*, en ambas condiciones de sombra, y *D. ovalifolium* bajo sombra, mostrando un comportamiento similar entre sí y superior al resto de las combinaciones de especie y sombra. Estos resultados confirman los obtenidos por Argel y Villarreal (1998) y de Schultze-Kraft y Schmidt (1998), quienes aseveran que

D. ovalifolium tolera bastante bien la sombra, lo cual beneficia su habilidad competitiva bajo cultivos perennes.

A. pintoi presentó el menor índice de cobertura del suelo, cuando es comparada con el resto de las leguminosas, presentando mejor comportamiento bajo condiciones de sombra; con valores por debajo del 50% durante el período de evaluación, evidenciando una baja capacidad competitiva. Experiencias de Barrios *et al.* (2004) señalan su lento establecimiento y la susceptibilidad de esta especie a los períodos de sequía. Asimismo, De la Cruz *et al.* (1993) señalan que *A. pintoi* requiere alrededor de 4 a 6 meses para lograr una cobertura densa y uniforme.

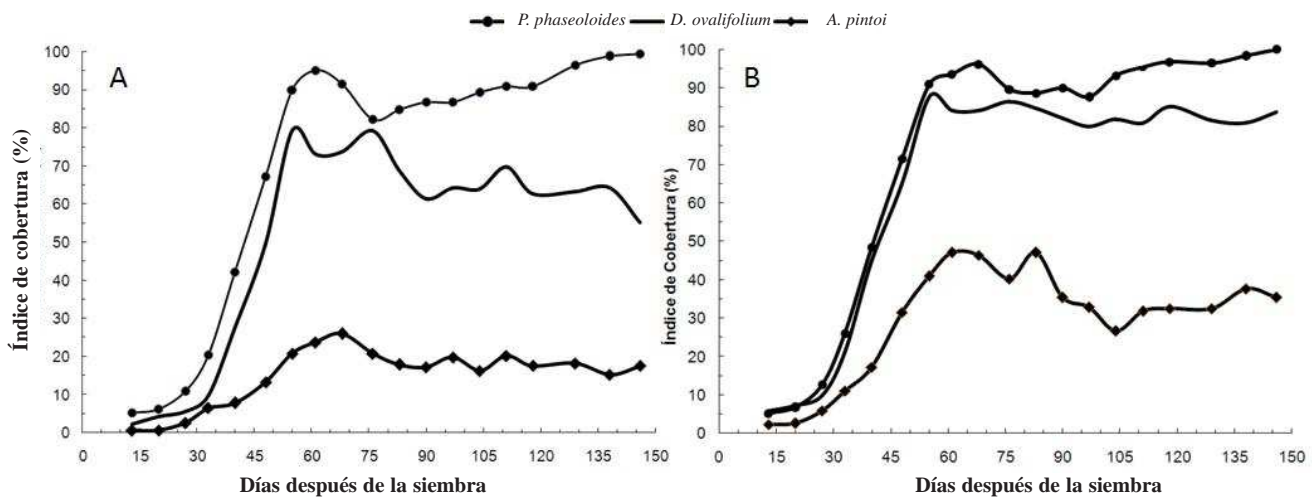


FIGURA. Evolución del índice de cobertura de las especies *A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* bajo dos condiciones de sombra: A) Sin sombra B) Con sombra.

Experiencias de Bastiani y Pizarro (2005), al evaluar la capacidad diferencial de cobertura del suelo en diferentes especies del género *Arachis*, observa diferencias significativas en el grado de cobertura del suelo a las 12 semanas después de la siembra; destacando que el tipo de especie, la incidencia de sombra, la variabilidad genética y las prácticas culturales como la fertilización pueden contribuir en acelerar el grado de cobertura del suelo de esta leguminosa.

CONCLUSIONES

- El mejor comportamiento del índice de cobertura lo presentaron *P. phaseoloides*, independientemente del sombreado, y *D. ovalifolium* bajo sombra, los cuales fueron similares entre sí y superiores al resto de los tratamientos, garantizando un rápido establecimiento y alta capacidad competitiva.
- El crecimiento y desarrollo de *D. ovalifolium* y de *A. pintoii* se vio favorecido bajo sombra.
- *A. pintoii* presentó el menor índice de cobertura del suelo y mostró baja capacidad competitiva y tendencias a ser desplazado por el complejo de malezas.

BIBLIOGRAFÍA

- Argel P. y M. Villarroel. 1998. Nuevo Maní Forrajero Perenne. (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744). MAG - CIAT. Costa Rica. Boletín Técnico. 32 p.
- Barrios, R., J. Fariñas, A. Díaz y F. Barreto. 2004. Evaluación de 11 accesiones de leguminosas utilizadas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. Bioagro (Venezuela). 16(2):113-119.
- Bastiani, N y E, Pizarro. 2005. Potencial forrajero del género *Arachis* en el trópico Americano. **In:** IX Seminario de Pastos y Forrajes. Brasil. http://www.avpa.ula.ve/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C2-NaylosBastiani.pdf. 19/11/2006.
- De La Cruz, R., S. Suarez y J. Ferguson. 1993. The contribution of *Arachis pintoii* as a ground cover in some farming systems of Tropical America. **In:** Biology and Agronomy of Forage *Arachis pintoii*. Colombia, CIAT. p 102 – 108.

Schultze-Kraft R. y A. Schmidt. 1998. Experiencias de leguminosas de cobertura. **In:** Seminario Internacional Cobertura de leguminosas en Cultivos permanentes. Santa Bárbara del Zulia (Venezuela). Oct. 1-2. 1998. Compendio. Zulia. p. 29-44.

Tejada, M. y O. Rodríguez, 1989. Metodologías para evaluar la cobertura de residuos en el control de la erosión. **In:** Conservación de suelos y aguas. La erosión hídrica, diagnóstico y control. Revista Alcance N° 37. Maracay – Venezuela.

**I Congreso de Agrometeorología y V Reunión Latinoamericana de Agrometeorología
del 27 al 29 de noviembre 2007**

VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRÍCOLA EN VENEZUELA

GEOGRAPHICAL VARIATION OF THE CLIMATE CHANGE ON THE AGRICULTURE SECTOR IN VENEZUELA

Francisco A. Ovalles*, Adriana Cortéz*, María F. Rodríguez*, Juan C. Rey* y Evelín Cabrera-Bisbal*

* Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Av. Universidad, vía El Limón. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela. Email: fovalles@inia.gob.ve

RESUMEN

El 94,3% de la agricultura venezolana se desarrolla bajo las condiciones de secano, lo que la hace vulnerable al cambio climático, sobre todo si se espera que los valores de precipitación y el número de meses húmedos de varias zonas del país disminuyan. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el impacto del cambio climático sobre los principales cultivos. Se calculó la distribución geográfica de la media anual de precipitación y temperatura para cuatro períodos (actual, 2020, 2040 y 2060), estableciéndose las áreas geográficas de mayor afectación, cada una fue considerada como las unidades de tierras (UT). En cada área se seleccionaron los rubros más representativos, éstos se consideraron como los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT). Se realizó la evaluación de los TUT para las UT de acuerdo a metodología de evaluación de tierras. El impacto del cambio climático no es igual en todo el país, existen patrones espaciales en la distribución geográfica de la precipitación y la temperatura. En cuanto a los valores de precipitación, existen algunas regiones donde los cambios son poco significativos; mientras que para otras zonas se espera reducciones hasta en un 25% en los valores de precipitación. Con relación a la temperatura los modelos predicen incrementos hasta de 3,5 °C para el año 2060 en la mayor parte del territorio Nacional. Los resultados de la Evaluación de Tierras, en forma general, indican que los cultivos permanentes sufrirán el mayor grado de afectación en las áreas más impactadas por el cambio climático.

Palabras Clave: Cambio climático; precipitación media; evaluación de tierras.

SUMMARY

About 94.3% of the Venezuelan agriculture is developed under rainfed conditions. This makes the agriculture vulnerable to the climate change, mainly if the expected values of precipitation and the number of humid months on several zones of the country diminish. The objective of this study was to evaluate the impact of the climatic change on the main land uses of affected regions. The geographic distribution of the annual average precipitation and temperature were calculated for four periods (present, 2020, 2040 and 2060), the regions of greater affectation were established, each one them was considered as land unit (LU). In each area the most representative land use was selected, they were considered as the land use type (LUT). The evaluation of the LUT for each LU, according to methodology of land evaluation, was made. The impact of the climatic change is not equal in all the country. The geographic distribution of precipitation and temperature values showed spatial patterns. As far as the values of precipitation, there are some regions where the changes are little significant; whereas for other zones it is expected reductions up to 25% in the values of precipitation. In relation to temperature, the models predict increases up to 3,5°C for the year 2060 in most of the country. The results of the land evaluation, in general, indicate that the permanent crops will undergo the greater degree of affectation.

Key Words: Climate change; average rainfall; land evaluation.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha sido definido como una **importante** variación estadística en el estado medio del clima o en su **variabilidad**, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más) según (IPCC, 2001). Según opinión de los expertos, se prevé en general un aumento de la temperatura media, debido al aumento de las temperaturas nocturnas (Martelo, 2004). Se espera que los valores de precipitación y el número de meses húmedos de varias zonas del país disminuyan y que se incremente la ocurrencia de eventos extremos (Martelo, 2004).

La agricultura venezolana tiene como característica que el 94,3% del aprovechamiento agrícola de las tierras se realiza bajo las condiciones naturales del clima; sólo el 5,7% del aprovechamiento se realiza bajo riego, lo que hace altamente vulnerable al cambio climático.

Sin duda, el cambio climático tiene un impacto directo en la agricultura vegetal y animal. Sobre esta base se realizó una evaluación en las principales áreas agrícolas de Venezuela con el objetivo de evaluar el impacto del cambio climático sobre los principales cultivos en las regiones más afectadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se calculó la distribución geográfica de la media anual de precipitación y temperatura para cuatro períodos (actual, 2020, 2040 y 2060), utilizándose información derivada del trabajo de Martelo (2004). Considerando los escenarios de cambio climático en el país definidos por Martelo (2004), se establecieron tres áreas geográficas de mayor afectación (Ovalles *et al.*, 2005): Oriental (Sucre, Monagas, Anzoátegui, Bolívar y Delta Amacuro), Centro – Occidente (Aragua, Carabobo, Miranda, Yaracuy y norte de Guárico) y la zona de los Andes y Cuenca del Lago de Maracaibo (Costa Oriental y Sur del Lago). Estas áreas fueron definidas básicamente con relación a la disminución de la precipitación anual, encontrándose también cambios en la cantidad de meses húmedos y temperatura. Ellas fueron subdivididas de acuerdo al grado del cambio climático esperado, cada una de estas subáreas fueron consideradas como las unidades de tierras (UT).

En cada una de ellas se seleccionaron los rubros más representativos que pueden ser más afectados de acuerdo a los cambios del clima. Estos usos fueron

considerados como los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT). En esta fase, la evaluación se concentró en la adaptabilidad climática que puedan tener los usos ante los cambios.

Para ello se establecieron los requerimientos de los usos sobre la base del grado de afectación que pudieran sufrir; estableciendo tres niveles de aptitud: muy afectado (el cultivo puede desarrollarse, pero bajo condiciones muy marginales), moderadamente afectado (el cultivo se desarrollará con moderadas limitaciones) y poco afectado (el cultivo se desarrollará con ligeras limitaciones). El siguiente paso fue realizar la evaluación de los TUT para las UT de acuerdo a los lineamientos de la Evaluación de Tierras (FAO, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dos modelos que mejor explican las posibilidades de cambio en el país (UKTR y CCC-EQ) según Martelo, (2004) revelan la existencia de patrones espaciales en la distribución geográfica de las variables climáticas, principalmente en cuanto a los valores de precipitación, existiendo algunas regiones donde los cambios son poco significativos; mientras que para otras zonas se espera reducciones hasta en un 25%, para los años considerados (2020, 2040 y 2060) con relación al período actual (años 1960-1990) tal como se observa en la Figura 1.

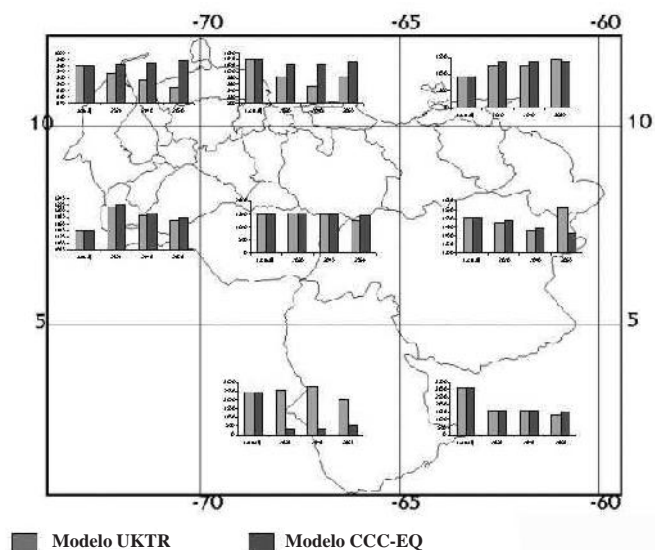


FIGURA 1. Distribución geográfica de la precipitación media para los cuatro períodos considerados.

Se evidencia, en general, un futuro más seco, siendo claramente distinguibles las zonas del país en las cuales se produce el mayor impacto sobre las áreas de uso agrícola. Para el año 2060, con relación al período actual, se estima en la zona Occidental del país el área con aumento del déficit hídrico en distintas regiones del país (Figura 2).

Con relación a la temperatura los modelos predicen incrementos hasta de 3,5 °C para el año 2060, este aumento es generalizado para el territorio Nacional; sin embargo, el sector costero al oriente del país y la zona sureste no presentan incrementos significativos de la temperatura. Del análisis del uso actual y el impacto esperado se establecieron los estados más afectados.

En la zona de Oriente (Anzoátegui, Bolívar, Delta, Monagas y Sucre) el cambio climático aumentará la fragilidad de la zona por la disminución de la precipitación; de esta manera, desaparecerán prácticamente las zonas húmedas a expensas de zonas subhúmedas y gran parte de las zonas subhúmedas se convertirán en zonas de secas con baja precipitación.

En la zona Centro-Occidental (Cuenca del Unare, Aragua, Carabobo, Guárico, Miranda, Vargas y Yaracuy) la disminución de la precipitación y meses húmedos, traerá como consecuencia la conversión de grandes extensiones de área en zonas más secas ($P < 700$ mm) donde existirá un gran déficit hídrico y se acentuarán los problemas de erosión.

En la zona Occidental (pantanos del Catatumbo, zona del Guayabo y Encontrados en la subárea del Sur del Lago de Maracaibo; la zona entre Ciudad Ojeda y el Delta del Río Motatán en la subárea Costa Oriental del Lago; y el piedemonte de Barinas y Apure y Sur del Táchira en la subárea de Los Andes) el cambio climático se resume en un descenso de la precipitación anual y la reducción del período de lluvia, convirtiendo toda la zona en un área subhúmeda y una pequeña porción del piedemonte de Barinas pasaría a ser un área más seca ($P < 700$ mm).

Los resultados de la Evaluación de Tierras, en forma general, indican que los cultivos permanentes sufrirán el mayor grado de afectación en las áreas más impactadas por el cambio climático, en especial algunos que son parte de la tradición en el uso de la tierra (café, cacao, caña de azúcar, palma aceitera, cítricos, musáceas). Los pastos también se verán afectados, lo que incide en la alimentación del ganado. Los cambios no parecen ser tan drásticos para el caso de los cultivos anuales.

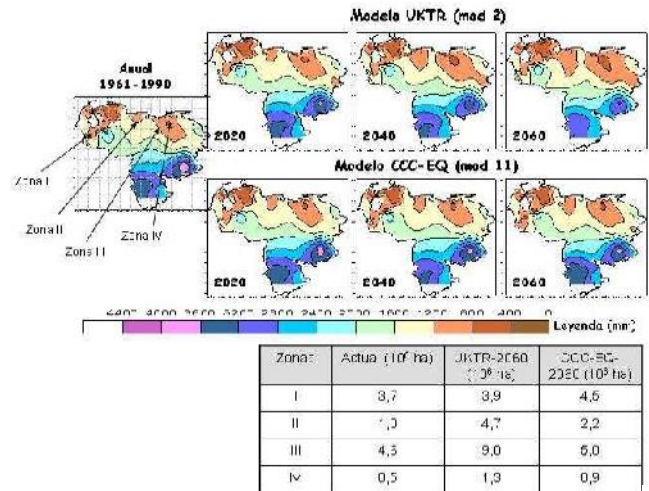


FIGURA 2. Zonas afectadas por reducción de precipitación.

CONCLUSIONES

- El impacto del cambio climático no es igual en todo el país, existen patrones espaciales en la distribución geográfica de las variables climáticas, principalmente en cuanto a los valores de precipitación, existiendo algunas regiones donde los cambios son poco significativos (Apure, Barinas, Cojedes, Guárico y Portuguesa); mientras que para otras zonas se espera reducciones hasta en un 25% en los valores de precipitación. Con relación a la temperatura los modelos predicen incrementos hasta de 3,5 °C para el año 2060 en la mayor parte del territorio Nacional.
- La evaluación de tierras realizada indica que los usos con cultivos permanentes sufrirán el mayor grado de afectación en las áreas más impactadas por el cambio climático. Los cambios no parecen ser tan drásticos para el caso de la ganadería y los cultivos anuales; no obstante, los pastos se verán afectados lo que incide en la alimentación animal. Es importante establecer la capacidad adaptativa de los sistemas de producción en las áreas más afectadas por el cambio climático a objeto de determinar el grado de vulnerabilidad de los usos actuales.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. 1993. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. World Soil Resources Report N° 73. Roma.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC). 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 873 p.
- Martelo, M. T. 2004. Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático en Venezuela. MARN, Dirección General de Cuencas Hidrográficas, Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. 64 p.
- Ovalles, F. A., E. Cabrera-Bisbal, A. Cortez, M. C. Núñez, M. F. Rodríguez, J. C. Rey y J. Comerma. 2005. Aproximación a los escenarios de adaptación al cambio climático del sector agrícola. Proyecto MARN-PNUD VEN/00/G31- Apoyo a la Primera Comunicación en Cambio Climático de Venezuela. INIA, CENIAP. 223 p.

EVALUACIÓN BIOMÉTRICA DE DOS VARIEDADES DE PAPA, EN LA ZONA ALTA DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

BIOMETRIC EVOLUTION OF TWO POTATO VARIETIES, IN THE HIGH ZONE OF THE STATE FALCON, VENEZUELA

Frank R. Zamora*, Alexander Sánchez Gutiérrez* y Domingo Tua*

* Investigadores. INIA. Estación Experimental del Estado Falcón. Av. Roosevelt, zona Institucional, Coro, estado Falcón, Venezuela. E-mail: fzamora@inia.gob.ve

RESUMEN

Con el propósito de ofrecer cultivos alternativos a los pequeños productores del municipio Federación, estado Falcón, se evaluaron dos variedades de papa, *Solanum tuberosum* L., Kennebec (VK) y Atlantic (VA), en el sector La Sabanita, ubicada a 800 m.s.n.m., caracterizada como bosque húmedo premontano, con precipitaciones promedias de 1000 mm año⁻¹ y suelos bien estructurados con niveles medios de materia orgánica. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de dos variedades de papa, VK y VA en la zona alta del estado Falcón, con el fin de ofrecer a los pequeños productores de la región, la variedad con mejor potencial de producción. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, tomando como variables de estudio: altura de planta (AP), grosor del tallo (GT), número de tallos por planta (NTP); en cuanto a los tubérculos: número total de tubérculos por planta (PTTP), peso por planta (PTP), peso fresco (PFT) y materia seca (MS), rendimiento por planta (RP) y por hectárea (Rha). Para ambas variedades el GT se comportó similar ($P > 0,01$), mientras que en NTP, PTP, RP y Rha se observaron diferencias ($P < 0,01$) bien marcadas entre las variedades, siendo superior la VK. Se evidencia en la VK un alto potencial productivo, como una alternativa en la diversificación de los sistemas de producción agrícola tradicionales de la zona alta del estado Falcón.

Palabras Clave: Evaluación biométrica; *Solanum tuberosum*; rendimiento; variedades; Venezuela.

SUMMARY

In order to offer agronomic alternative to the small farmers of the Federation council, Falcon State, two varieties of potato were evaluated, *S. tuberosum* L.; Kennebec (VK) and Atlantic (VA), in the Sabanita area, located to 800 meters up sea level, characterized as premountain humid forest, with precipitations of 1000 mm per year and structured soils with mean levels of organic matter. The experimental design used was random blocks with three repetitions, the variable evaluated were: plant height (PH), stem thickness (ST), stem number (SN); also biometric parameters were evaluates such as: tuber number (TN), plants weight (PW), fresh weight (FW) and dry matter (DM), yield by plant (YP) and yield by hectare (kg ha⁻¹). For both varieties the (TS) was similar ($P > 0,01$), while the parameters; NTP, PTP, RP and Rha showed significant differences ($P < 0,01$) between the varieties evaluated, being superior VK. A high productive potential demonstrated by VK, suggest that this variety is an alternative in the diversification of the traditional production systems of the high zone of the state Falcon.

Key Word: Biometric evolution; *Solanum tuberosum*; yield; varieties; Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., mundialmente es de gran importancia, ocupando en Venezuela un lugar determinante en la dieta diaria. La siembra de este importante rubro, no es tradicional en el estado Falcón, sino que proviene principalmente de los estados andinos (Táchira, Mérida y Trujillo) y del estado Lara en la región centro occidental (Zamora, 1995).

En consecuencia, la papa que diariamente es consumida en la región, al igual que otros rubros de clima fresco provienen de las zonas antes mencionadas, lo cual representa un inevitable incremento en el precio del producto en el eslabón final de la cadena de comercialización (consumidor), como resultado de la gran distancia entre éste y los centros de producción. A pesar de que más de un 50% de la superficie total de terreno en el estado Falcón corresponde a las llamadas zonas semiáridas, también existe la zona alta con características agroecológicas favorables para el establecimiento de este cultivo, tal como se ha evidenciado en investigaciones realizadas anteriormente.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de dos variedades de papa, Kennebec y Atlantic en la zona alta del estado Falcón, con el fin de ofrecer a los pequeños productores de la región, la variedad con mejor potencial de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron parcelas demostrativas comerciales en el sector La sabanita, de la población de Churuguara, municipio Federación, ubicado a unos 10 km de la capital del municipio.

El área de estudio se encuentra ubicado a 800 m.s.n.m., entre las coordenadas 10°45'-10° 47' LN y entre 69°36'-69°42' LO, corresponde a una zona de vida bosque húmedo premontano con una precipitación promedio de 1 000 mm año⁻¹ y temperatura promedio año 22 °C. Los suelos presentan niveles medios a altos de materia orgánica, muy bajos en fósforo, con niveles altos de potasio y calcio, pH ligeramente ácido y sin problemas de conductividad eléctrica (Zamora, 1995).

Se utilizó semilla certificada de origen canadiense, empleando tubérculos-semilla bien gelados de 40-50 g. Los mismos fueron seccionados siguiendo el procedimiento recomendado por Coraspe *et al.* (2002). Inme-

diatamente se desinfectó, sometiéndolas a un tratamiento preventivo en base a Mancozeb y Cobret, para almacenarla en un galpón con luz difusa o regulada, a fin de estimular el verdeamiento de los grelos. El experimento fue de factor único, siendo éste la variedad de papa, conformándose dos tratamientos (Var. Kennebec y Atlantic). Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Las variables de estudio fueron: altura de planta (AP), grosor del tallo (GT), número de tallos por planta (NTP); en cuanto a los tubérculos: número total de tubérculos por planta (PTTP), peso por planta (PTP), peso fresco (PFT) y materia seca (MS), rendimiento por planta (RP) y por hectárea (Rha).

El diseño experimental fue instalado dentro de una parcela comercial (5 000 m²) de superficie, la densidad de siembra fue de 30 000 plantas ha⁻¹, con una unidad experimental conformada por 5 surcos de 4 m de longitud, tomando los 3 centrales como área efectiva, de los cuales se seleccionaron 5 plantas por cada evaluación realizada. Las mediciones se efectuaron semanalmente a partir de los 21 días después de la emergencia (DDE) cada 8 días, en lo que a variables de crecimiento respecta, realizándose un total de 5 evaluaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento evolutivo de algunos aspectos biométricos de las variedades Kennebec y Atlantic se presentan en la Figura. La variable AP (Figura A), mostró un comportamiento similar ($P>0,01$) para las dos variedades durante el proceso de evaluación realizado.

La variable GT (Figura B), se comportó muy parecida en las dos variedades, tomando en cuenta que las mismas alcanzaron un ciclo vegetativo de 90 d, hubo cierta relevancia en la variedad Kennebec, pero sin diferencias estadísticas significativas ($P>0,01$). Estos resultados difieren de los obtenidos por otros investigadores (Niño *et al.*, 2006), donde señalan menor respuesta en comportamiento agronómico en general de un grupo de variedades con ciclo vegetativo similar.

En cuanto al NTP (Figura C), se observa una diferencia ($P<0,01$) bien marcada entre las dos variedades, siendo superior la variedad Kennebec, el cual le confiere mayor potencial en la producción final, ya que esta característica es directamente proporcional al rendimiento en kg ha⁻¹, lo que coincide con lo presentado por Alonso (2000).

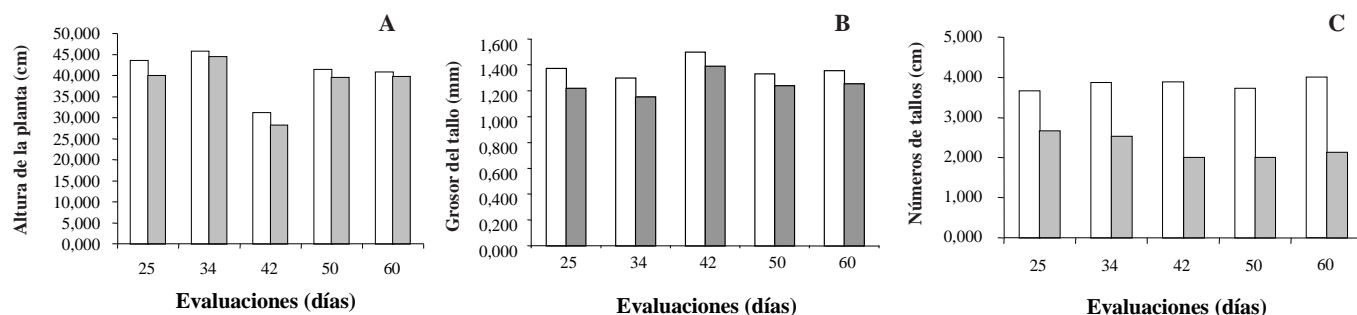


FIGURA. Evaluación biométrica (altura de la planta, grosor y número de tallos) de las variedades Kennebec y Atlantic en el ciclo productivo del cultivo.

El Cuadro, muestra diferencias significativas ($P < 0,01$), entre las dos variedades, siendo la Kennebec la que muestra los mayores valores de pesos por tubérculos, rendimiento por planta y por hectárea. Estos resultados coinciden con los señalados en trabajo similar realizado por en la localidad de Curimagua, estado Falcón, donde se evaluaron las variedades de papa: Kennebec, Atlantic, Sebago, Nettekgen, Adnaki, Red la soda, Norchip, Rosal, Claudia, Sahel, Red pontiac, Dani, Claustar, y superior; destacándose la variedad Kennebec (Zamora 1995). Similares resultados obtuvo Estévez *et al.* (2006) en una zona agrícola de Cuba, donde se realizó la evaluación de las variedades: Chieftain, Santana, Desireé, Ajiba y Romano.

CUADRO. Variables de cosecha evaluadas en tubérculos y rendimiento en kg ha^{-1} de las variedades Kennebec y Atlantic.

Variedad	NTP	PTP (g)	PFT (g)	M.S. (%)	RP (kg)	Rha (kg ha^{-1})
Kennebec	5,86	215,05 a	123,1	18,77	1,19 a	47 600 a
Atlantic	5,60	146,05 b	116,5	18,07	0,77 b	30 800 b
R ²	0,81	0,76	0,96	0,95	0,87	0,871
Cv	27,62	38,67	13,13	13,81	29,98	29,98

* Medias con letras distintas en la misma fila, indican diferencia significativa ($P < 0,01$); ** NTP = Número de tubérculos por planta; PTP= Peso de tubérculos por planta; PFT= Peso fresco del tubérculo; MS= materia seca de tubérculo; RP= Rendimiento por planta; Rha = Rendimiento por hectárea.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información generada en este estudio se concluye que la variedad de papa que expresó un mejor y sobresaliente desempeño productivo fue la Kennebec, lo que le confiere un alto potencial productivo, como una alternativa en la diversificación de los sistemas de producción agrícola tradicionales para los pequeños productores de la zona alta del estado Falcón.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. 2000. Fisiología y manejo de tubérculos-semilla de papa. RedePapa. Vol. 2. # 2.
- Coraspe, H., F. Montero, C. Alvarado y E. Ortega. 2002. Necesidad de desinfectar la semilla cortada de papa en la zona alta del estado Trujillo. Bioagro 14(3):183-187.
- Estévez A., J. Castillo, J. Salomón, M. Cordero y U. Ortiz. 2006. Selección de clones de papa (*Solannum tuberosum* L.) con altos rendimientos y resistencia a *A. solana*. INCA. In: Memorias XXII congreso ALAP. Toluca. México.
- Niño L., L. González, E. Acevedo, F. Becerra, A. Villamizar y J. Gabriel. 2006. Mejoramiento participativo de variedades de papa en el estado Mérida - Venezuela. In: Memorias XXII Congreso ALAP. Toluca. México.
- Zamora, F. 1995. El cultivo de la papa en Curimagua, estado Falcón. Revista Fonaiap Divulga # 49. FONAIAP-Estación Experimental Falcón. 48 p.

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE MODELOS EMPÍRICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EVAPORACIÓN EN VENEZUELA¹

CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF EMPIRICAL MODELS FOR THE ESTIMATION OF THE EVAPORATION IN VENEZUELA¹

Raquel M. Parra*, Adriana Cortez*, María F. Rodríguez*, Juan C. Rey*, Francisco Ovalles* y Walter González*

¹ Trabajo financiado por el INIA en la Programación Ordinaria ID-ARA-05-00204 y FONACIT en el Proyecto S1-200200417, S1-200500195.

* Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Recursos Agroecológicos. Apdo. Postal 4846, Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela. Web: www.inia.gob.ve; www.ceniap.gob.ve. E-mail: rparra@inia.gob.ve

RESUMEN

La evaporación es un elemento importante en cualquier estudio del balance. Su medición puede realizarse directa o indirectamente, basándose esta última en las relaciones existentes entre esta variable y otros elementos meteorológicos y espaciales (latitud, longitud y altitud). El objetivo de este estudio es analizar las relaciones e influencia de las variables meteorológicas y espaciales sobre el comportamiento de la variabilidad de la evaporación en Venezuela y la construcción de modelos empíricos lineales que permitan su estimación. Se encontró que la variable evaporación de tina tiene asociaciones lineales significativas con las variables meteorológicas radiación, insolación, temperatura máxima, temperatura media y humedad relativa en casi todas las regiones del país. Las diferencias en términos absolutos entre los valores observados y estimados estuvieron entre 0 y 65 mm. Para términos prácticos las ecuaciones representan una buena aproximación a la estimación de los montos de evaporación mensual y por ende permiten generar análisis más certeros sobre el comportamiento de la variable en Venezuela.

Palabras Clave: Evaporación; modelos de estimación; correlación; regresión múltiple.

SUMMARY

The evaporation is an important element in any study of the hydric balance. Its measurement can be made of directly or indirectly form, being based this last on the existing relations between this variable and other meteorological and spatial elements (latitude, length and altitude). The objective of this study is to analyze the relations and influences of the meteorological and spatial variables on the behavior of the evaporation variability in Venezuela and the construction of linear empirical models to allow its estimation. It has been found that the variable pan evaporation has significant linear associations with the meteorological variables radiation, sunshine, temperature and relative humidity in almost all the regions of the country. The differences in absolute terms between the observed and estimated values were between 0 and 65 mm per year. For practical purposes the equations represent a good approach for the estimation of monthly evaporation and therefore they allow to generate more accurate analyses on evaporation variability in Venezuela.

Key Words: Evaporation; estimation model; correlation; multiple regression.

INTRODUCCIÓN

La evaporación es un elemento importante en cualquier estudio del balance hídrico y puede ser decisiva en la determinación de la factibilidad de construcción y operación de un embalse para un sitio determinado. Para su medición existen métodos directos entre los cuales la tina tipo A es la más comúnmente utilizada en las estaciones climatológicas; otro tipo de medición de la evaporación son los métodos indirectos que se basan en las relaciones existentes entre esta variable y otros elementos meteorológicos y espaciales (latitud, longitud y altitud).

El objetivo de este estudio es analizar las relaciones e influencia de las variables meteorológicas y espaciales sobre el comportamiento de la evaporación en Venezuela y la construcción de modelos empíricos lineales que permitan su estimación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los datos de evaporación (mm) de 219 estaciones pertenecientes a: INIA, CVG-EDELCA, MPPA (Ambiente) y Agronomía-UCV, comprendidos dentro del período 1970-2000, de las cuales 69 estaciones (tipo SB, C1 y C2) fueron utilizadas para estudiar las relaciones entre la evaporación observada y las variables meteorológicas (radiación, heliofanía o insolación, temperatura y humedad relativa) y espaciales.

Donde primero se procedió al análisis por regionalización según áreas naturales establecidas por Rodríguez *et al.* (2006) que engloben patrones climáticos más o menos uniformes.

Se construyeron matrices multivariadas de correlaciones lineales entre los elementos meteorológicos y espaciales y se seleccionaron las variables pertinentes según el coeficiente de correlación de Pearson calculado como $r = \text{Cov}(X, Y) / S_x S_y$, donde $\text{Cov}(X, Y)$ es la medida de la covarianza entre dos variables X e Y y S_x y S_y son sus respectivas desviaciones típicas (Gujarati, 2000). Se construyeron todos los posibles modelos lineales reducidos (sin intercepto) $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 X_{i1} + \hat{\beta}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ik} = \hat{\beta}_j X_{ij}$ entre las variables consideradas para estimar evaporación mensual por región, donde X_{ij} son las j variables predictoras o explicativas del comportamiento de la evaporación y $\hat{\beta}_j$ son los j coeficientes de estimación para los j variables explicativas. Posteriormente se eligieron según los criterios utilizados por Draper y Smith

(1998) para la selección del modelo apropiado a aquellos que presentaran menor Raíz del Cuadrado Medio del Error (RCME), mayor Coeficiente de Determinación Ajustado (R^2_{ajust}), valores de Residuales entre -3 y 3 y menor Error Estándar para los coeficientes estimados.

Finalmente y para evaluar el ajuste de los modelos seleccionados se compararon los valores de evaporación anual observados con sus respectivos valores estimados promedios y se generó un mapa de las dispersiones de estas diferencias haciendo uso de la interpolación por Kriging con Surfer v. 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que la variable evaporación de tina tiene asociaciones lineales significativas positivas con las variables meteorológicas radiación, heliofanía, temperatura máxima y temperatura media, y negativa con la humedad relativa, repitiéndose este patrón para casi todas las regiones. Las variables latitud, longitud y altitud fueron especialmente consideradas en las regiones Central, Central+Capital, Centro Occidental y Guayana con el fin de mejorar el ajuste de los modelos (Figura 1).

En el Cuadro 1 se observan los coeficientes de regresión de los modelos lineales múltiples sin intercepto $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 X_{i1} + \hat{\beta}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ik}$ para estimar la evaporación mensual por región. En el caso de la Región Central se seleccionaron dos modelos: el primero denominado Central estima con buen ajuste los valores de evaporación mensual para los estados Carabobo y Aragua a altitudes menores a los 600 m.s.n.m., el segundo denominado Central+Capital se vale de puntos de observación ubicados en la Región Capital por encima de los 600 m.s.n.m., para lograr el ajuste de la estimación de evaporación de los estados Carabobo y Aragua que se encuentren por encima de este nivel.

Los modelos de estimación tuvieron coeficientes de determinación ajustados (R^2_{ajust}) por encima del 87%. Los modelos de las regiones Central+Capital y Los Llanos fueron las que presentaron mayor error de estimación con raíz del CME alrededor de los 20 mm mensuales. Todas las pruebas de F en el análisis de regresión resultaron altamente significativas ($P < 0,0001$) como se aprecia en el Cuadro 2. Cabe destacar que en la región Insular la radiación por sí sola explica más del 99% de la variabilidad de la evaporación por lo que se consideró suficiente un modelo lineal simple.

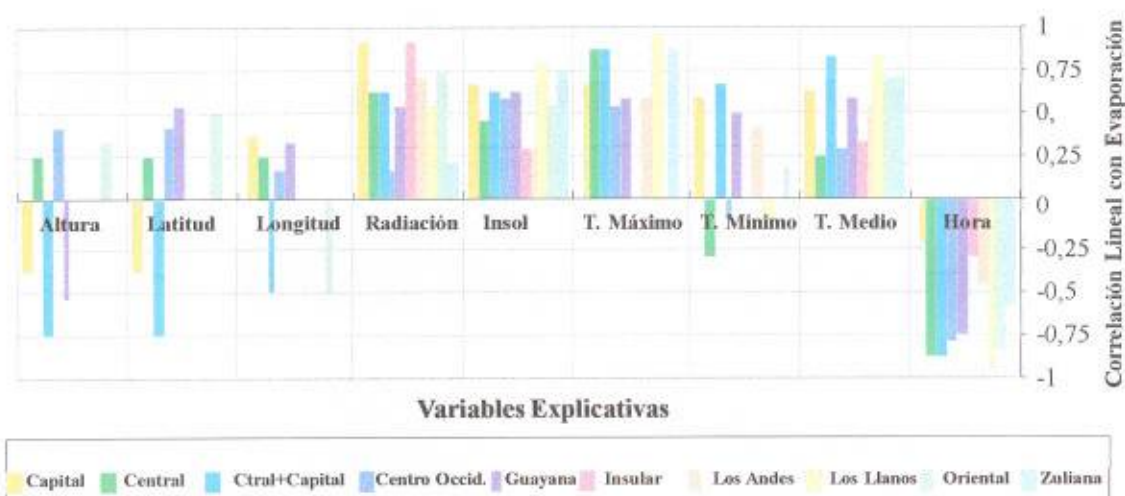


FIGURA 1. Correlaciones lineales simples de la evaporación mensual con las otras variables geográficas y climáticas.

CUADRO 1. Coeficientes de regresión de los modelos $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$ lineales múltiples sin intercepto para estimar evaporación mensual por region.

Región	Altitud	Latitud	Longitud	Radiación	Insol.	T. Máxi	T. Medio	Hora
Capital				6,5		5,1		-1,7
Error Estandar				0,4799		0,2543		0,5169
Prob> t				<,0001		<,0001		<,0001
Central	-0,7	232,0	38,8	7,7		18,8		
Error Estandar	0,1246	67,3486	9,1918	1,9610		2,2710		
Prob> t	<,0001	0,0017	0,0002	0,0004		<,0001		
Ctral+Capital	0,021				12,4		9,2	-2,2
Error Estandar	0,0048				1,8983		0,8075	0,2064
Prob> t	<,0001				<,0001		<,0001	<,0001
Centro Occ.		39,2				3,6		-4,4
Error Estandar		2,7289				0,6034		0,2550
Prob> t		<,0001				<,0001		<,0001
Guayana	0,050	15,3				10,0		-3,8
Error Estandar	0,0065	1,8954				0,6658		0,3052
Prob> t	<,0001	<,0001				<,0001		<,0001
Insular				14,9				
Error Estandar				0,2196				
Prob> t				<,0001				
Los Andes				5,6			2,9	-0,5
Error Estandar				0,3438			0,4878	0,1348
Prob> t				<,0001			<,0001	<,00015

... continúa

... Continuación Cuadro 1.

Región	Altitud	Latitud	Longitud	Radiación	Insol.	T. Máxi	T. Medio	Hora
Los Llanos					9,0		14,7	-3,6
Error Estandar					1,4310		0,7341	0,1872
Prob> t					<,0001		<,0001	<,0001
Oriental				8,2			9,4	-2,7
Error Estandar				2,0246			1,7125	0,3213
Prob> t				0,0003			<,0001	<,0001
Zuliana					6,8		14,4	-3,6
Error Estandar					1,7932		0,7436	0,2003
Prob> t					0,0005		<,0001	<,0001

CUADRO 2. Modelos lineales múltiples sin intercepto ($\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$) para estimar evaporación mensual por región.

Región	Raíz CME	Rcuad. Ajust	Media	Prob >F
Capital	6,217986	0,9968	106,8334	<,0001
Central	9,320169	0,8732	154,6511	<,0001
Ctral+Cap.	20,50953	0,9816	144,6027	<,0001
Cntro Occ.	12,57318	0,9938	154,4627	<,0001
Guayana	14,31711	0,9925	154,4627	<,0001
Insular	14,06908	0,9976	273,5967	<,0001
Los Andes	10,55294	0,9887	96,56923	<,0001
Los Llanos	20,9771	0,9888	189,228	<,0001
Oriental	12,54921	0,9950	172,2659	<,0001
Zuliana	9,950796	0,9969	172,7497	<,0001

Tal y como se aprecia en la Figura 2 las diferencias entre los valores observados y estimados estuvieron entre 0 y 65 mm anuales (en términos absolutos) observándose los mayores errores de estimación en las regiones de Los Llanos, Los Andes y norte de las regiones Capital y Oriental.

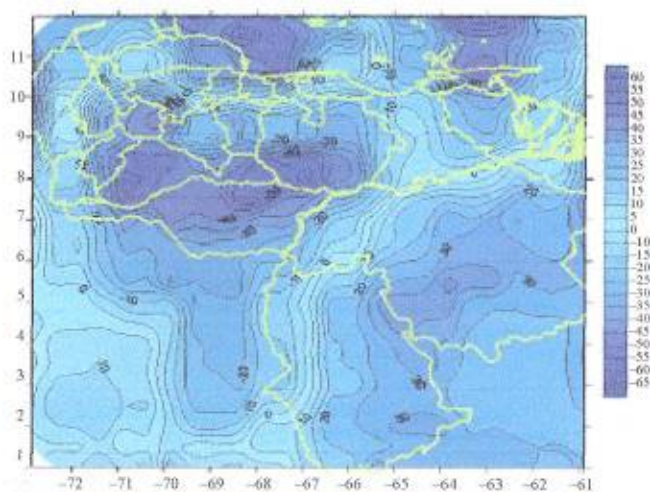


FIGURA 2. Mapa de errores (mm) entre valores de evaporación mensual observados y estimados, interpolado con Kriging (Surfer v. 8).

CONCLUSIONES

- En Venezuela las variables que más influyen en el comportamiento de la evaporación mensual de tina son radiación, heliofania, temperatura máxima, temperatura media y humedad relativa.
- Las variables latitud, longitud y altitud fueron consideradas en los modelos de estimación de las regiones Central, Centro Occidental y Guayana por considerarse que contribuyen a mejorar el ajuste del

mismo. En la región Insular la radiación por sí sola explica más del 99% de la variabilidad de la evaporación por lo que se consideró suficiente un modelo lineal simple.

- Las diferencias en términos absolutos entre los valores observados y estimados a través de los modelos lineales no excedieron los 65 mm anuales por lo que se considera que para términos prácticos las ecuaciones representan una buena aproximación a la estimación de los montos de evaporación mensual y por ende permiten generar análisis más certeros sobre el comportamiento de la variable en Venezuela.

BIBLIOGRAFÍA

- Draper, N. and H. Smith. 1998. Applied Regression Analysis, 3^a ed. John Wiley, New York. 706 p.
- Gujarati, D. 2000. Econometría. McGraw-Hill. 3^a ed., México. 824 p.
- Rodríguez, M. F., A. Cortez, M. C. Nuñez, F. Ovalles y J. C. Rey. 2006. Distribución espacial de las redes de estaciones meteorológicas en Venezuela. INIA Divulga N° 8.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD MENSUAL EN EL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA¹

SPACE DISTRIBUTION OF THE INDEX OF ABAILIBTY OF HUMIDITY IN THE STATE TÁCHIRA, VENEZUELA¹

Heidy Barrera* y Beatriz Lozada*

Investigadoras IV. Agrometeriología. INIA- CIAE Táchira. Venezuela. E-mail. hbarrera@inia.gob.ve, blozada@inia.gob.ve.

RESUMEN

La disponibilidad de humedad en las plantas presenta una influencia determinante en los procesos fisiológicos como su crecimiento y desarrollo, por esto la importancia de conocer las condiciones de humedad que presenta una determinada región, para realizar estudios de planificación agrícola, zonificación, entre otros. Considerando esta situación el objetivo de este estudio es evaluar la distribución espacial del Índice de Disponibilidad de Humedad (ÍDH) mensual en el estado Táchira, Venezuela, utilizando 39 estaciones meteorológicas correspondientes al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, se emplearon valores de precipitación mensual efectiva y Evapotranspiración Potencial (ETP) para determinar el ÍDH mediante la clasificación de categorías propuesta por Hargreaves citado por Sánchez, resultando como meses secos aquellos con condición de humedad de Moderadamente deficiente como enero, febrero, marzo y diciembre; y meses húmedos aquellos con la condición de Excesiva humedad distribuidas al sureste de la cordillera andina principalmente de abril a noviembre.

Palabras Clave: Zonificación; precipitación; evapotranspiración; Táchira; Venezuela.

SUMMARY

The abailivity of humidity in the plants presents a determinant influence in the physiological processes like the growth and development, and it is the reason for the importance of knowing the humidity conditions that presents a certain region, in order to perform agriculture planification studies, zonation, among others. Considerating this situation the objective of the study is to evaluate the space distribution of the monthly humidity abailivity index (HAI) in the Táchira state Venezuela, using 39 meteorological stations that correspond to the Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, it was used values of the effective monthly precipitation and Potential Vapourtranspiration (PVT) to determine the HAI by means of the classification of categories propose by Hargreaves quated by Sánchez, resulting as dry months those with condition of humidity moderately deficient like January, February, March and December; and humid months those with the condition of Excessive humidity distributed at the southeast of the Andean chain of mountain chiefly from April to November.

Key Words: Zonation; rainfall; evapotranpitation.

INTRODUCCIÓN

Las plantas requieren de disponibilidad de agua durante su crecimiento y desarrollo para evitar problemas como estrés fisiológico, muerte de la planta, asimilación de nutrimentos, para obtener óptimos rendimientos.

Es importante el conocimiento acerca del potencial de disponibilidad de humedad que posee una determinada región para así realizar zonificación, planificación agrícola, caracterización y ofrecer información a los productores, comunidades, entre otros. El Índice de Disponibilidad de Humedad (IDH) establece las condiciones de humedad en que se encuentra el suelo (Sánchez, 1999).

En sus trabajos Heuvelodop *et al.* (1986) determinaron el IDH y consideran como **mes seco** aquel que presente un índice entre 0,34 a 0,67. Existen otros índices como el denominado Índice Estandarizado de Precipitación que fue utilizado para detectar situaciones de humedad y de riesgo de inundaciones en la región centro sur de Córdoba, Argentina (Seiler *et al.*, 2002).

En el estado Táchira se desarrollan cultivos con diferentes requerimientos o necesidades de agua, es por eso que se plantea como objetivo determinar el IDH mensual y su distribución espacial en el estado Táchira, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de 39 estaciones meteorológicas del estado Táchira correspondientes al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Para el cálculo del IDH según metodología de Hargreaves citado por Sánchez (1999), se emplearon los valores de la precipitación mensual efectiva y de Evapotranspiración Potencial (ETP) estimada mediante la ecuación de Thornthwaite de cada estación, siendo:

$$IDH = \frac{P_{ef}}{ETP}$$

donde: P_{ef} = Precipitación efectiva,
ETP = Evapotranspiración Potencial.

La Precipitación efectiva es el 70% de la precipitación total (Sánchez, 1999).

La distribución espacial del IDH mensual se realizó mediante el método de interpolación denominado Inverso Cuadrado de la Distancia con el Software TNT Mips lite; para la interpretación de los IDH se utilizó una clasificación de 5 categorías según se observa en el Cuadro (Sánchez, 1999).

CUADRO. Categorías de clasificación del Índice de Disponibilidad de Humedad.

IDH	Condiciones de Humedad
<0,33	Muy deficiente
0,33-0,67	Moderadamente deficiente
0,68-1,00	Ligeramente deficiente
1,00-1,33	Adecuada humedad
>1,33	Excesiva humedad

Se consideraran meses secos aquellos que cumplan la definición de Heuvelodop *et al.* (1986) y meses húmedos aquellos con un índice mayor que 1,00.

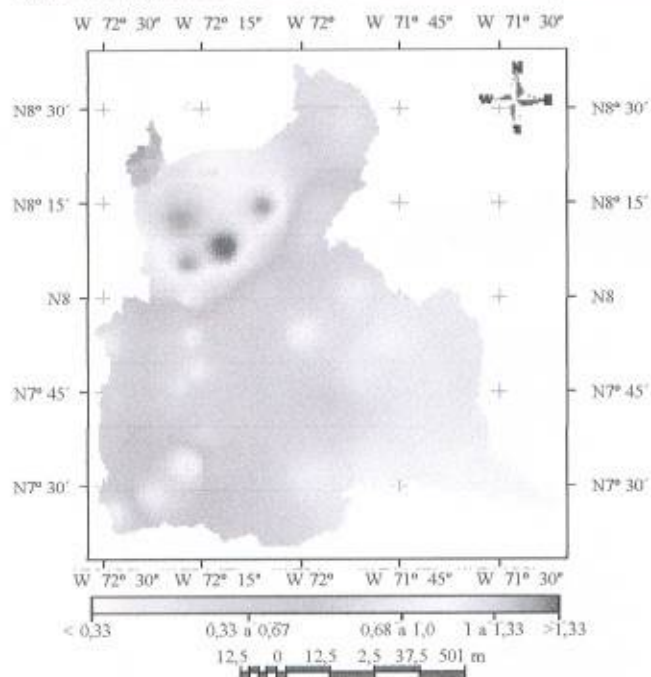
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el IDH mensual para el estado Táchira se observó que los meses de enero, febrero, marzo y diciembre predomina la condición de humedad Moderadamente deficiente considerándose como meses secos, sin embargo, se observaron algunas regiones con la condición de humedad Ligeramente deficiente Figuras (a, b, c, d), para estos meses si se tienen cultivos con necesidades hídricas se debe aplicar riego complementario.

Los meses de mayo hasta septiembre se caracterizan primordialmente por presentar una condición de Excesiva humedad, distribuidas en la región al sureste de la Cordillera de los Andes; seguida de condiciones ligeramente deficiente en la región de la cordillera y al norte de estas Figuras (e, f, g, h, i).

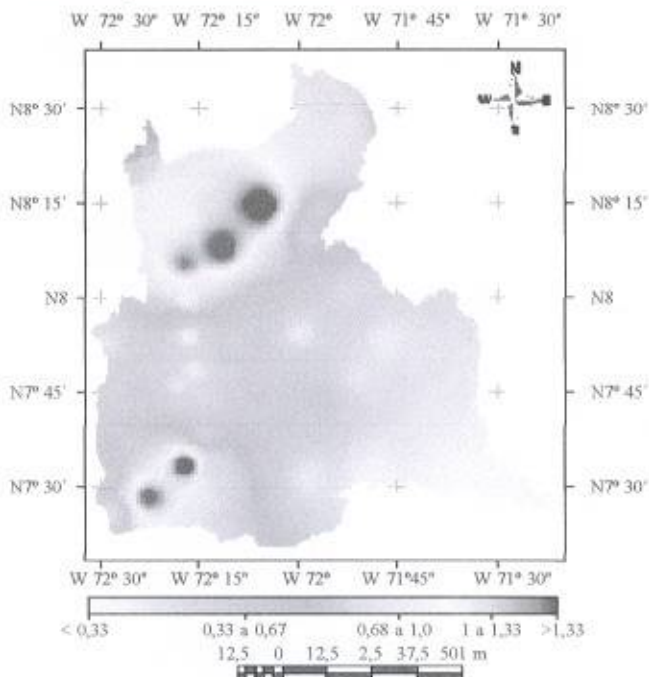
En los meses de abril, octubre y noviembre se observa que la condición de Excesiva humedad prevalece en casi todo el estado, identificándose 2 a 3 regiones con condiciones de humedad Ligeramente deficiente, estos meses coinciden con la transición de la zona de convergencia intertropical en el país, en abril asciende desde Brasil y en noviembre retorna, afectando la distribución de las lluvias. Esta distribución de la humedad coincide con la distribución de la precipitación de los meses de abril y noviembre encontrada por Lyra *et al.* (2005); la condición de Excesiva humedad se presenta al sureste de la cordillera andina (mayo a octubre), que durante la época de lluvia, recibe la influencia de los vientos cargados de humedad provenientes de los llanos venezolanos.

Índices de disponibilidad de humedad de enero en estado Táchira, Venezuela



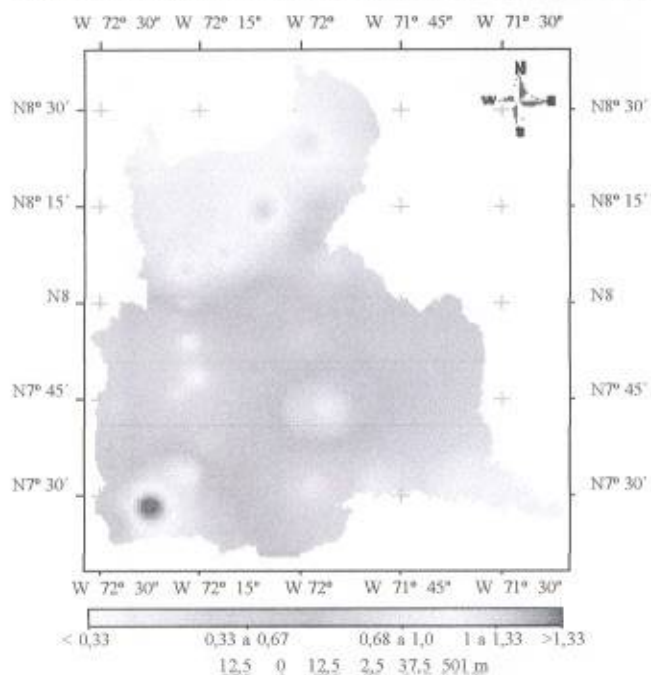
Enero (a)

Índices de disponibilidad de humedad de febrero en estado Táchira, Venezuela



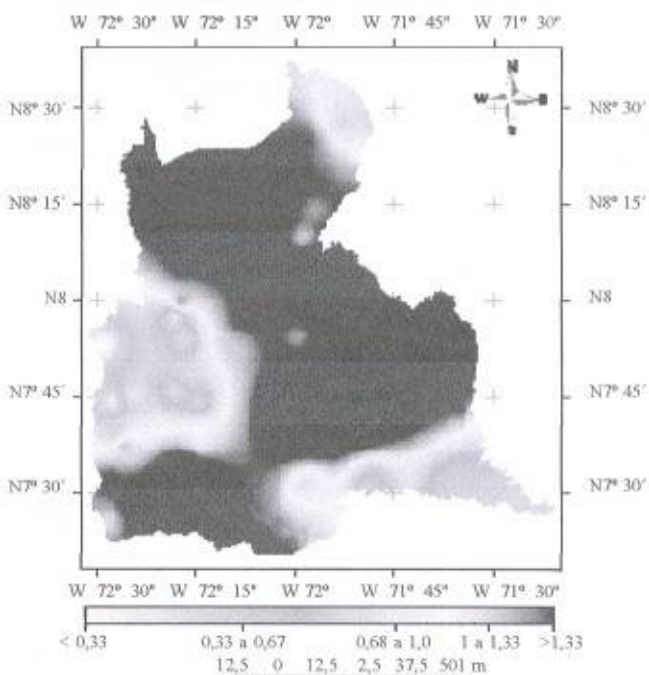
Febrero (b)

Índices de disponibilidad de humedad de marzo en estado Táchira, Venezuela



Marzo (c)

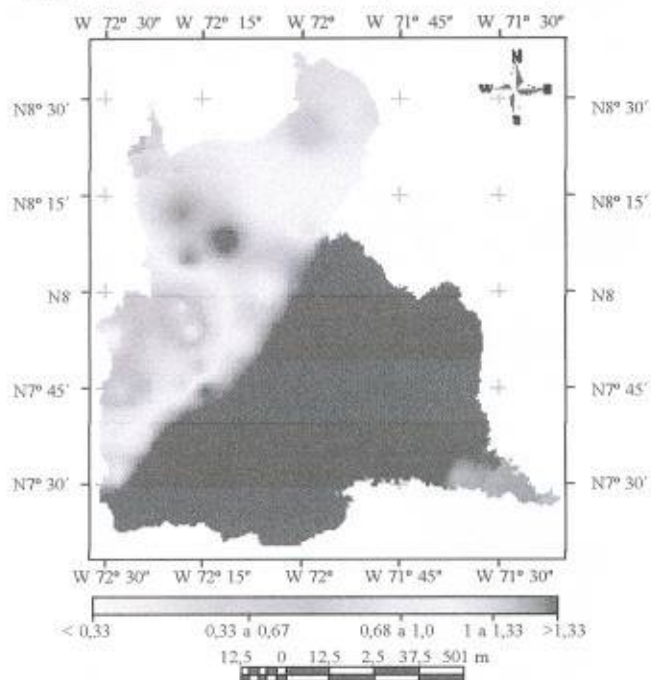
Índices de disponibilidad de humedad de abril en estado Táchira, Venezuela



Abril (d)

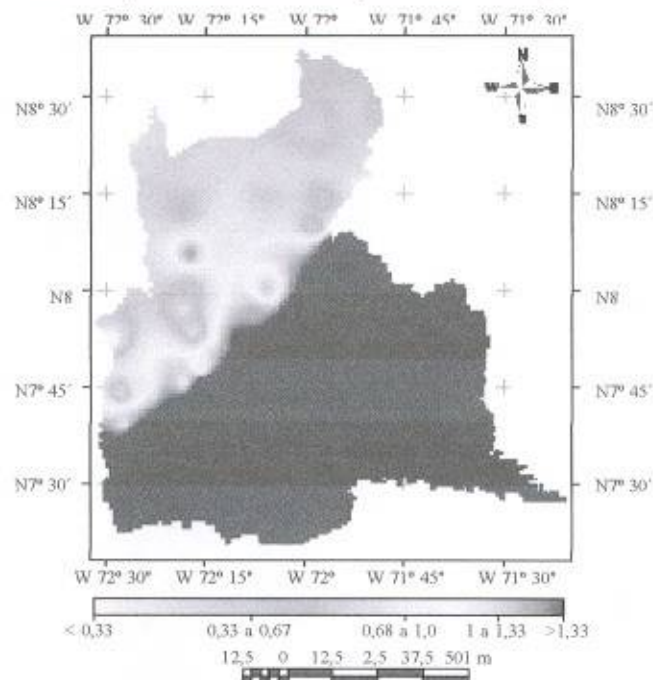
FIGURAS. (a, b, c, d). Distribución espacial del Índice de Disponibilidad de Humedad mensual para el estado Táchira.

Índices de disponibilidad de humedad de mayo en estado Táchira, Venezuela



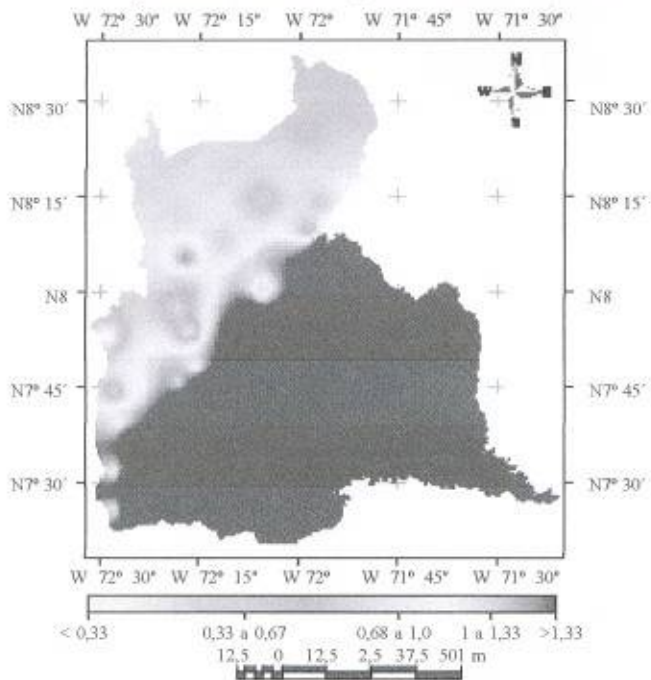
Mayo (e)

Índices de disponibilidad de humedad de junio en estado Táchira, Venezuela



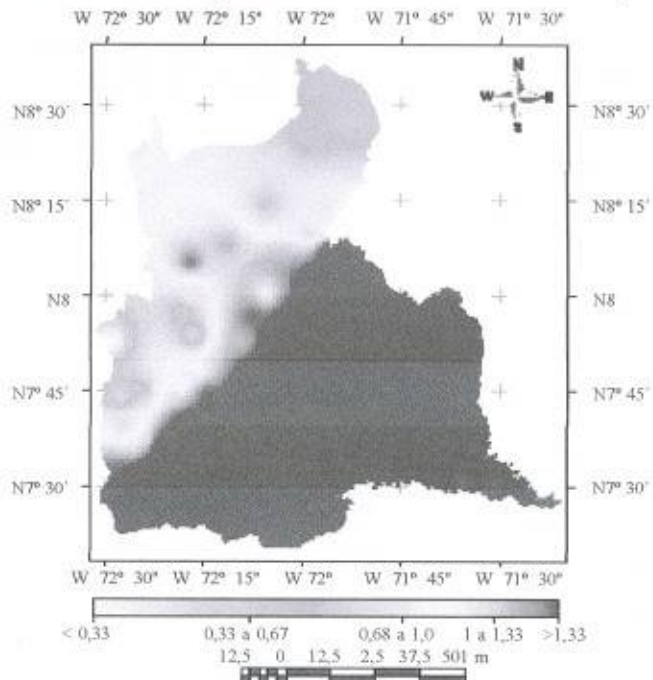
Junio (f)

Índices de disponibilidad de humedad de julio en estado Táchira, Venezuela



Julio (g)

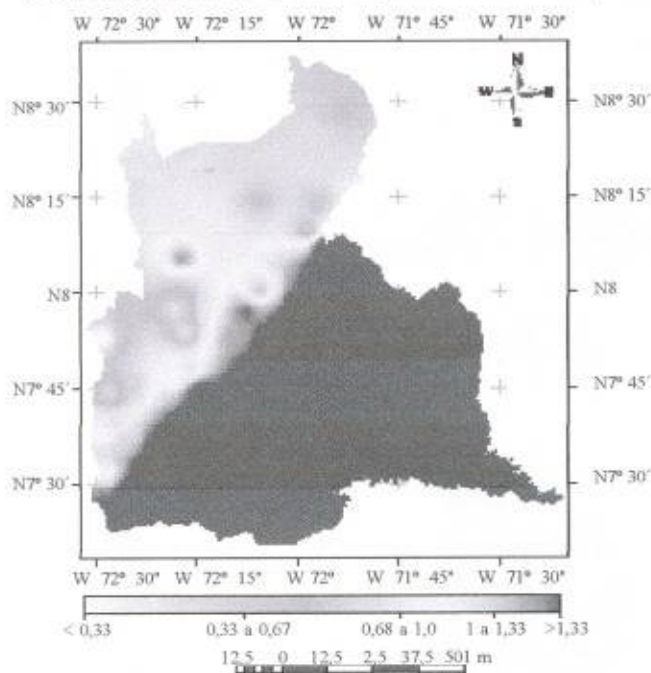
Índices de disponibilidad de humedad de agosto



Agosto (h)

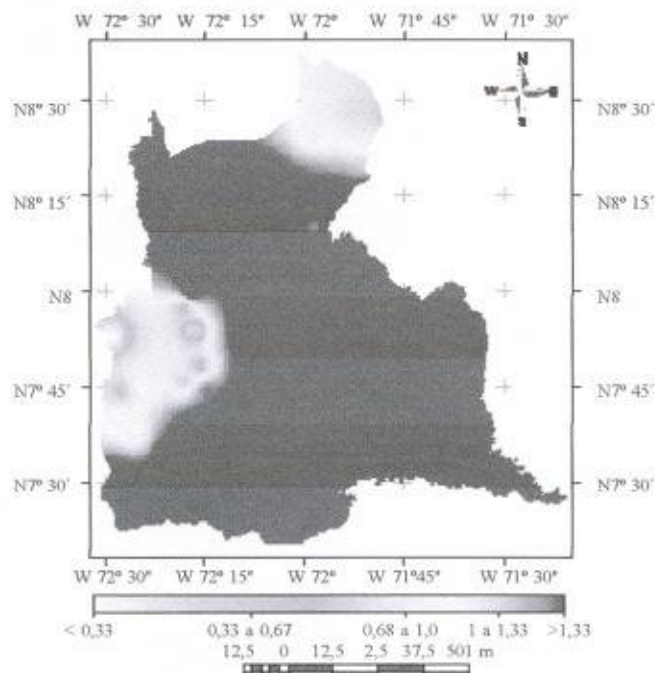
FIGURAS. (e, f, g, h). Distribución espacial del Índice de Disponibilidad de Humedad mensual para el estado Táchira.

Índices de disponibilidad de humedad de septiembre en estado Táchira, Venezuela



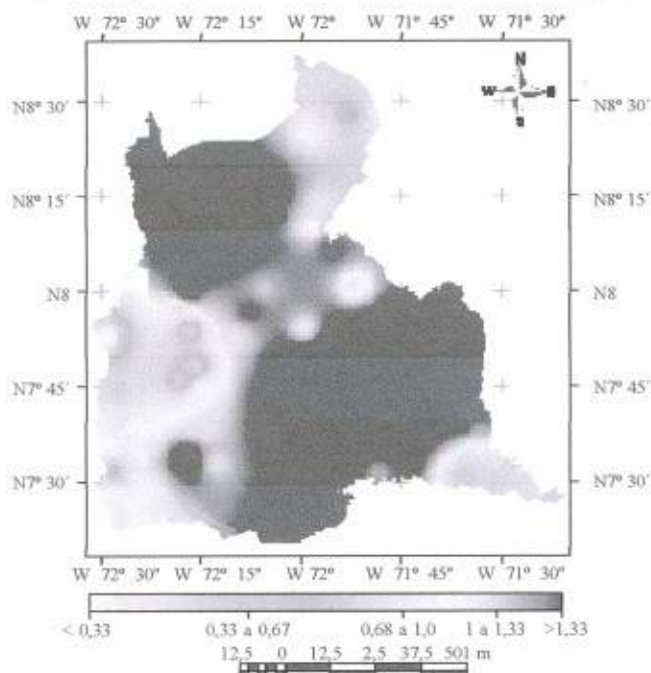
Septiembre (i)

Índices de disponibilidad de humedad de octubre en estado Táchira, Venezuela



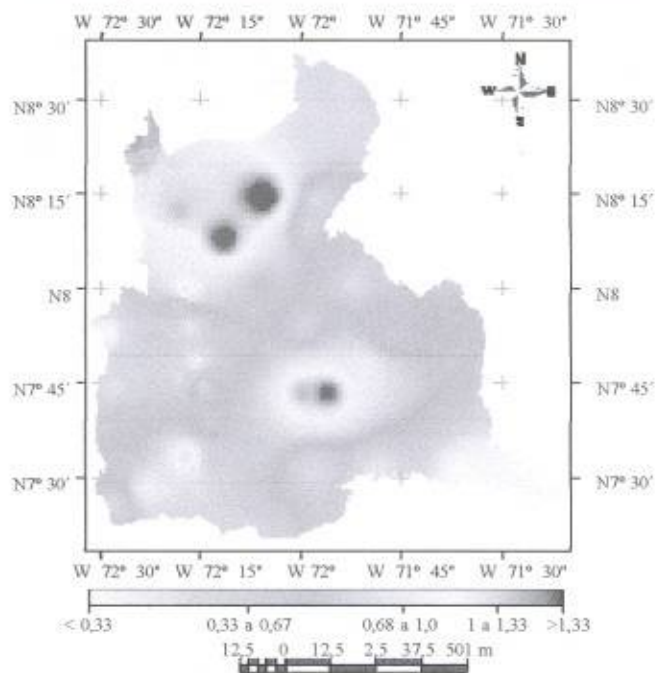
Octubre (j)

Índices de disponibilidad de humedad de noviembre en estado Táchira, Venezuela



Noviembre (k)

Índices de disponibilidad de humedad de diciembre en estado Táchira, Venezuela



Diciembre (l)

FIGURAS. (i, j, k, l). Distribución espacial del Índice de Disponibilidad de Humedad mensual para el estado Táchira.

CONCLUSIÓN

- La región norte del estado es más seca que la región sureste.
- Los meses de enero, febrero, marzo y diciembre son secos, y los meses de abril a noviembre son húmedos, principalmente en la región sureste del estado.
- El ÍDH es un índice adecuado para evaluar la condición y distribución espacial de la disponibilidad de humedad en el estado Táchira.

BIBLIOGRAFÍA

- Heuveldop. SENARA. 1986. Índice M.A.I. <http://www.una.ac.cr/mapascostarica/mapas/botones/mai.htm>.
- Lyra, G, B. I. Lozada et S. M. Piedade. 2006. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial mensal no Estado de Táchira, Venezuela, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, 205-215 p.
- Sánchez, C. 1999. Agroclimatología. (Ed.) Innovación Tecnológica, Caracas. 411, 412 p.
- Séiler, R. Y L. Bressan. 2002. Evaluación y seguimiento de condiciones de humedad del suelo en Córdoba mediante el Índice Estandarizado de Precipitación. Revista Argentina de Agrometeorología (RADA), 2 (2):187-192 p.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE PRECIPITACIÓN¹

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE CONTROL OF QUALITY OF DATA OF PRECIPITATION¹

Magdiel Ablan*, Andressen Rigoberto**, Mary Pili Vargas***, Miguel Acevedo****

¹ El proyecto fue financiado por el FONACIT a través de la subvención S1-97000206.

* Investigadores. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Centro de Simulación y Modelos (CESIMO), **Centro de Investigaciones Atmosféricas y del Espacio (CIAE), ***Escuela de Ingeniería de Sistemas, Mérida, Venezuela. ****Actualmente en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Departamento de Geografía, E.E.U.U. Email: randss@ula.ve

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta metodológica para analizar datos climáticos históricos a ser utilizados en estudios de la variabilidad temporal de la precipitación en una región. Específicamente, en este caso, se trata de los Llanos venezolanos. La propuesta con la selección de las estaciones a ser utilizadas, continúa con la detección de posibles valores extremos o aberrantes, la estimación de valores faltantes y la verificación de la homogeneidad de las series de datos históricos. Aunque existen un gran número de técnicas para tratar cada uno de los pasos anteriores, en este trabajo, se hace énfasis en técnicas numéricas sencillas que puedan ser fácilmente entendidas y aplicadas en esta u otra región de características geográficas similares. Además, los análisis son realizados en el lenguaje R (<http://www.r-project.org>), que es software libre, por lo que está disponible para todos los usuarios. Debido a las importantes aplicaciones de los estudios sobre variabilidad climática y a la falta de disponibilidad de datos en Venezuela, esta propuesta viene acompañada de un portal Web (<http://cesimo.ing.ula.ve/ENOS/>) donde se pueden consultar y descargar los datos utilizados en el proyecto, así como los programas asociados con cada uno de los métodos.

Palabras Clave: Variabilidad climática; métodos de análisis de datos climáticos; Llanos venezolanos.

SUMMARY

This paper presents a methodological proposal for the quality control of historical rainfall data, a step previous in any applied climatological analysis, like for example, in studies of the temporal variability of the precipitation in a region; specifically, in this case, it is applied to the Venezuelan 'Llanos'. The proposal begins with the selection of the stations to be used, then continues with the detection of possible extreme or aberrant values, following with the estimation of missing data and then testing for homogeneity of the historical data series. Although there are various techniques for dealing with the previously mentioned steps, in this paper emphasis is placed on simple numerical methods that could be easily understood and applied in this or another region of similar geographical characteristics. Also, the analyses are carried out in "R" (<http://www.rproject.org>), a free software that has the advantage of being available for all users. Due to the importance of data quality control and to the limitations on available climate data in Venezuela, this proposal is accompanied with a Website (<http://cesimo.ing.ula.ve/ENOS/>) from where the data and the programs that are used in this project can be consulted and downloaded.1.

Key Words: Variabilidad climática; métodos de análisis de datos climáticos; Llanos venezolanos.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad temporal de la precipitación influye en múltiples actividades humanas, sobre todo en la gestión y manejo de los recursos hídricos, la prevención de inundaciones y sequías, la planificación y operación de actividades agrícolas, la generación hidroeléctrica y el abastecimiento de agua a la población humana. Debido a su importancia, en este trabajo se propone una metodología o protocolo que permite verificar la calidad de los datos. Este protocolo se siguió como un primer paso en un estudio que tenía como objetivos estudiar la variabilidad temporal de la precipitación en una región determinada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de las estaciones

Se elaboró un inventario de todas las estaciones pluviométricas en la zona de estudio. Estas estaciones pertenecen al MPPA y al SM-FAV. Se consideraron 257 estaciones con registros mensuales. Para cada estación se determinó, en lo posible, la información de metadata básica (ubicación de la estación, variables medidas, fecha de inicio, fecha de culminación, etc.) y el período de datos disponibles.

En la selección del período óptimo de datos se trató de conseguir un compromiso entre el número de estaciones disponibles y el número de años de registro de datos sin períodos extensos de datos faltantes. De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1969), para estudios de variabilidad de la precipitación, en regiones tropicales planas continentales, tales como los Llanos venezolanos, se requiere un mínimo de 40 años de datos.

Por otro lado, es necesario considerar un número suficiente de estaciones para poder dilucidar si existe un patrón geográfico determinado. Finalmente se seleccionaron 68 estaciones, con un registro de 38 años. La mayoría de las estaciones finalmente seleccionadas (78%) poseían 10 o menos valores faltantes.

Selección de las estaciones vecinas

Para cada una de las estaciones consideradas, se realizó una selección de las estaciones vecinas que serían usadas como referencia para la determinación de los valores extremos y el cálculo de valores faltantes. Las estaciones

fueron seleccionadas entre las más cercanas, de manera tal, que en lo posible estuvieran orientadas en los diferentes sectores de arcos de 120 grados de un círculo centrado en la estación dada (por ejemplo una estación en la dirección noreste, otra al sur y otra en la dirección noroeste), siguiendo la recomendación propuesta por Paulhus y Kohler (1952). La mediana de la distancia mínima aproximada entre un par cualquiera de las estaciones consideradas fue de 18 km y la de la máxima fue de 33 km.

Detección de valores extremos

Para detectar la posible presencia de valores extremos en un conjunto de datos pluviométricos se usó una función basada en la desviación absoluta de la mediana, *mad*, un estimador robusto de la variabilidad de los datos que es menos sensible a los valores extremos que los estimadores tradicionales como la desviación estándar. Cuando el valor de la desviación estándar es mayor que cuatro veces el valor de *mad*, se considera que el conjunto de datos posee valores extremos (Crawley, 2002). Una vez identificado un conjunto de datos con posibles valores extremos, éstos se identificaban graficando los datos mensuales de cada estación con relación a su media y desviación estándar, y estudiando la relación de este valor con los valores registrados en estaciones vecinas para el mismo período de tiempo. Los valores que se consideren extremos reales o aberrantes, se estimarán luego usando el mismo procedimiento que para datos faltantes.

Estimación de datos faltantes

Para seleccionar el método a ser usado para la estimación, se probaron tres de los procedimientos más sencillos, como se indica en Searcy y Hardison (1966), a saber: el método del promedio, el método de regresión lineal múltiple y el método de las normales de precipitación. Para cada estación se determinó el mejor método a usar siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1) Se seleccionó una muestra aleatoria de 30 valores de la estación. Si alguno de los valores seleccionados resultaba ser faltante, este se descartaba y se procedía con la selección del siguiente valor.
- 2) Se procedió a estimar cada uno de los valores seleccionados con los tres métodos considerados.
- 3) Se calculó el error cometido en la estimación en cada caso y globalmente para la estación. Para la estimación

del error se utilizó el error absoluto y el error cuadrático medio. Una vez determinado el mejor método a usar en cada caso, se procedió a estimar los valores faltantes en cada una de las estaciones.

Verificación de la homogeneidad de las estaciones

Para verificar la homogeneidad de las estaciones utilizadas en este estudio, se siguió el método no paramétrico propuesto por la OMM, que está basado en las series de secuencias (Thom, 1966). En principio, las estaciones no homogéneas no se deben considerar en un análisis de variabilidad climática, ya que podría, erróneamente, interpretarse como evidencia de un cambio climático, lo que en realidad puede ser considerado como consecuencia de cambios en la tecnología, en el personal que efectúa la medición, en los procedimientos empleados en la operación de las estaciones, o cambios de localización de las estaciones o efectos locales. Sin embargo, aunque existen casos en los que las series no son homogéneas, y se pudiera verificar que dicha situación no se debe a errores de observación o de procedimientos, estos no se consideraron en este trabajo, debido a la falta de información de metadata.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de las estaciones a considerar en el estudio, la comparación relativa de los períodos de datos disponibles arrojó como el período más apropiado, el comprendido entre 1960 y 1997, lo que incluye 38 años de registros, apenas un poco por debajo de lo requerido por la Organización Meteorológica Mundial; y una selección de 68 estaciones, con datos mensuales. De las estaciones consideradas, aproximadamente el 72% de las estaciones fueron identificadas como sospechosas de poseer por lo menos un valor extremo.

Sin embargo, luego del procedimiento de comparación con las estaciones vecinas sólo 55 valores del conjunto de datos, aproximadamente el 12%, se consideraron como errores de medición. El análisis de los de datos faltantes reveló que aproximadamente 78% poseían menos de 10 datos faltantes, es decir, menos del 3% con respecto al total de los valores considerados. El mejor método de estimación de los valores faltantes, utilizando como criterio el error cuadrático medio fue el método de regresión lineal (en 47,06% de las estaciones); el método de la normal de precipitación en un 39,71% de los casos y el del promedio simple en el restante 13,23%.

Con respecto a la homogeneidad, de las 68 estaciones consideradas en este trabajo, 16 resultaron ser no-homogéneas.

Por limitaciones de espacio, el siguiente Cuadro muestra algunos de los resultados obtenidos para las estaciones consideradas. Detalles sobre los resultados pueden consultarse en la página web del proyecto <http://cesimo.ing.ula.ve/enos>.

CUADRO. Muestra algunos de los resultados de homogeneidad para las 68 estaciones consideradas.

Serial	Nombre	Ext.	Falt.	Hom.
1751	Puerto La Cruz	si	4	si
1756	El Chaparro-Caserío	si	2	no
1773	Barcelona-Aeropuerto	si	4	si
1796	Bergantín	no	5	si
2170	Guafas	no	14	no
2171	Suruguapo	no	0	si
2239	Agua Blanca	si	0	si
2246	Hacienda Camburito	no	15	si
2253	Hacienda Guache	si	3	si
2259	Payara	si	0	si
2260	Potreros	si	0	si
2261	Chabasquen	no	19	si
2265	Ospino	si	2	si
2266	Ospino-La Estación	no	0	si
2267	Píritu	si	1	si
2273	Biscucuy	no	2	si
2277	Colonia Turén- IAN	si	22	si
2282	Desembocadero	no	15	si
2286	Hacienda San Rafael	si	5	si
2295	Campamento Las Marías	si	2	si
2331	San Rafael de Onoto	no	0	no
2348	Morita-Caserío	si	0	si
2350	Galera	si	3	si
2425	Lezama	si	9	si
2426	La Yeguera	si	4	si
2448	Ortiz	si	0	si
2469	El Sombrero	si	8	si
2477	Encrucijada-Calabozo	si	7	si
2505	Guatopo	no	2	no

../... continúa

../ Continuación Cuadro.

Serial	Nombre	Ext.	Falt.	Hom.
2507	San Francisco de Macaira	no	22	si
2528	Paso Real	si	2	si
2601	Soublette	no	10	si
2602	San José de Guaribe	si	43	no
2605	Guanape	si	2	si
2608	Clarines	si	1	no
2640	Kilómetro 133 - Coromoto	si	9	si
2647	Guaribe- Tenepe	si	10	si
2648	Onoto	si	2	si
2650	El Chaparro-Pueblo	si	14	no
2703	San Benardino	si	3	no
2713	Curataquiche	si	0	si
2715	Quiamare	no	12	no
2717	Santa Inés	si	2	no
2722	El Carito	si	5	no
2725	San Mateo	si	3	si
2755	Santa Rosa	si	1	si
2757	Anaco	si	6	si
2764	San Joaquín	si	4	no
2766	Cantaura	si	29	no
3126	Barinitas	no	13	si
3128	Barrancas	no	2	no
3136	Quebrada Seca	no	2	si
3149	Altamira - Barinas	no	77	si
3158	Torunos	si	2	si
3162	El Corozo-Palmitas	no	3	si
3173	San silvestre	si	1	si
3212	Sabaneta	si	2	si
3214	Puerto Las Animas	si	1	si
3216	Sipororo	no	0	no
3222	San Hipólito	si	2	si
3261	El Real	si	31	si
3283	Santa Lucia	si	7	si
3403	Los Naranjos	si	2	si
3454	Corozo Pando	si	1	si
3502	Palenque-Dispensario	si	9	si
3712	Pariguan	si	6	si
3762	San Diego de Cabrutica	si	11	no
4404	San Fernando de Apure	si	0	si

Extr.: Extremos; Falt.: Faltantes; Hom.: Homogénea.

CONCLUSIÓN

- Se desarrollaron e implementaron un conjunto de métodos y programas estadísticos que permiten estudiar y analizar la variabilidad de la precipitación en los Llanos venezolanos. Los métodos, datos y resultados de los análisis se encuentran disponibles en un portal web (<http://cesimo.ing.ula.ve/ENOS>) que permite un mayor uso de los mismos.
- La metodología propuesta es sencilla y tanto los métodos como sus resultados pueden ser aplicados a un gran rango de situaciones donde es de interés caracterizar la variabilidad de la precipitación.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Lic. Cherly Guerrero por su ayuda con el procesamiento de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Crawley, M. 2002. Statistical Computing: An Introduction to Data Analysis using S-plus. John Wiley & Sons, England. 761 p.
- Paulhus J. L. H and M. A. Kohler, 1952. Interpolation of Missing Precipitation Records. Monthly Weather Review. 80 p.
- Searcy, J. K. and C. H. Hardison. 1966. Double-mass curves. Manual of Hydrology: Part 1. General surface-water techniques. Washington: Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B. 66 p.
- Thom, H. 1966. Some Methods of Climatological Analysis. Secretaria of the World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland.
- Organización Meteorológica Mundial (WMO). 1969. A note on climatological normals. Technical Note No. 84. WMO-No. 208.TP.108. Geneva, 19 p.

EL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EN PAPA ESTIMADO A PARTIR DE LA COBERTURA DEL FOLLAJE

LEAF AREA INDEX IN POTATO ESTIMATE FROM CANOPY COVER

Antonio De La Casa*, Gustavo Ovando*, Luciano Bressanini*, Jorge Martínez**,
Eduardo Ibarra* y Ángel Rodríguez*

Profesores. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cc 509, 5000 Córdoba.
E-mail: delacasa@agro.uncor.edu

RESUMEN

Las determinaciones del índice de área foliar (ÍÁF) y de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el canopeo son requeridas en modelos de evapotranspiración y rendimiento de cultivos. Los objetivos del trabajo fueron: i) evaluar un método simple destinado a estimar el ÍÁF en el cultivo de papa; ii) verificar el alcance predictivo del método bajo distintas densidades de plantación. Las observaciones se realizaron en un lote de papa próximo a la ciudad de Córdoba, Argentina, durante los ciclos otoñales de 2005 y 2006, destinando los datos del primer año para evaluar el modelo y los del segundo para su verificación. En ambos años se utilizaron parcelas con distintas densidades de plantación. La fracción de cobertura (f) se obtuvo a partir de fotografías digitales, en tanto la radiación interceptada por el follaje (i) se determinó con un medidor del flujo de fotones fotosintéticamente activos ("interceptómetro") colocado por encima y por debajo del cultivo. El análisis de la relación entre f y i permitió establecer un valor de 0,7 para el coeficiente de extinción ($k = ki/kf$); siendo ki el coeficiente de extinción obtenido de las mediciones del interceptómetro y kf de las mediciones de cobertura, que presentó un rango entre 0,66 y 0,72 al considerar las diferentes densidades de plantación. Los valores de ki fueron relativamente constantes hasta que el cultivo alcanzó cobertura máxima. El ÍÁF derivado de f y kf tuvo un buen desempeño predictivo respecto a las mediciones del interceptómetro ($R^2 = 0,86$; $P < 0,01$), con la ventaja de requerir sólo registros fotográficos de la cobertura del follaje.

Palabras Clave: *Solanum tuberosum*; ÍÁF; modelo simple.

SUMMARY

Leaf area index (LAI) determinations and the photosynthetic active radiation intercepted by crops canopy are both required in evapotranspiration and yield crops models. The objectives of this work were: i) to evaluate a simple model for lai estimation in potato crops; ii) to verify its predictive performance for different planting densities. The experiment was carried out next to Córdoba city, Argentina, during 2005 and 2006 potatoes autumn cycles, with first year data used to develop the model and the second one to validated. In both years different planting densities were used. The fraction of the ground covered by foliage (f) was obtained with digital photographs taken vertically above the crop, and the solar radiation intercepted by foliage (i) was measured with a photons photosynthetic active density flux (septometer) located above and below canopy. The relationship between i and f was used to estimated an extinction coefficient ($k = ki/kf$) of 0,7 (being ki the extinction coefficient obtained with the ceptometer and kf from cover foliage), with a range between 0,66 and 0,72 for different density treatments. The ki values were relatively constants from emergence to maximum foliage cover. The lai calculated with f and kf showed a good performance compared to the ceptometer measurements ($R^2 = 0,86$; $P < 0,01$) and with the advantage of using photographic measures of foliage cover.

Key Words: *Solanum tuberosum*; LAI; foliage; model.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa, *Solanum tuberosum L.*, es uno de los principales rubros de la producción hortícola en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba, Argentina. En este sector es habitual encontrar lotes que presentan densidad de plantación heterogénea, lo que conduce a una condición de cobertura del suelo y rendimiento desuniformes. Conocer el índice de área foliar (ÍÁF) del canopeo es fundamental para estimar la productividad y consumo de agua de los cultivos.

Las mediciones directas del ÍÁF son, por lo general, destructivas del material y requieren de instrumentos para integrar la superficie foliar (White *et al.*, 2000). Como una variante de este método Ovando *et al.* (1999) y Rodríguez *et al.* (2000) utilizaron fotografías digitales y técnicas de interpretación de imágenes para medir la superficie foliar y determinar el ÍÁF en papa.

En otro orden de ideas, existen también métodos indirectos no destructivos que permiten realizar una determinación rápida a campo, cuyo principio de funcionamiento es la relación estrecha entre la penetración de la radiación en el follaje y la estructura de la canopia.

En su trabajo De La Casa *et al.* (2007) utilizaron uno de estos instrumentos en papa y obtuvieron resultados promisorios al comparar las determinaciones de ÍÁF que produce el interceptómetro con mediciones obtenidas de fotografías digitales.

Por su parte, Gordon *et al.* (1997) desarrollaron un modelo que estima directamente la variación del ÍÁF durante el ciclo basado en los principios de intercepción lumínica y eficiencia de conversión de esta energía en biomasa, y le incorporaron la influencia del estrés hídrico y las condiciones térmicas para distintas variedades de papa.

Steven (1986) mostraron que la relación entre la fracción de la radiación solar fotosintéticamente activa interceptada (fIPAR) y el porcentaje de cobertura (f) en varios cultivos es suficientemente próxima a 1:1, lo que permite estimar fIPAR a partir de la cobertura, que es una medición más fácil de obtener. En papa, algunos autores sostienen el mismo razonamiento, que fue analizado para el cultivar Spunta en el cinturón verde de Córdoba (De La Casa *et al.*, 2007). Otros investigadores estimaron el ÍÁF en trigo y arroz, respectivamente, despejando este valor de la ecuación de extinción lumínica de Beer (Monsi y Saeki, 1953).

El objetivo del trabajo fue evaluar un procedimiento destinado a estimar el ÍÁF en papa bajo diferentes densidades de plantación utilizando información de la cobertura del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un cultivo de papa Spunta, durante las campañas de 2005 y 2006, a 31°30' lat. Sur, 64°08' long. Oeste, 402 m.s.n.m., Argentina. El suelo del sector es del tipo Haplustol típico, serie Manfredi, limosa fina, mixta, térmica. El ensayo se llevó a cabo a los efectos de analizar la evolución del ÍÁF con diferentes densidades de plantación del cultivo, utilizando las observaciones del primer año para desarrollar el procedimiento de estimación y las del segundo año para la verificación.

Las mediciones se realizaron sobre 3 parcelas constituidas cada una por 4 camellones de 20 m de largo. El ensayo del año 2005 se plantó el 4 de febrero y consistió de 3 densidades de plantación: 3,9 pl m⁻², 6,0 pl m⁻², y 7,9 pl m⁻². En el año 2006 la plantación fue el 22 de febrero y las densidades medias correspondieron a: 5 pl m⁻², 7 pl m⁻², y 10 pl m⁻². De acuerdo a la modalidad habitual en la región, la densidad media utilizada oscila entre 5 y 6 pl m⁻². Las mediciones de cobertura (f , %) y las lecturas para determinar el ÍÁF (ÍÁF, m² m⁻²) se realizaron sobre los camellones centrales.

La medición de fIPAR se realizó con un interceptómetro (PAR/LAI Ceptometer, Decagon Devices, Pullman, Washington, USA). Se tomaron datos en 6 fechas desde emergencia hasta alcanzar cobertura máxima, con 5 a 7 repeticiones por tratamiento (con la barra dispuesta de manera perpendicular al surco) en distintos sectores de cada parcela experimental. Los valores de ÍÁF se calcularon, a partir de las lecturas de la radiación medida por encima (PAR_a) y por debajo (PAR_d) del dosel, con la siguiente expresión:

$$\text{ÍÁF} = \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{2K} \right) fb - 1 \right] \text{Ln} \left(\frac{\text{PAR}_d}{\text{PAR}_a} \right)}{A(1 - 0,47 fb)}$$

donde K es el coeficiente de extinción lumínico, que al considerar un parámetro de distribución angular esférico ($x=1$), simplifica su cálculo a $K=1/(2*\cos \nu)$, siendo ν el ángulo cenital; fb es la fracción de la radiación directa con respecto a la radiación solar recibida y A es un coeficiente de absorción general del dosel que resulta igual a 0,86 para un valor de absortividad de 0,9.

La fracción de suelo cubierto por papa (f) se determinó utilizando fotografías y técnicas de interpretación de imágenes digitales (Rodríguez *et al.*, 2000). Como algoritmo de clasificación de las imágenes se empleó el método de máxima verosimilitud. En todas las fechas el muestreo consistió de 3 fotografías verticales en distintas ubicaciones, tomando el surco entre los camellones centrales como eje longitudinal medio.

Monsi y Saeki (1953) mostraron que la transmitancia (t) media de la radiación a través de una canopia con hojas distribuidas de manera aleatoria puede ser representada por analogía con la Ley de Beer de la siguiente forma:

$$t = \exp^{-k MF} = \frac{PAR_d}{PAR_a}$$

Así, la fracción de radiación interceptada (i) es $1-t$, o sea:

$$i = 1 - \exp^{-ki MF}$$

y la fracción de cobertura del follaje (f) es:

$$f = 1 - \exp^{-kf MF}$$

El valor del coeficiente de extinción k (ki/kf) se obtuvo de la relación lineal entre el logaritmo natural de la radiación transmitida (t o $1-i$) y el logaritmo natural de $(1-f)$ estudiado según Steven *et al.* (1986). Con los valores de ki , que fueron calculados con mediciones del interceptómetro a partir de t e ÍAF, y de k , se determinó el valor de kf . Las estimaciones de ÍAF de 2006 se realizaron, despejando de la Ley de Beer, de dos formas: (i) con t y ki ; (ii) con f y kf .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la relación lineal entre el logaritmo natural de $(1-f)$ y el logaritmo natural de $(1-i)$, a los efectos de determinar el valor del coeficiente de extinción (k) para el cultivo de papa en la temporada 2005. Las relaciones lineales en todos los casos resultan significativas ($P < 0,01$) y, mientras la pendiente de la relación para el conjunto completo de datos adopta un valor de 0,7, la misma no se modifica de manera apreciable cuando la relación se establece bajo distintas densidades de plantación, ya que oscila entre 0,66 en el tratamiento de baja densidad y 0,72 para el de densidad comercial.

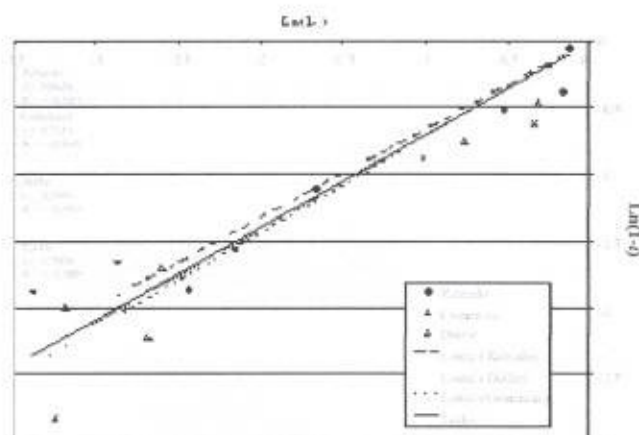


FIGURA 1. Relación entre $\ln(1-f)$ y $\ln(1-i)$ del cultivo de papa bajo diferentes densidades de plantación en 2005.

Considerando el comportamiento poco variable de k y ki (que se redondeó a 0,6), se procedió a estimar el ÍAF a partir de los procedimientos propuestos con la información relevada el año 2006, a los efectos de conformar una instancia independiente de verificación. En la Figura 2 se presenta la relación entre los valores de ÍAF medidos con el interceptómetro y los derivados con la metodología utilizada.

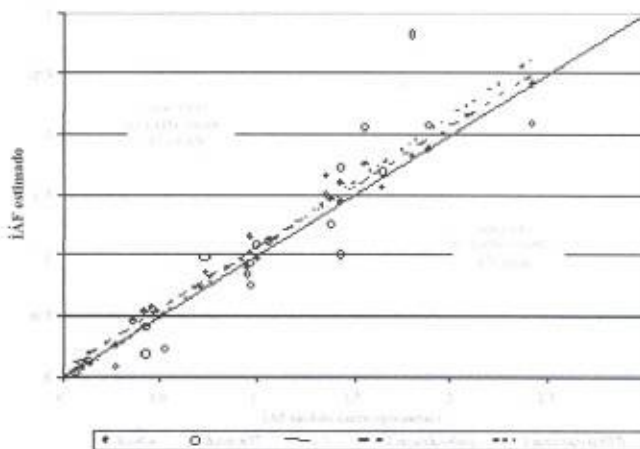


FIGURA 2. Relación entre valores de índice de área foliar (ÍAF) medidos con un interceptómetro y las estimaciones derivadas de: (i) t y $ki = 0,6$ y (ii) f y $kf = 0,857$, con datos de 2006.

Esta metodología, además de confirmar la propuesta de Steven *et al.* (1986), permitió obtener estimaciones de ÍÁF relativamente similares a las determinaciones del interceptómetro a partir de fotografías de la cobertura del cultivo.

CONCLUSIÓN

- La estimación de ÍÁF en papa a partir de datos de la cobertura del cultivo (f) mostró ser un método adecuado, con la ventaja que supone emplear sólo fotografías digitales para su aplicación. Mientras las estimaciones de ÍÁF que se obtienen al invertir la Ley de Beer a partir de t y ki son muy similares a las lecturas que produce el interceptómetro, también son razonables las obtenidas mediante f y kf .

BIBLIOGRAFÍA

- De La Casa, A. 2007. Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica (Chile)*, 67:78-85.
- Gordon, R. 1997. Estimating potato leaf area index for specific cultivars. *Potato Research*, 40:251-266.
- Monsi, M. and T. Saeki, 1953. Über der lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Japan. J. Bot.*, 14:22-52.
- Ovando, G. 1999. Determinación fotogramétrica del área foliar en papa usando una técnica estándar de interpretación de imágenes de satélites. **In:** XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia y II Reunión Latino Americana de Agrometeorologia, Florianópolis, Brasil. Soc. Bras. de Agrometeorologia. 2779 p. 121-127.
- Rodríguez, A. 2000. Determinación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum* L., var. Spunta) por medio de fotografías digitales conociendo la relación entre el número de píxeles y la altura de adquisición. *Revista Brasileira de Agrometeorología*, 8(2):215-221.
- Steven, M. D. 1986. Foliage cover and radiation interception. *Field Crop Research*, 13:75-87.
- White, M. A. 2000. Measuring fractional cover and leaf area index in arid ecosystems. Digital camera, radiation transmittance, and laser altimetry methods. *Remote Sensing of Environment*, 74, 45-57.

ÍNDICE DE RIESGO SISTÉMICO DE HELADAS (IRISH)

SISTEMIC FROST RISK INDEX (SFRI)

María Elena Fernández Long*, Guillermo Murphy* y María Karina Torterolo*

* Profesores. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Av. San Martín 4453, (C1417fxd) Buenos Aires. Argentina. flong@agro.uba.ar; murphy@agro.uba.ar

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es la presentación de los fundamentos y metodología del IRiSH. Se utilizaron temperaturas horarias de cinco observatorios para el período 1991-2003 para calcular la duración de las heladas producidas en ese período y analizar su asociación con la temperatura mínima. Para el desarrollo del IRiSH se utilizaron las temperaturas mínimas diarias del período 1964-2003. Se asume que las heladas tardías serán tanto más peligrosas cuanto más se adelante la fenología del cultivo o se retrasen las heladas, cuanto mayor sea su intensidad, su duración y su frecuencia. El IRiSH integra todas estas variables directa o indirectamente. Se describen, a modo de ejemplo, las funciones empíricas desarrolladas para el cálculo del índice correspondiente al cultivo de trigo. El resultado es un índice de gran versatilidad, aplicable a distintos cultivos, que tiene en cuenta las principales variables determinantes de la peligrosidad de las heladas. Permite el monitoreo del riesgo de heladas durante el año, así como estudiar su variabilidad interanual, su tendencia temporal y su variación espacial. Con promedios anuales para una serie de años posibilita también la caracterización climática media del riesgo de heladas.

Palabras Clave: heladas; peligrosidad; variabilidad.

SUMMARY

The aim of this study is to present the fundamentals and methodology of the SFRI. Hourly temperatures of five observatories for the period 1991-2003 were used to calculate the duration of frosts and analyse their relationship with the minimum temperature. Daily minimum temperatures from the period 1964-2003 were used for the development of the SFRI. We assume that late frosts will be more dangerous the sooner the phenology of the crop or the more delayed the frosts, also the greater their intensity, length and frequency. The IRiSH integrates all these variables directly or indirectly. We describe, as an example, the empirical functions developed for calculating the index for wheat cultivation. The result is a versatile index, applicable to different crops, which takes into account the main variables that determine the level of danger from frosts. It allows to monitor frosts risk during the year, and to examine their inter-annual variability, temporal trend and special distribution. With annual averages for many years it also allows for the climatic characterization of frosts risk.

Key Words: heladas; peligrosidad; variabilidad.

INTRODUCCIÓN

Los índices desarrollados en la Argentina para cuantificar los riesgos por heladas priorizan diferentes variables en función de la finalidad para la cual fueron realizados. El Índice Crikindinoscópico (ICK) según Burgos (1963) fue diseñado para la evaluación climática del riesgo de heladas a nivel regional.

Por su parte, Pascale y Damario (1958; 2004) desarrollaron el Índice de Peligrosidad de Heladas (ÍPH) con el objetivo de determinar el peligro de heladas para un lugar y un cultivo determinados, considerando temperaturas mínimas perjudiciales para los momentos previos a la floración, plenitud de floración y pequeños frutos verdes.

Estos índices se calculan con valores climáticos medios correspondientes a largos períodos, por lo que no pueden aplicarse a valores anuales o al análisis de series más cortas, decenios, que permitirían estudiar la variabilidad interanual del riesgo de heladas o evaluar el impacto del cambio climático sobre el régimen de heladas.

Un índice interesante para cuantificar el riesgo de esta adversidad es el Frost Index (FI) como lo estudiaron Lindkvist y Chen (1999), que utiliza el número de heladas ocurridas, su duración, intensidad y un factor de peso en función de la fecha de ocurrencia, pero su uso está limitado por la necesidad de contar con temperaturas horarias no siempre disponibles con facilidad.

El IRiSH, en cambio, cuantifica el riesgo de heladas utilizando información fácilmente disponible.

El objetivo de este trabajo es la presentación de los fundamentos y metodología del IRiSH, y los resultados que se presentan, a modo ilustrativo, corresponden al cultivo de trigo. Cabe destacar, sin embargo, que su desarrollo se realizó teniendo en cuenta varios cultivos de diferentes modalidades bioclimáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del índice se utilizaron temperaturas horarias medidas en abrigo meteorológico, de cinco observatorios para el período 1991-2003. A partir de ellas se calculó la duración de las heladas producidas en ese período y se analizó su correlación con la temperatura mínima. Para el desarrollo del IRiSH se utilizaron las temperaturas mínimas diarias del período 1964-2003

de varias localidades con condiciones climáticas diferentes pertenecientes a la base de datos empleada por Fernández Long *et al.* (2006).

Concepto y estructura del IRiSH

La brotación y floración de las plantas perennes constituyen el comienzo de un período de gran sensibilidad al frío que aumenta con el avance de la estación. De la misma manera en cultivos anuales como el trigo comienza, a partir de la espigazón, un período en el que las heladas tardías afectan seriamente su rendimiento (Otegui *et al.*, 2003). En consecuencia, las heladas tardías serán tanto más peligrosas cuanto más adelantadas se encuentren las referidas fases.

El daño producido por las heladas depende también de la temperatura mínima a la que son expuestas las plantas. Las temperaturas mínimas críticas varían entre cultivos así como entre variedades o cultivares, con las condiciones meteorológicas previas a la helada, con el estado sanitario (Singer, 1960) y la población bacteriana activadora de núcleo de hielo INA (ice nucleation active) (Snyder y de Melo-Abreu, 2005), todo lo cual hace muy difícil establecerlas con precisión. La duración de las heladas es otra de las variables que influye en el daño resultante. En un estudio realizado para leguminosas (Badaruddin y Meyer, 2001) se observó una variación en el porcentaje de mortandad de 20 a 80 % de las plantas sometidas a una misma temperatura, durante 0,5 a 4 horas, respectivamente.

El IRiSH integra la época de ocurrencia (estado fenológico), intensidad, duración y frecuencia, consideradas como las principales variables que componen el riesgo producido por las heladas.

$$IRiSH = \sum_{i=1}^n F_i(f) F_i(t)$$

Donde n es el número de heladas producidas en un año, f el número de día calendario y t la temperatura mínima diaria

La función fecha $F(f)$, la de mayor peso en el valor final del IRiSH, está vinculada al momento fenológico del cultivo y por ende a la resistencia del mismo a las bajas temperaturas.

Se considera la intensidad de las heladas con una función exponencial de la temperatura mínima ($F(t)$). Además, esta función tiene en cuenta indirectamente la duración

de las heladas, a consecuencia de la elevada correlación existente entre ésta y la temperatura mínima. (ver Cuadro).

CUADRO. Relación entre la temperatura mínima durante una helada y la duración de la misma.

Localidades	Nº heladas	r	r2	Signif.
Resistencia	37	-0,87	0,75	signif. 1%
Córdoba	112	-0,85	0,72	signif. 1%
Rosario	101	-0,80	0,64	signif. 1%
Ezeiza	104	-0,79	0,62	signif. 1%
Mar del Plata	199	-0,75	0,56	signif. 1%

El índice de riesgo para una helada determinada, se obtiene multiplicando la función $F(f)$ por la función $F(t)$ y se calcula para cada uno de los eventos de heladas; su acumulación en un año resulta en el IRiSH anual que incluye la frecuencia de heladas. De esta forma, queda definido un índice de riesgo por heladas de gran versatilidad, que podrá ajustarse de acuerdo al cultivo con el que se trabaje modificando las funciones $F(f)$ y $F(t)$ de acuerdo a la fenología y umbrales críticos de temperatura mínima del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculo del IRiSH para trigo

Para la obtención de la función $F(f)$ se calcularon las fechas fenológicas de los principales materiales genéticos de trigo utilizando el modelo CRONOTRIGO^c (Miralles *et al.*, 2005). A partir de los resultados obtenidos, se generó empíricamente la $F(f)$ según se observa en la Figura 1, que vale 0 si el día es anterior a la fecha de siembra, establecida como el 1 de junio (día 152 del año).

Desde la siembra hasta el 20 de junio (201), etapa de máxima resistencia, el valor de la función es 1, aunque si ocurrieran temperaturas inferiores a -10 °C se produciría la muerte de las plantas. A partir de esa fecha la resistencia disminuye rápidamente hasta llegar al 1 de octubre (274), fecha en que comienza la floración y

representa el momento de máxima susceptibilidad, por lo que la función adopta el valor máximo de 100 hasta el día 6 de noviembre (310) cuando el daño producido comienza a caer rápidamente. En resumen:

Si $f < 152$ $F(f) = 0$; Si $f < 202$ $F(f) = 1$; Si $f < 275$ $F(f) = a + bf + cf^2 + df^3 + ef^4$; Si $f < 311$ $F(f) = 100$; Si $f \geq 311$ $F(f) = -f + 414,8$

Donde: $a = -1,5000364 \text{ E-}04$; $b = 23,863662$; $c = 0,32024495$; $d = 1,4070899 \text{ E-}03$; $e = -2,0118738 \text{ E-}06$

Para la obtención de la función $F(t)$ como se observa en las Figuras 1 y 2 se tuvieron en cuenta los umbrales fijados por Ventskevich (1961) y Shroyer *et al.* (1995). Si $t > 0$ $F(t) = 0$; Si $-10 > t \leq 0$ $F(t) = e^{(-0,35 t)} - 0,4$; Si $t \leq 0$ $F(t) = -10$.

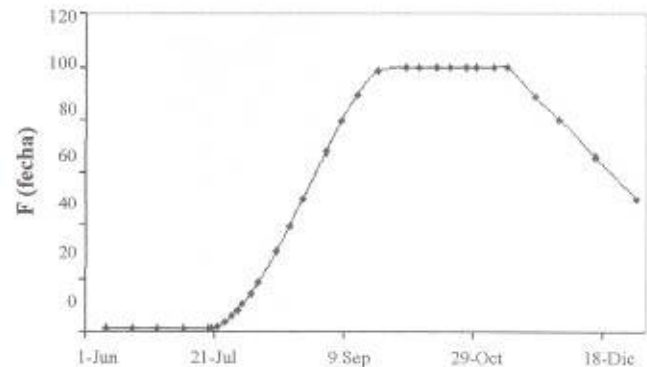


FIGURA 1. Valores de la $F(f)$ para el cultivo de trigo.

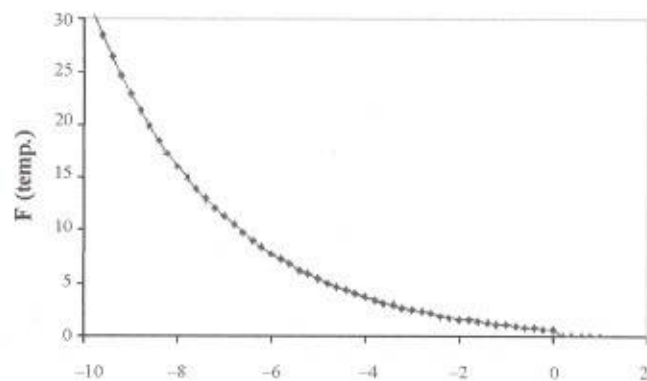


FIGURA 2. Valores de la $F(t)$ considerando los umbrales críticos del trigo.

CONCLUSIONES

- El IRiSH es un índice de gran versatilidad para la determinación del peligro de heladas para distintos cultivos.
- Tiene en cuenta las principales variables determinantes del riesgo de esta adversidad.
- Al ser calculado para cada evento de helada permite el monitoreo del riesgo de heladas dentro del año.
- El IRiSH anual permite estudiar la variabilidad interanual del riesgo, así como su tendencia temporal y su variación espacial.
- El promedio de sus valores anuales para un largo período permite una caracterización climática media de la peligrosidad de las heladas.

Pascale, A. J. y E. A. Damario 2003. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía-UBA. 550 p.

Shroyer, P. J., E. M. Mikesell and M. G. Paulsen. 1995. Spring Freeze Injury to Kansas Wheat. Agr. Exp. Station and Coop. Extension Service. KSU, Manhattan.

Snyder, R. L. and J. P. de Melo-Abreu. 2005. Frost Protection: fundamentals, practice and economics. Volume 1. FAO Environment and Natural Resources Series. 233 p.

Ventskevich, G. Z. 1961. Agrometeorology. Traducido del ruso. Ed. Nacional Science Foundation. Washington, DC. 1 Vol, 300 p.

BIBLIOGRAFÍA

Badaruddin, M. and D. W. Meyer 2001. Factors modifying frost tolerance of legume species. Crop Science 41:1911-16.

Burgos, J. J. 1963. Las heladas en Argentina. INTA. Colección Científica, Buenos Aires. 388 p.

Fernández, Long M. E, I. Barnatán, A. Faroni, R. H. Hurtado y G. M. Murphy. 2006. Riesgo de heladas primaverales críticas durante la emergencia de la soja en la región pampeana. Rev. Facultad de Agronomía UBA, 26(3):195-205 p.

Lindkvist L. and D. Chen 1999. Air and soil frost indices in relation to plant mortality in elevated clear-felled terrain in Central Sweden. Climate Research Vol. 12: 65-75 p.

Miralles, D. J., M. V. Spinedi, G. L. Abeledo y D. Abelleira. 2005. Cronotrigo© Sistema experto para predecir fenología en trigo. Registrado con propiedad intelectual ante la UBA Expte 417.583 p. www.agro.uba.ar/catedras/cerealicultura/servicios

Otegui, M. E. y M. López Pereira, 2003. Fechas de siembra en Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía UBA: 259-275 p.

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ: CASO HÍBRIDOS BLANCOS

INFLUENCE OF THE PRECIPITATION ON MAIZE YIELD: CASE WHITE GRAIN HYBRIDS

Pedro Monasterio*, Pedro García*, Gleenys Alejos*, Alberto Pérez*,
Jacinto Tablante*, Waner Maturét* y Luís Rodríguez*

* Investigadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA- Yaracuy. Km 3 Sector La Ermita vía Aeropuerto Edificio Inia. San Felipe Edo. Yaracuy, Venezuela. E-mail: pmonasterio@inia.gob.ve; pgarcia@inia.gob.ve.

RESUMEN

Se utilizaron los valores de rendimiento de grano de maíz *Zea mays* L., (kg ha⁻¹) obtenido en ensayos regionales uniformes de híbridos blanco (ERUsHMB), con datos de 7 años de evaluación, en el Campo Experimental de la Estación Local Yaritagua del INIA Yaracuy, en El Rodeo municipio Peña del estado Yaracuy, ubicado a 10° 04' N, 69° 70' W, y 308 m.s.n.m.; y los registros de Precipitación (P) y Evapotranspiración (ETP) de la estación antes señalada, con el objetivo de determinar la influencia de la distribución de la precipitación sobre los rendimientos de los cultivares de maíz inscritos en los ERUsHMB, durante los ciclos de siembra 2000 al 2006. Se calculó la lámina de agua en el suelo a 20 cm de profundidad y la ETP se obtuvo por la fórmula de Hargreaves y Samani. El año con el rendimiento promedio más bajo (5 900 kg ha⁻¹) fue 2005, quien recibió 174,2 mm de lluvia en el período crítico y 521,6 en todo el ciclo del cultivo, mientras que el 2004 resultó el año que mostró los mejores rendimientos (8 300 kg ha⁻¹), con 315,2 mm de lluvia en el período crítico y 866,9 mm en todo el ciclo. Los años con mayores productividades correspondieron a aquellos donde hubo mayor precipitación durante las etapas de prefloración, floración y llenado de grano (período crítico) y viceversa. El año que mostró el mayor nivel de productividad también presentó una mejor distribución de lluvia durante todo el ciclo del cultivo. Los resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída durante la etapa de prefloración ha llenado de grano, determinan los rendimientos de maíz en la zona de estudio.

Palabras Clave: Distribución de lluvia; rendimiento; híbridos; *Zea mays* L.; Yaracuy; Venezuela.

SUMMARY

Regional uniform tests with white maize, *Zea mays* L., hybrids (URTswMH) were evaluated during seven years in the field of the Local Experimental Station of Yaritagua, INIA Yaracuy, located in El Rodeo municipio Peña, of Yaracuy state, at 10° 04' N, 69° 70' W, and 325 mosl. Maize grain yield (kg ha⁻¹) of these test, Precipitation (P) and Evapotranspiration (ETP) registered in the location formally described, were used to determine the influence of the rain distribution on the yields of the maize cultivars evaluated in the URTswMH during the period 2000-2006. Soil water level at 20 cm depth was calculated and the ETP was obtained with the Hargreaves y Samani (1985) formula. The year with the lowest mean yield (5 900 kg ha⁻¹) was 2005, with a rainfall of 174,2 mm in the critical period and 521,6 mm during the total period of the crop, meanwhile the year 2004 showed the highest yields (8 300 kg ha⁻¹), with 315,2 mm of rain in its critical period and 866,9 mm during the total period of the crop. The years with highest productivity, corresponded to those who received higher P during prebloom, bloom and grain full (critical period) and viceversa. The year that showed the highest level of productivity also presented a better rainfall distribution during the total crop cycle. These results suggest that the maize yield obtained in this study depended on the amount of rain that occurs during prebloom to grain full period.

Key Words: Rain distribution; yield; hybrids.

INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., se cultiva en Venezuela en casi todo el territorio nacional, existiendo 4 zonas que representan más del 90% de la producción. El Valle Medio del Río Yaracuy es el asiento de la producción de maíz en el estado, que actualmente representa el primer cultivo rural y el segundo en la economía estatal, ocupando el 14% del área total de siembra.

La producción de maíz presenta múltiples problemas derivados del uso de zonas agroecológicas con marcadas diferencias en cuanto a las características físicas y químicas de los suelos, regímenes pluviométricos y altitud (Cabrera y García, 1999). El rendimiento del cultivo está fuertemente influido por el comportamiento de la precipitación y el déficit hídrico causa mayor impacto sobre el rendimiento en grano cuando ocurre en floración (Bergamaschi *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la distribución de la precipitación en el ciclo de cultivo sobre el rendimiento de los cultivares inscrito en los ensayos regionales uniformes de híbridos de maíz de grano blanco (EURHMB), durante los ciclos de siembra 2000 al 2006, en el Campo Experimental del INIA Yaracuy, El Rodeo, municipio Peña en el estado Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación se utilizaron los registros meteorológicos, generados por la estación agrometeorológica ubicada en el Campo Experimental de la Estación Local Yaritagua del INIA-Yaracuy, municipio Peña, coordenadas 10° 04' de latitud norte y 69° 07' longitud oeste, a 308 m.s.n.m., durante los años 2000 al 2006. Igualmente se utilizó el rendimiento (kg ha⁻¹) del maíz generado por los cultivares evaluados en los ERUHMB, establecidos en el referido campo experimental durante el mismo período. Para el balance hídrico se calculó la lámina de almacenamiento de agua en el suelo a 20 cm de profundidad y la evapotranspiración potencial (ETP) se calculó por la fórmula de Hargreaves y Samani (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio anual de precipitación pluvial fue de 974 mm., distribuida en forma unimodal (ver Figura). El año más lluvioso fue 2003 (1133 mm), seguido de

2004 (1103 mm) y 2000 con 1050 mm; sin embargo, los años que presentaron el mayor aporte de agua durante los meses de mayo y junio, lo cual coincide con la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo fueron 2003 y 2004, en los que se presentaron valores acumulados de 529,20 y 538,30 mm al mes de junio, respectivamente. Esta cantidad de lluvia caída durante estos dos meses es suficiente para suplir todas las necesidades del cultivo en la etapa de desarrollo vegetativo (Ojeda *et al.*, 2006; Laffite, 2001).

Los años con mayores productividades promedio coincidieron con aquellos en los cuales hubo mayor precipitación durante las etapas de prefloración, floración y llenado de grano (período crítico) y viceversa (ver Cuadro).

El año que presentó el rendimiento promedio más bajo fue el 2005, obteniendo un acumulado de 174,2 mm de lluvia en el período crítico y 521,6 en todo el ciclo del cultivo, mientras que el 2004 mostró los mejores rendimientos, con un acumulado de 315,2 mm en el período crítico y 866,9 mm en todo el ciclo (ver Cuadro). Además se observa que el año 2004 presentó la mejor distribución de lluvia, supliendo las demandas de ETR.

Por otro lado, los años 2000 y 2003 (6 700 kg ha⁻¹), presentaron menor rendimiento que el 2004, a pesar de recibir cantidades similares de lluvias a éste. Es posible que se debió al exceso observado durante el período vegetativo.

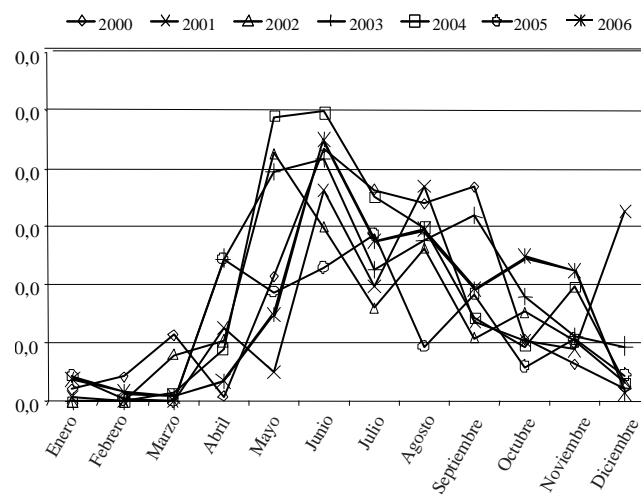


FIGURA. Precipitación media mensual en la estación meteorológica en la estación local Yaritagua del INIA - Yaracuy durante los años 2000-2006.

CUADRO. Balance hídrico, precipitación acumulada en el ciclo del cultivo y acumulada en el período crítico, y rendimientos de maíz obtenidos en los ciclos de siembra 2000 al 2006 en el Campo Exp. Estación local Yaritagua, del INIA - Yaracuy. El Rodeo, municipio Peña del Estado Yaracuy. Año 2007.

Año	Variable	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Total	Ren. kg ha ⁻¹
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
2000	Ciclo																					828,4	6,700
	Precip.	17,8	12	28,9	41	48,4	63,8	7,3	98,7	57,3	10,3	30	83,8	39,5	27	73,3	27,3	57,9	48,9	21,2	34,5		
	ETR	17,8	12	28,9	41	30,9	27,9	22,8	40,4	30,2	25,8	28,84	46,86	29,9	28,5	30,4	42,8	30,2	32,2	31,1	40		
	Almac.*	0	0	0	0	15,5	15,5	0	15,5	15,5	0	1,2	15,5	15,5	14	15,5	0	15,5	15,5	5,6	0		
2001	Ciclo																					628,2	6,300
	Precip.	14,4	14	11,2	60,4	74	9	37,1	60,4	19,5	57	10,5	11,9	69,3	42,8	60,3	7,7	29,1	10,1	29,1	0		
	ETR	14,4	14	11,2	50,4	27,7	24,5	31	38,3	30,2	28,6	26	11,9	28,8	28	29,1	23,2	29,1	10,1	29,1	0		
	Almac.*	0	0	0	10	15,5	0	6,1	15,5	4,8	15,5	0	0	15,5	15,5	15,5	0	0	0	0	0		
2002	Ciclo																					629,4	6,100
	Precip.	13,6	38	29,8	132	21,1	32,3	71,4	24,1	15,9	14	23,6	27,1	6,7	16,3	50,1	58,8	12,7	21,4	8,5	11,6		
	ETR	13,6	31	33,7	48,3	30,9	31,9	28,8	39,7	15,9	14	23,6	27,1	6,7	16,3	30,5	48,5	28,2	21,4	8,5	11,6		
	Almac.*	0	7,1	3,19	15,5	5,7	6,1	15,5	0	0	0	0	0	0	0	15,5	15,5	0	0	0	0		
2003	Ciclo																					815,3	6,700
	Precip.	0	67	63,7	68	23	76,7	51,4	56,8	15,5	32,5	3,8	61	54,5	51,5	0	32,2	0	80,3	39,7	38,1		
	ETR	0	27	28,1	45	28,6	29,5	27	42	29,2	31,9	6,2	47,7	29,1	29	15,5	32,2	0	29,6	30,3	40,3		
	Almac.*	0	16	15,5	15,5	9,9	15,5	15,5	15,5	1,8	2,4	0	13,3	15,5	15,5	0	0	0	15,5	15,5	13,3		
2004	Ciclo																					866,9	8,300
	Precip.	50,6	74	89	30,8	56,6	81,5	21,2	90,4	35,7	63,1	58,7	17,5	12,1	20,8	84,6	31,2	8,3	1,2	37,4	2,1		
	ETR	29,5	31	30,2	46,3	29,5	27,9	28,8	43,4	31,9	31,1	24,9	33	12,1	20,8	32	46,7	8,3	1,2	36,7	2,82		
	Almac.*	15,5	16	15,5	0	15,5	15,5	7,9	15,5	15,5	15,5	15,5	0	0	0	15,5	0	0	0	0,72	0		
2005	Ciclo																					521,6	5,900
	Precip.	3,9	40	9	41,5	23,5	19,3	89,4	12,3	72,6	1,8	34,4	35,1	24,1	0	13,2	9,6	37,8	7,6	4,8	42		
	ETR	3,9	31	17,5	41,5	23,5	19,3	33,7	27,8	30,5	17,3	30,31	39,19	24,1	0	13,2	9,6	31,9	13,6	4,8	41,9		
	Almac.*	0	8,5	0	0	0	0	15,5	0	15,5	0	4,09	0	0	0	0	0	5,95	0	0	0,06		
2006	Ciclo																					668,3	6,180
	Precip.	14,6	31	20,2	8,1	28,6	112	36,4	48,6	25,6	61,9	21	29,6	10,7	48,5	34	41	6,7	12,6	72,7	4,5		
	ETR	15	28	22,9	8,1	28,6	28,5	28	38	26,3	27,7	27,7	38,4	10,7	30	32,1	46,4	16,8	12,6	30,3	20		
	Almac.*	0	2,7	0	0	0	15,5	16	16	14,8	15,5	8,8	0	0	16	15,5	10,1	0	0	15,5	0		

* Capacidad de almacenamiento del suelo: 15,5 mm de agua; + Cantidad de lluvia acumulada en el período crítico.

 Ciclo vegetativo
  Floración - Polinización
  Llenado del grano hasta pastoso
  Maduración fisiológica

Los años que presentaron menores rendimientos (2002, 2005 y 2006), también se observó déficit hídricos en los días antes y durante la floración (ver Cuadro). Estos resultados concuerdan con lo señalado por Laffite (2001), quien refiere que los déficit hídricos que ocurren durante la etapa floración tienen un efecto multiplicador sobre el rendimiento, aparentemente porque reducen la formación de reserva.

También Bergamaschi *et al.* (2006), encontraron que el déficit hídrico ocurrido durante la floración tuvo un mayor impacto sobre el rendimiento. Por otro lado, Carvallo *et al.* (2004), refieren que las fases más sensibles del cultivo de maíz al déficit hídrico, en orden decreciente son: floración, llenado de grano y desarrollo vegetativo.

Estos resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída en la zona de estudio durante la etapa de prefloración a llenado de grano, determinan significativamente los rendimientos de maíz en la zona de estudio, lo cual coincide con trabajos previos (Bergamaschi *et al.*, 2006; Carvallo *et al.* (2004), los cuales señalan una marcada influencia negativa sobre el rendimiento de maíz cuando se presentan déficit hídricos durante esta etapa.

Los valores medios de insolación (no mostrados) no reflejaron ninguna relación sobre el comportamiento del rendimiento de maíz en los ciclos estudiados, lo cual sugiere que las diferencias en el rendimiento observados entre los años están más relacionadas con la distribución de agua en el ciclo del cultivo que con el número de horas luz disponibles.

CONCLUSIONES

- Los años con mayores productividades promedio correspondieron a aquellos en los cuales hubo mayor precipitación durante el período crítico del cultivo.
- Los resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída durante la etapa de prefloración a llenado de grano, determinan significativamente los rendimientos de maíz en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bergamaschi, H., G. A. Dalmago, F. Comiran, J. I. Bergonci, A. Muller, S. Franca, A. Santos, B. Radin Biachi C. e P. Pereira. 2006. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(2):243-249 p.
- Cabrera, S. y P. García. 1999. El cultivo de maíz en Venezuela. **In:** Memorias XVIII Reunión Latinoamericana del Maíz. 22 a 27 de agosto de 1999. Sete Lagoas – Mina Gerais – Brasil. EMBRAPA, CIMMYT. 150-160 p.
- Carvallo, M. R. Soratto, M. Athayde O. Arf e M. As de. 2004. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesq. Agropec. Bras.* 39(1):47-53 p.
- Hargreaves, G. H. and Z. A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperatura. *Applied Eng. in Agric.* 1(2):96-99 p.
- Laffite, H. R. 2001. Estreses abióticos que afectan al maíz. **In:** El maíz en los trópicos. Paliwal, Laffite, Granados y Violic (Edres.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2001. <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM>. [Consulta: julio 30, 2007].
- Ojeda, B. W., E. S Fuentes I, y H. Unland W. 2006. Programación integral de riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agroc.* 40:13-25.

EVAPOTRANSPIRACIÓN DIARIA DEL TOMATE DETERMINADA MEDIANTE UN LISÍMETRO DE PESADA

DAILY EVAPOTRANSPIRATION OF TOMATO USING WEIGHING LYSIMETER

Rafael Rodríguez* y Reinaldo Pire**

* Investigadores. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Agronomía, Departamento de Ingeniería Agrícola.
** Postgrado de Horticultura. Tarabana. Estado Lara. Venezuela. E-mail: rafaeljavier@ucla.edu.ve, rpire@ucla.edu.ve

RESUMEN

En los últimos años se han venido utilizando fórmulas empíricas para la determinación de la evapotranspiración de referencia, pero se desconoce si estos valores se correlacionan bien con la evapotranspiración real de los cultivos, principalmente porque estos últimos son escasos. Aunque no es fácil obtener un valor exacto de este parámetro, existen diversas metodologías basadas en datos climáticos que pueden ser utilizadas para tal fin, además de métodos directos que permiten obtener información del agua consumida, utilizando para ello instrumentos para su determinación. Las hortalizas incluyen especies exigentes en agua. El tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., es especialmente sensible al déficit hídrico en el momento de trasplante y floración. En relación con lo anterior se determinó la evapotranspiración real diaria de un cultivo de tomates mediante un lisímetro de pesada en la zona de Tarabana, estado Lara, para ello, se realizaron experimentos durante dos ciclos consecutivos (Años 2004 y 2005). Los resultados oscilaron entre 2,95 y 7,3 mm/d, durante el ciclo 2004 y para el ciclo 2005 los valores fluctuaron entre 3,3 y 8,62 mm/d. Durante los ciclos se calcularon coeficientes de cultivo para cada una de las fases de desarrollo, los cuales oscilaron entre 0,64 y 0,78 para la fase inicial, 1,14 y 1,30 durante la fase de mediados de ciclo y para la etapa final se obtuvieron valores que fluctuaron entre 0,5 y 1,22. También se compararon algunas de las metodologías empleadas en la determinación de la evapotranspiración, resultando la más adecuada para la zona estudiada, el modelo basado en la ecuación de Penman – Monteith.

Palabras Clave: Fenología; tomate; riego.

RECIBIDO: septiembre 24, 2007

SUMMARY

Recently indirect method have been used for getting reference crop evapotranspiration (ET_o), however results from those methods and their relations with other crops are not tested properly. Between the years 2004 and 2005 in Tarabana (Lara State of Venezuela) a research was conducted for estimation and measurements of ET_c and ET_r for tomato, *Lycopersicon esculentum* M., using a weighing lysimeter and six methods for ET_o including K_c and direct measurements with lysimeters. The values including results between 2,95 and 7,3 mm d⁻¹ in 2004 and 3,3 and 8,62 in the 2005. K_c values were 0, 64 and 0,78; 1,14 and 1,30; and finally 0,5 and 1,22 during initial, development and late state respectively. The highest correlation was found for Penman – Monteith.

Key Words: Fenología; tomate; riego.

ACEPTADO: octubre 23, 2007

INTRODUCCIÓN

Recientemente se han venido utilizando fórmulas empíricas para la determinación de la evapotranspiración de referencia (López *et al.*, 2006), pero se desconoce si estos valores se correlacionan bien con la evapotranspiración real de los cultivos, principalmente porque estos últimos son escasos. Existen diversas metodologías basadas en datos climáticos que pueden ser utilizadas para tal fin, además de métodos directos que permiten obtener información del agua consumida, utilizando para ello instrumentos para su determinación. Las hortalizas incluyen especies exigentes en agua. En relación con lo anterior se determinó la evapotranspiración real diaria de un cultivo de tomates mediante un lisímetro de pesada en la zona de Tarabana, estado Lara.

MATERIAL Y MÉTODOS

El lisímetro de pesada poseía una capacidad superior a las 5 toneladas y un área de 2,54 m² lo que permitió detectar variaciones en el peso de hasta 100 g (lámina de 0,05 mm), disponía de una salida en el fondo para permitir el lavado periódico de sales. Contenía una mezcla de suelo mineral y orgánico, donde se colocaron las plántulas de tomate variedad Río Grande de 28 d de edad, en hileras distanciadas a 90 cm y con una separación de 35 cm entre plantas. Se regó por goteo superficial con la cantidad y frecuencia suficientes para mantener un nivel óptimo de humedad (aproximadamente 10-20 centibares de tensión a 30 centímetros de profundidad).

La evapotranspiración real (ETr) fue medida durante todo el ciclo de cultivo y los Kc para las diferentes fases fenológicas se calcularon basados en la relación $Kc = ETr/ET_0$.

Se realizaron experimentos durante dos ciclos consecutivos; años 2004 y 2005. Y los valores de evapotranspiración real se compararon algunas de las metodologías empleadas en la determinación de la evapotranspiración de mayor uso en zonas tropicales (Pire, 2003) tales como (Penman-Monteith, Blaney-Criddle, Radiación, Hargreaves y Samani, Tina de evaporación, García-López y Jensen – Haise).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las necesidades hídricas totales fluctuaron entre 613 mm, para el año 2004, y 515 mm durante el

año 2005, con valores promedios de ETr de 5,730 y 5,726 mm.d⁻¹, respectivamente. Estos resultados coinciden con los manifestados por Doorenbos y Kassan (1980), donde señalan que las necesidades totales de agua para un cultivo de tomates producido en campo son de 400 a 600 mm. Y son menores a los señalados por Hanson y May (2006), quienes calcularon los requerimientos hídricos para tomate industrial, obteniendo valores anuales que fluctuaron entre 572 y 742 mm. Monteith.

La ETr diaria del cultivo, para el ciclo 2004, fluctuó entre 7,3 mm d⁻¹, durante la fase de fructificación y 2,95 mm d⁻¹ durante la etapa inicial. Para el ciclo del 2005, los valores de ETr fluctuaron entre 8,62 y 3,3 mm d⁻¹, coincidiendo con las fases fenológicas ya mencionadas.

Los Kc para el año 2004 (Figura 1) fueron de 0,78 en la etapa inicial, 1,14 en la fructificación y para la etapa de cosecha se presentaron valores que fluctuaron entre 0,50 y 1,09.

En el año 2005 (Figura 2) los valores de Kc obtenidos resultaron en 0,64 para la etapa inicial, 1,30 en la fructificación y durante la etapa final valores que oscilaron entre 0,79 y 1,22. Para el ciclo 2004, se observaron valores altos de Kc durante los primeros días de trasplante del tomate, siendo esto evidente hasta el día 10, lo cual se debió posiblemente a que el suelo se había regado en abundancia, con valores cercanos a saturación con la finalidad de garantizar la humedad suficiente durante el trasplante (Aboukhaled, 1982).

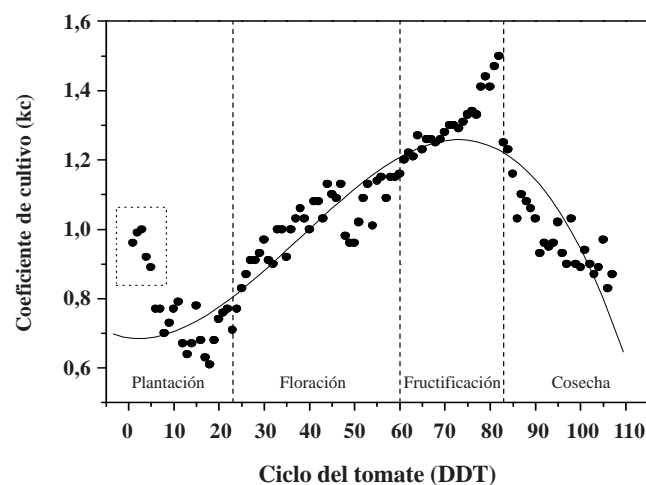


FIGURA 1. Variación del Kc. Ciclo 2004

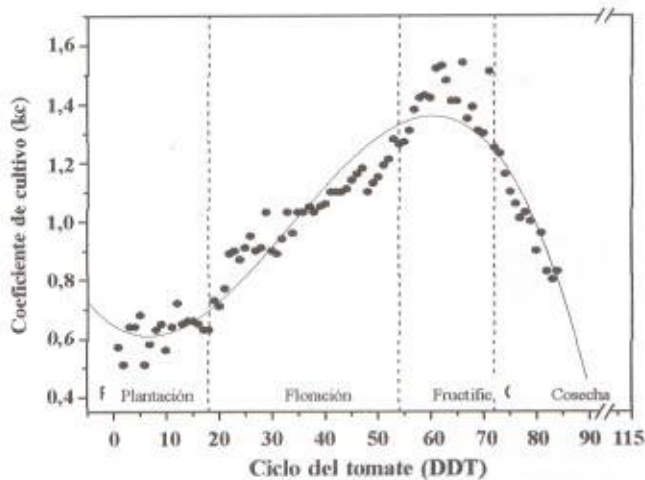


FIGURA 2. Variación del Kc. Ciclo 2005

Con respecto a los valores altos del Kc observados en la etapa intermedia durante los dos ciclos, presumiblemente se debieron al exceso de riego durante esos días, al respecto López *et al.* (2006), señalan que la variación del Kc en las etapas intermedias es debido a la frecuencia de lluvias o al riego. Sin embargo, Hanson y May (2005), sugieren el uso de rangos para mediados de temporada que oscilan entre 1,05 y 1,3, rango que incluye los valores reportados por este trabajo.

Con relación a la comparación entre valores de ETr y ETc, calculados por diferentes metodologías (Figura 3) las ecuaciones de Penman - Monteith y Radiación según la FAO, obtuvieron para los dos periodos estudiados los más altos valores de coeficiente de determinación, demostrando su efectividad al disponer de datos necesarios para su aplicación y reconociendo la sobreestimación de los resultados obtenidos por el método de la radiación modificado por la FAO. Al respecto Allen *et al.* (1998), señala que el método de Penman - Monteith se recomienda como el único procedimiento estándar para la definición y el cálculo de la evapotranspiración de referencia.

CONCLUSIONES

- La ETr obtenida mediante un lisímetro de pesada fluctuó entre 2,95 mm.día⁻¹ y 8,62 mm.d⁻¹, al considerar los dos ciclos evaluados.
- Se obtuvieron tres valores de Kc a partir del modelo polinómico.
- La ecuación que mejor reprodujo los valores de ETr durante los dos ciclos de tomate evaluados, fue la ecuación de Penman - Monteith.

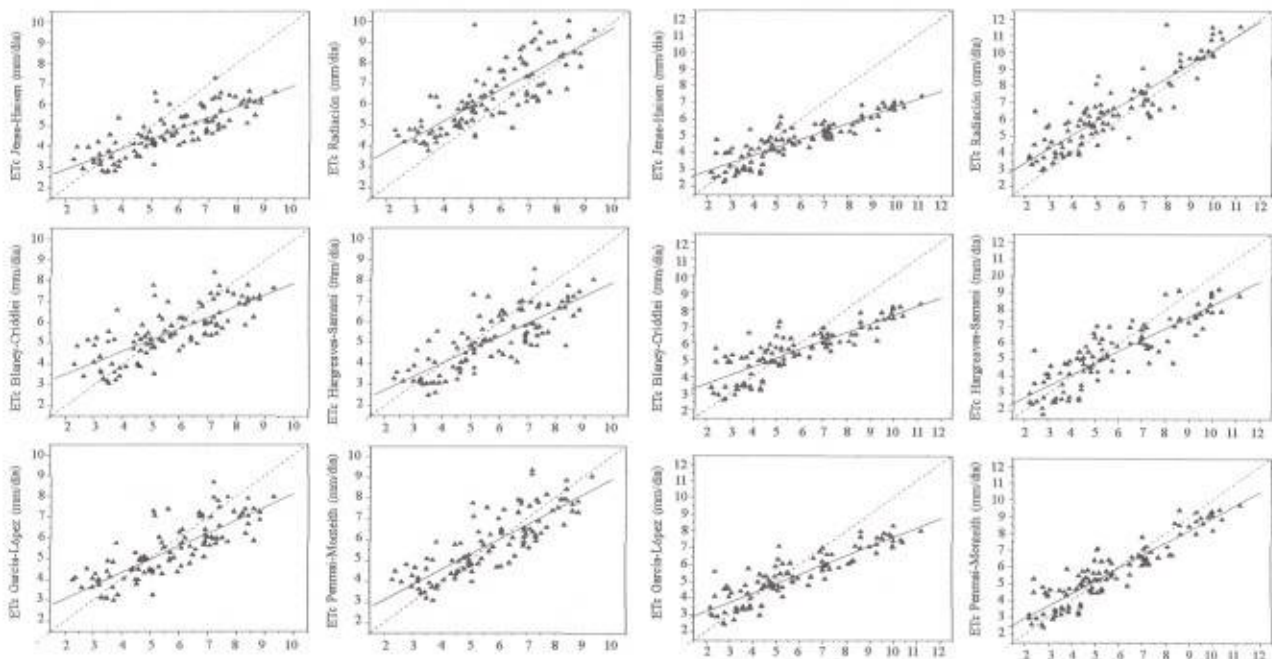


FIGURA 3. Comparación entre valores de ET medidos en el lisímetro y valores de ETc calculados, por diferentes metodologías (Año, 2004 y 2005).

BIBLIOGRAFÍA

- Aboukhaled, A., A. Alfaro and M. Smith. 1982. Lysimeters. Irrigation and Drainage. Paper FAO 39. FAO, Roma. 68 p.
- Doorenbos, J y W. Pruitt. 1977. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO Paper N° 33. pp. 206.
- Hanson, B. and D. May. 2006. Crop coefficients for drip-irrigated processing tomato. *Agricultural Management* 81: 381- 399.
- López, R., F. Martín de Santa Olalla, C. Fabeiro and A. Morata. 2006. Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. *Agricultural Water Management* 85:15 – 26.
- Pire, R. y R. Rodríguez. 2003. Evapotranspiration of bell pepper in the tropics as measured by a weighing lysimeter. Fourth International Symposium on irrigation of Horticultural Crops. Davis, California, USA. September 1-5, 2003).

CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DE LAS SEQUÍAS (1970/2005) EN TRES LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA

AGROCLIMATIC CHARACTERIZATION OF DROUGHTS (1970/2005) IN THREE LOCALITIES OF LA PAMPA, ARGENTINA

Graciela Teresa Vergara* , Guillermo Alberto Casagrande** y Juan Pablo Arnaiz*

* Profesores: Universidad Nacional de la Pampa (UNLPAM). Facultad de Agronomía. Cátedra de Climatología Agrícola. CC 300 (6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina. E-mail: vergara@agro.unlpam.edu.ar.

** Profesor: EEA Anguil "Ing. Gr. Guillermo Covas", INTA. CC 11 (6326) Anguil, La Pampa, Argentina

RESUMEN

Las sequías están estrechamente relacionadas con la variabilidad espacial, temporal y el monto de las precipitaciones. Constituyen una adversidad climática con significativos efectos negativos en los aspectos socioeconómicos de un país. Se aplicó el modelo de Palmer que calcula el Índice de Severidad de Sequía de Palmer para caracterizar agroclimáticamente las sequías en tres localidades ubicadas en la zona agropecuaria de la provincia de La Pampa: General Pico, Santa Rosa y Guatraché para el período 1970/2005. Durante el período analizado las tres localidades se caracterizaron por presentar mayor frecuencia de episodios húmedos que secos y normales. General Pico fue de las tres, la de menor número de casos con sequía, seguida por Guatraché y luego Santa Rosa. General Pico presentó mayor número de casos húmedos y le siguen en orden decreciente Santa Rosa y Guatraché. La localidad de Guatraché presentó mayor frecuencia de meses normales, que Santa Rosa y General Pico. Las mayores frecuencias de intensidad de las sequías correspondieron a las categorías débil en las tres localidades. En General Pico no se registraron sequías severas ni extremas mientras que en Santa Rosa y Guatraché no ocurrieron sequías extremas. En General Pico el mes con mayor frecuencia de sequías fue agosto, en Santa Rosa octubre y en Guatraché noviembre. Los meses con menor frecuencia de sequías fueron enero y noviembre en General Pico y enero en Santa Rosa y Guatraché.

Palabras Clave: Sequía; episodio húmedo; episodio seco; índice de severidad de sequía; Argentina.

SUMMARY

Droughts, which are a function of the spatial and temporal variability and total amount of rainfall, have significant negative effects on socioeconomic aspects of a country. Palmer's Drought Severity Index was calculated for characterize droughts at three sites located in the agricultural zone of La Pampa Province, General Pico, Santa Rosa y Guatraché for the period 1970-2005. During the period of analysis, the frequency of humid events was greater than the frequency of dry or normal periods in the three sites. General Pico had the lowest frequency of drought, followed by Guatraché and then Santa Rosa. General Pico had the highest frequency of humid episodes, followed by Santa Rosa and Guatraché. Guatraché has greater frequency of normal months than Santa Rosa and General Pico. The highest frequencies of drought intensity correspond to category weak in the three sites. At General Pico neither severe nor extreme droughts are registered, whereas in Santa Rosa and Guatraché only extreme droughts did not occur. In General Pico, Santa Rosa and Guatraché the month with highest drought frequency are August, October, and November respectively. The months with lowest frequency of droughts are January and November in General Pico, and January in Santa Rosa and Guatraché.

Key Words: Sequía, episodio húmedo, episodio seco, índice de severidad de sequía

INTRODUCCIÓN

La OMM (1992) define sequía como un período de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico. La identificación e intensidad de las sequías es de importancia para la prevención de las contingencias que éstas acarrearán con respecto a la planificación de la economía general de un país o una región. Es por ello que se considera de utilidad el seguimiento de las sequías en el tiempo y el espacio (Carbone *et al.*, 2005).

Las sequías son una de las principales adversidades que afectan en forma recurrente y con extrema severidad a las regiones destinadas a la actividad agropecuaria en Argentina. El análisis de las precipitaciones ocurridas en la provincia de La Pampa indica un aumento de las mismas a partir de mediados de la década de 1970 que se ve reflejado en el desplazamiento de las isoyetas hacia el oeste (Roberto *et al.*, 1999; Vergara *et al.*, 2005) y en la expansión de la frontera agropecuaria.

Debido a que las sequías están estrechamente ligadas a la cantidad y variabilidad de las precipitaciones es relevante realizar un análisis para intentar identificar patrones espaciales y temporales de comportamiento de esta adversidad. El Índice de Severidad de Sequía de Palmer (ÍSSP) según lo descrito por Palmer (1965) es aplicado en este trabajo para evaluar el comportamiento espacio temporal de la sequía en tres localidades, ubicadas al noreste, centro y sur de la región oriental de la provincia de La Pampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ÍSSP fue desarrollado por Palmer (1965) para medir la pérdida de humedad basándose en el concepto de demanda-suministro de agua, teniendo en cuenta el déficit entre la precipitación real y la precipitación necesaria para mantener las condiciones de humedad climática o normal.

El ÍSSP varía entre -4 y $+4$, pudiendo puntualmente sobrepasar estos valores. Para el cálculo del ÍSSP se utilizó el software PDIWIN (1999).

Se calculó el ÍSSP para tres localidades situadas en la región agropecuaria de la provincia de La Pampa: General Pico ($35^{\circ}42'S$, $63^{\circ}45'W$) ubicada en el noreste

de la provincia, Santa Rosa ($36^{\circ}37'S$, $64^{\circ}17'W$) ubicada en el centroeste y Guatraché ($37^{\circ}28'S$, $63^{\circ}34'W$) en el sudeste de la misma (Figura 1).

Los registros mensuales de precipitación se obtuvieron de la Dirección de Estadística y Censo de la provincia de La Pampa (serie 1921/2005). La evapotranspiración potencial se estimó mediante el método de Penman (1948). Se consideró un suelo Haplustol Entico con una capacidad de campo (CC) de 200 milímetros, hasta 1 metro de profundidad. El punto de marchitez permanente (PMP) es de 80 milímetros Fernández *et al.* (2003).



FIGURA 1. Ubicación de la zona en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La marcha temporal de los períodos secos y húmedos en las tres localidades estudiadas (serie 1970/2005) presentó un predominio de episodios húmedos (positivos) respecto de los secos (negativos) y normales. El estudio de frecuencia de episodios húmedos y secos en la localidad de General Pico, mostró que el 66,9% de los casos corresponde a meses húmedos con distintos grados de intensidad. El 25,5% de los meses fueron secos, también con distintos grados de intensidad y el 7,6% fueron normales.

Las mayor frecuencias de sequías correspondió a la categoría débil (50%). El 35,4% de los casos fueron sequías moderadas y el 14,6% incipientes. No se presentaron sequías severas ni extremas (Figura 2).

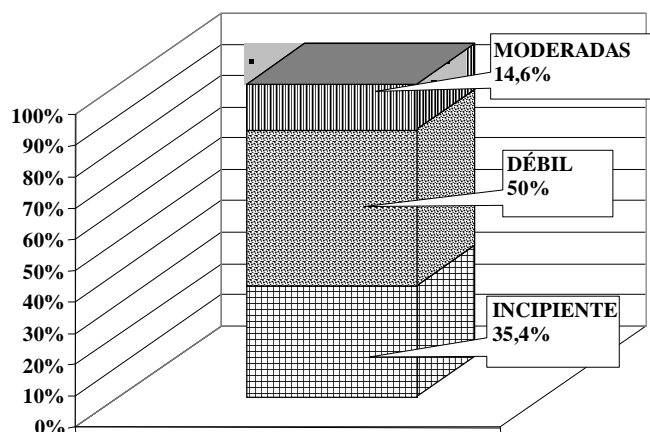


FIGURA 2. General Pico (L.P.): Porcentaje de frecuencia de sequias por categorías.

En un análisis mensual durante los 35 años estudiados el mes de agosto fue el de mayor frecuencia de sequías (12 casos) y enero y noviembre los de menor número de episodios (7 meses). En la localidad de Santa Rosa sobre un total de 432 meses estudiados ocurrieron episodios húmedos con distinto grado de intensidad el 51,0% de los meses. Se presentaron sequías con diferente grado de intensidad en el 36,1% de los casos y el 12,7% de los meses fueron normales (Figura 3).

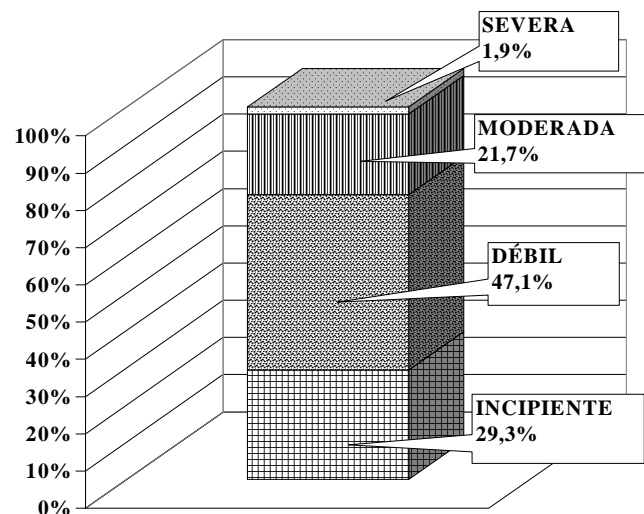


FIGURA 3. Santa Rosa (L. P): Porcentaje de frecuencia de sequias por categorías.

Las mayores frecuencias de sequías se correspondieron con la categoría débil (47,1%). El 29,3% de los casos correspondieron a sequías incipientes, el 21,7% a sequías moderadas y el 1,9% a sequías severas. En Santa Rosa no se observaron sequías extremas (Figura 3). En los 35 años estudiados, el mes de octubre fue el de mayor frecuencia de sequías (17 meses) y el de enero el de menor número de casos (10 meses).

En la localidad de Guatraché, la frecuencia de episodios húmedos y secos mostró que en el 48,7% de los meses fueron húmedos con distintos grados de intensidad. Se presentaron sequías con diferente grado de intensidad en el 35,7% de los casos, mientras que el 15,7% de los episodios fueron normales (Figura 4). La mayor frecuencia de sequías correspondió a la categoría débil (48,7%). Las sequías incipientes presentaron porcentajes de 35,1%, las moderadas 12,3% y las severas 3,9%. No se registraron sequías extremas. Durante el período analizado, el mes de septiembre fue el de mayor frecuencia de sequía (16 meses) y el de enero el de menor número de casos (9 meses).

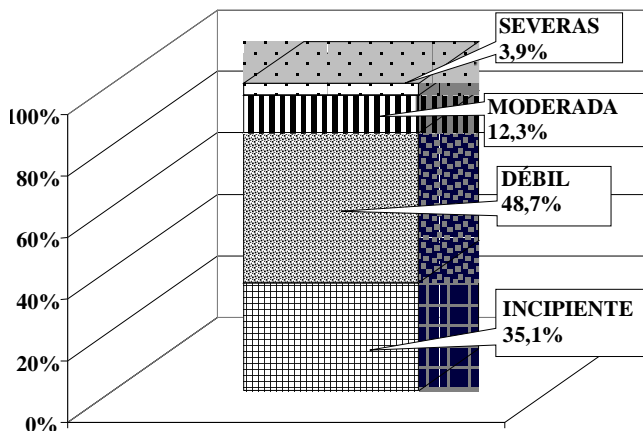


FIGURA 4. Guatrache (L. P): Porcentaje de frecuencia de sequías por categorías.

CONCLUSIONES

- Se determinó que en las tres localidades analizadas existe mayor frecuencia de episodios húmedos que secos durante el período estudiado (1970/2005).

- Comparando los tres sitios General Pico arroja un porcentaje de sequías menor que Guatraché y ésta a su vez menor que Santa Rosa. General Pico presenta mayor número de casos húmedos y le siguen en orden decreciente Santa Rosa y Guatraché.
- La localidad de Guatraché posee mayor frecuencia de meses normales, que Santa Rosa y General Pico.
- Las mayores frecuencias de intensidad de las sequías corresponden a las categorías débil en las tres localidades.
- En General Pico no se registran sequías severas ni extremas mientras que en Santa Rosa y Guatraché no ocurren sequías extremas.
- En General Pico el mes con mayor frecuencia de sequías es agosto, en Santa Rosa octubre y en Guatraché noviembre. Los meses con menor frecuencia de sequías son enero y noviembre en General Pico y enero en Santa Rosa y Guatraché.

Roberto, Z. E., G. Casagrande y E. F. Viglizzo. 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y Variaciones del siglo. Publicación N°2. INTA, Centro Regional La Pampa-San Luis. 25 p.

Vergara, G., G. Casagrande, E. Sierra, S. Pérez y E. Bredan. 2005. Comportamiento de las precipitaciones (1921/2000) en el este de la provincia de La Pampa (Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa UNLPAM. ISSN 0326-6184. Volumen 16(1/2):3-13.

BIBLIOGRAFÍA

- Carbone, M., M. Pícolo y B. Scian. 2005 Análisis de los períodos secos y húmedos en la cuenca del arroyo Claromecó, Argentina. Papeles de Geografía, Volumen 40, ISSN 0213-1781, Editorial Universidad de Murcia.
- Fernandez, J. C., A. Quiroga y G. A. Casagrande. 2003. Caracterización agroedáfica y agroclimática del área triguera de la provincia de La Pampa. Publicación de divulgación técnica N° 76. INTA EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas".
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). 2006. Boletín Vol. 55(1) Enero 2006.
- Palmer, W. C. 1965. Meteorological Drought. U.S. Dep. Commerce. Wshington D.C. Weather Bureau Res. Paper 45, 58 p.
- Penman H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London 8A) 193: 17-21.
- Ravelo, A. C. y M. A. Herrero. 1999. Software PDIWIN V1.0. CREAN. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNC.

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH (FAO-56) COM SALDO DE RADIAÇÃO MEDIDO POR DIFERENTES SENSORES¹

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA POR PENMAN-MONTEITH (FAO-56) CON RADIACIÓN NETA MEDIDA POR DIFERENTES SENSORES¹

ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION BY PENMAN-MONTEITH METHOD (FAO-56) WITH MEASURED NET RADIATION FOR DIFFERENT SENSORS¹

Antonio Cunha Ribeiro Da*, Clovis Volpe Alberto** e Francisco Escobedo João***

¹Financiamento dos instrumentos utilizados para a realização do referido trabalho. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

* Eng. Agr. Dr. Pós-Doutorando Pela FAPESP, FCAV-UNESP Depto. de Ciências Exatas, Jaboticabal, SP. E-mail: arcunha@fca.unesp.br.

** Professor. FCAV-UNESP. Jaboticabal, Adjunto Depto. de Ciências Exatas, SP. E-mail: cavolpe@fcav.unesp.br.

*** Prof. Adjunto Depto. de Recursos Naturais/Ciências Ambientais, FCA-UNESP, Botucatu, SP. E-mail: escobedo@fca.unesp.br.

RESUMEN

Se comparó estimaciones de la evapotranspiración de referencia (ET_o) por Penman-Monteith (FAO-56) utilizando radiación neta (R_n) datos obtenidos en tejen una malla sensores del radiación neta NR-Lite (Kipp y Zonen), Q-7,1 (REBS) y CNR1 (Kipp y Zonen), en el período de 28/09 a 22/11/2001 en Botucatu, UNESP, SP. Se verificaron las estimaciones de ET_o y se comparación a través de los indicadores estadísticos: coeficiente de determinación (R²) y índice de acuerdo (d). Con las constantes de calibración original el sensor NR-Lite y Q-7,1 subestimaron de una manera significativa en los período de la luz del día y nocturno, y por consiguiente ET_o también fue subestimado. Con el uso de una nueva calibración constante el sensores al que NR-Lite y Q-7,1 empezaron sobrestima de manera no significativa, respecto al sensor CNR1, podría usarse así para las medidas de balance de energía con exactitud. La estimación de ET_o diario para la ecuación de Penman-Monteith (FAO-56) obtuvo empezando de R_n medido por sensor Q-7,1 al que más se acercó de los valores encontraron de ET_o en la función de R_n medida por los sensor CNR1.

Palabras Clave: Evapotranspiración; balance de energía; radiación neta.

SUMMARY

It was compared estimates of reference evapotranspiration (ET_o) by Penman-Monteith method (FAO-56) utilizing net radiation (R_n) data obtained in net radiometer NR-Lite (Kipp and Zonen), Q-7.1 (REBS) and CNR1 (Kipp and Zonen), in the period from 09/28 to 11/22/2001 in Botucatu, UNESP, SP. The estimates of ET_o were verified and compared through the statistical indicators: determination coefficient (R²) and agreement index (d). With the constants of original calibration the sensor NR-Lite and Q-7.1 underestimated in a significant way in the daylight periods and nocturnal, and consequently ET_o was also underestimated. With the use of one new calibration constant the sensor NR-Lite and Q-7.1 started to overestimates of way no significant, in relation to sensor CNR1 (reference), could be used like this for measures of energy balance with accuracy. The estimate of daily ET_o for the equation of Penman-Monteith (FAO-56) obtained starting from R_n measured by sensor Q-7.1 it went to that more he approached of the found values of ET_o in function of R_n measured by the CNR1.

Key Words: Evapotranspiration; balance de energía; radiación neta.

RECIBIDO: agosto 30, 2007

ACEPTADO: octubre 11, 2007

INTRODUÇÃO

A aplicação da equação de Penman-Monteith (FAO-56) requer medidas de saldo de radiação (R_n), fluxo de calor no solo, temperatura e umidade do ar, pressão atmosférica e velocidade do vento a 2 m de altura (Allen *et al.*, 1998). O R_n está incluído entres os elementos de clima que apresentam as maiores dificuldades de medidas com exatidão (Brotzge e Crawford, 2003).

Os saldos radiômetros são os instrumentos mais utilizados para a medida de R_n , com diversos trabalhos realizados para avaliar a ETo medida e/ou estimada, em várias escalas de tempo, em função de R_n medidos por diferentes instrumentos (Gávilan *et al.*, 2006; Volpe e Oliveira, 2006).

O objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar as estimativas da ETo, em escala diária, pelo método de Penman-Monteith (FAO-56) usando: a) R_n medido por saldo radiômetro sem cúpula de polietileno (NR-Lite, Kipp e Zonen, 2000); b) R_n medido por saldo radiômetro sem cúpula de polietileno (CNR1, Kipp e Zonen, 2000) e c) R_n medido por saldo radiômetro com cúpula de polietileno (Q-7.1, REBS).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos na Estação de Radiometria do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP (latitude: 22°51'S, longitude: 48°26'W e altitude: 786 m).

O monitoramento simultâneo dos saldos radiômetros para as estimativas de ETo foi no período de 28/09 a 22/11/2001, utilizando-se dos seguintes sensores: a) saldo radiômetro sem cúpula de polietileno - CNR1 (Kipp e Zonen, 2000), usado como referência de medida; b) saldo radiômetro sem cúpula de polietileno - NR-Lite (Kipp e Zonen); c) saldo radiômetro com cúpula de polietileno - Q-7,1 (REBS).

Utilizou-se um sensor CNR1 novo, um NR-Lite com 3 anos de uso contínuo, e um Q-7.1 com 5 anos de uso e com cúpulas de polietileno novas. Todos sensores foram instalados a 1 m de altura em superfície gramada e conectados a um "Micrologger CR23X" da Campbell Scientific com varredura a cada 5 segundos e saída dos valores médios a cada 5 minutos.

Os equipamentos utilizados neste estudo, com seus respectivos dados de elemento sensor, constante de calibração, tipo de cúpula, espectro, erro e fabricante, constam na Tabela 1.

Utilizou-se o sensor da Kipp e Zonen modelo CNR1 como padrão pela sua acuracidade alta em relação à outros saldos radiômetros ((Kipp e Zonen, 2000).

Para o cálculo da ETo foi utilizado o método de Penman-Monteith FAO-56 (ALLEN *et al.*, 1998).

As verificações das estimativas da ETo foram feitas através dos seguintes indicadores estatísticos: coeficiente de determinação (R^2) e índice de concordância (d), segundo Willmott *et al.* (1985).

TABELA 1. Saldos radiômetros utilizados com seus respectivos elemento sensor, constante de calibração original, cúpula, espectro e erro. Botucatu, UNESP, SP.

Saldo radiômetro/ Elemento sensor	Constante calibração (original)	Cúpula	Espectro	Erro(%)
CNR1 (Kipp&Zonen)/ Termopilha	12,25 mV/W/m ²	CM3: vidro CG3: silício	0,3-3 µm 5-50 µm	±2,5
NR-Lite (Kipp&Zonen)/ Termopilha	14,6 mV/W/m ²	Camada de teflon	0,3-30 µm	±5-10
Q-7.1 (REBS)/Termopilha	D: 9,14 W/m ² /mV N:11,43 W/m ² /mV	Polietileno de 0,25 mm	0,25-60 µm	±6 ±1

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ETo estimada a partir do saldo NR-Lite subestimou em 12,16% em relação ao saldo referência (CNR1), enquanto que o saldo Q-7.1 subestimou em 1,24%, utilizando as constantes originais de calibração. Já quando se utilizou as constantes de calibração alterada, o NR-Lite subestimou em 0,5%, enquanto que o saldo Q-7.1 subestimou em 0,7% (Tabela 2).

TABELA 2. Valores médios da ETo diária estimada por Penman-Monteith (FAO-56) com Rn medidos por diferentes sensores com constantes de calibração original (O) e alterada (A). Botucatu, UNESP, SP.

Saldos Radiômetros (Rn)	ETo ^(O) (mm d ⁻¹)	ETo ^(A) (mm d ⁻¹)
CNR1 (Kipp & Zonen - Ref.)	4,03 ^(a)	4,03 ^(a)
NR-Lite (Kipp & Zonen)	3,54 ^(b)	4,01 ^(a)
Q-7.1 (REBS)	3,98 ^(c)	4,00 ^(a)

^(O) Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre ao nível de 1% pelo teste t.

Pelas diferenças encontradas entre as medidas dos saldos radiômetros NR-Lite e Q-7.1, ficou demonstrado mais proximidade nas medidas de ETo proveniente do Q-7.1 em relação à referência (CNR1), quando se usou a constante de calibração original, o que nos leva a crer que o saldo Q-7.1 apresentou-se adequado para as estimativas de ETo (Tabela 3).

Com isso, surgiu a necessidade de analisar as medidas oriundas dos saldos, pois a maior contribuição para o saldo total diário é oriundo do período diurno, de alta energia, e quando analisamos o total diário de Rn, não identificamos a origem das diferenças.

Analisando por períodos, diurno e noturno, com constantes de calibração original, observamos (Tabela 4) que o NR-Lite subestimou em 18,5% o saldo de radiação diurno em relação ao sensor referência (CNR1), enquanto o Q-7.1 subestimou em 7,5%. No período noturno, o NR-Lite subestimou em 26,2% o saldo de radiação diurno, enquanto o Q-7,1 subestimou em 27,7%. No Rn total houve uma subestimativa do NR-Lite de 17,4% e de 4,5% do Q-7,1 em relação ao CNR1.

TABELA 3. Indicadores estatísticos na comparação entre a ETo diária estimada por Penman-Monteith (FAO-56) com Rn medidos por diferentes sensores com constantes de calibração original (O) e alterada (A). Botucatu, UNESP, SP.

ETo diária (Rn)	R ²	d
CNR1 x NR-Lite ^(O)	0,7278	0,9877
CNR1 x Q-7.1 ^(O)	0,9613	0,9992
CNR1 x NR-Lite ^(A)	0,9569	0,9961
CNR1 x Q-7.1 ^(A)	0,9681	0,9994

^(O) Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre ao nível de 1% pelo teste t.

TABELA 4. Valores médios de Rn diurno, noturno e total obtidos por diferentes sensores com constantes de calibração original. Botucatu, UNESP, SP.

Sensores	Saldo de radiação (W m ⁻²)		
	Diurno Total		Noturno
CNR1	476,22 ^(a)	-59,79 ^(a)	416,43 ^(a)
NR-Lite	388,07 ^(b)	-44,10 ^(b)	343,97 ^(b)
Q-7,1	440,73 ^(c)	-43,20 ^(c)	397,53 ^(c)

^(O) Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre ao nível de 1% pelo teste t.

Isso indica que o sensor Q-7,1 apresentou-se mais acurado em relação ao NR-Lite no período diurno e no total diário, sendo que apesar dos saldos NR-Lite e Q-7,1 subestimarem no período noturno, isso não é significativo em função do peso maior ser dado ao período diurno que é de alta energia.

Após a calibração dos saldos NR-Lite e Q-7.1, observou-se que não houveram diferenças significativas nos períodos diurno e noturno, e também no total diário (Tabela 5).

TABELA 5. Valores médios de Rn diurno, noturno e total obtidos por diferentes sensores com constantes de calibração alterada (diurna e noturna). Botucatu, UNESP, SP.

Sensores	Saldo de radiação (W m ⁻²)		
	Diurno Total		Noturno
CNR1	476,22 ^(a)	-59,79 ^(a)	416,43 ^(a)
NR-Lite	476,52 ^(a)	-59,73 ^(a)	416,79 ^(a)
Q-7,1	476,41 ^(a)	-59,71 ^(a)	416,70 ^(a)

^(a) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre ao nível de 1% pelo teste t.

CONCLUSÕES

- A estimativa da ETo diária pela equação de Penman-Monteith (FAO-56) obtida a partir do Rn medido por sensor REBS Q-7.1, com 5 anos de uso contínuo, com cúpulas novas e constante de calibração original, foi a que mais se aproximou dos valores encontrados de ETo em função do Rn medido pelo CNR1, usado como referência. Após a recalibração dos sensores NR-Lite e Q-7,1 as medidas de ambos ficaram mais adequadas, melhorando ainda mais as medidas do Q-7,1.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G. *et al.* 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 300p. (Irrigation and Drainage, n.56).
- Brotzge, J. A. and K. C. Crawford. 2003. Examination of the surface energy budget: a comparison of eddy correlation and Bowen ratio measurement systems. *Journal of Hydrometeorology*, v.4, n.160-178.
- Gávilan, P. *et al.* 2006. Measurement vs. Estimating net radiation: impact on Penman-Monteith reference evapotranspiration estimates. **In:** International Conference On Experiences With Automatic Weather Station, 4. Lisboa. CD-Rom.

Kipp and Zonen. 2000. Instruction manual CNR1 net-radiometer. Delft Holand, 42p.

Volpe, C. A. and A. D. Oliveira. 2006. Comparison of methods for estimating reference evapotranspiration using data of conventional and automatic weather stations. **In:** International Conference on Experiences With Automatic Weather Station, 4. 2006, Lisboa. CD-Rom...

Willmott, C. J. *et al.* 1985. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*, v. 10, n. C5, 8995-9005 p.

USO DE MARCHA SINTÉTICA DE TEMPERATURA PARA ESTIMAR HORAS DE FRÍO EN TIEMPO REAL

ABBREVIATED TEMPERATURE SERIES USED TO ESTIMATE OF CHILLING HOURS IN REAL TIME

Adriana I. Caretta* y Aldo Roberto Cicero* (Ex aequo)

* Profesores. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Meteorología Agrícola, Chacras de Coria, Mendoza, República Argentina. E-mail: acaretta@fca.uncu.edu.ar, acicero@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

Los principales cultivos regionales (vid y frutales entre otros) necesitan frío durante el invierno. Buscando dar utilidad a información disponible de estaciones meteorológicas tradicionales que miden temperatura 3 veces por día, y también la temperatura máxima y mínima, cuando no disponen de instrumental registrador, ni equipos automáticos, para probarlas como estimador de acumulación de horas de frío, se construyó gráficamente una marcha de temperatura, con una serie de 4 valores diarios correspondientes a lectura directa de termómetros contrastados de uso meteorológico, a las 9, 15 y 21 h (8, 14 y 20 hora astronómica) y la mínima diaria. Se comparó con la marcha obtenida con termógrafos tradicionales con faja de papel. Valores diarios y acumulados mensuales comparados con la lectura de fajas, para un período de 19 años, resultaron en un $r^2 = 0,919$; con leve sobreestimación en los años de invierno muy benigno y subestimación en los años de inviernos muy fríos. Se la considera un buen estimador de las horas de frío, para su uso en tiempo real, y cuando se dispone de ese tipo de información básica, permitiendo suministrar los resultados durante la estación en marcha, (cada día, semana o mes) sin la necesidad de completar el año, y también para ser usada en estudios con la información almacenada de años anteriores. Los resultados para valores mensuales permiten un uso seguro de las acumuladas anuales. La sencillez de construcción informatizada del gráfico sintético la hace de muy fácil aplicabilidad y transferencia al medio rural.

Palabras Clave: Biometeorología; exigencias de frío; fruticultura.

RECIBIDO: agosto 26, 2007

SUMMARY

The main local crops (vines and fruit trees principally) need some amount of cold weather during winter. Using the available information from traditional meteorological stations, which count with just temperature data from 9 am, 3 pm and 9 pm, and the daily minimum and maximum, the daily temperature sequence, since May to September, was plot with the five above mentioned first four values. This graphic was tested as estimator to the chilling hours in Chacras de Coria, comparing its results with the quantity of chilling hours obtained from the traditional termograph recording paper. Daily and monthly values of both sequences were compared for a period of 19 years, giving $r^2 = 0.919$, with some overestimation in years with temperate winters and underestimation in severe winters. This methodology is considered a good estimator of chilling hours with basic meteorological data, allowing the calculation in real time, day by day if required, and with no necessity of the twelve annual values of temperature, even though it could be used with climatic data. The monthly values obtained assure a good estimation to the annual ones. The feasibility of doing the graph in a computer makes it easy to get results almost immediately and transfer them.

Key Words: Biometeorología; exigencias de frío; fruticultura.

ACEPTADO: octubre 23, 2007

INTRODUCCIÓN

El efecto de la acumulación de frío por debajo de determinados umbrales es conocido desde los resultados obtenidos por Lisenko (1925 y 1928) que expresó las necesidades de acumulación de frío para trigos otoñales, semioñales y primaverales, definiendo el concepto de “necesidad o exigencia de vernalización”, y utilizando como valor índice a la cantidad de días con determinados niveles de temperaturas.

Con la evolución del conocimiento posterior se definieron las “exigencias en frío, o “exigencia de enfriamiento” para las plantas criófilas, Nitingam y Blake (1934) observó que no crecían por debajo de 7 °C, en frutales, y a partir de ese momento se consideró “hora de frío” o “unidad de dormición” a la cantidad de horas por debajo de 7 °C o 7,2 °C, y posteriormente se usó la acumulación de esas horas de frío en el período de receso invernal, como responsable de las diferencias en la manifestación de las fases fenológicas posteriores al receso, para distintas especies frutales, forestales y ornamentales (Pascale y Damario 2004).

Chandler *et al.* (1937); Magness y Traub (1941), establecen límites de exigencias para distintas especies frutales con valores de 1000 para Manzano, 600 a 900 para Duraznero entre otros.

Muchos estudios posteriores en Argentina y el mundo han llevado a perfeccionar metodologías de registro y uso de esas temperaturas por debajo de un determinado umbral, en muchos casos se debió trabajar con las fajas de registro de los termógrafos de distintos tipos que más allá de la precisión de su funcionamiento y el grado de error que naturalmente han tenido esos sistemas, fueron la única herramienta o fuente de datos, adecuada para estudios en diversos frutales.

En Mendoza, la usaron entre otros, Werkerling *et al.* (1986) en almendros (frutal), Cicero *et al.* (1987), en sauce (forestal). Desde la aparición del instrumental automático, las metodologías se han visto simplificada por el almacenamiento de información y su procesamiento electrónico, pero es importante la disponibilidad de datos de Estaciones Meteorológicas tradicionales, y es fundamental poder aprovecharla como se dispone.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron los datos de temperatura obtenidas en la Estación Agrometeorológica Chacras de Coria, publicada por Cicero y Ortega (1987 - 2007) y Ortega y

Cicero (1959 - 1999), para las lecturas diarias obtenidas en forma directa con termómetros meteorológicos contrastados a las 9, 15 y 21 h, y los de temperatura mínima diaria, para detallar mejor la acción del frío. Estos datos se consideran la información de referencia. Se construyó la marcha sintética continua de la temperatura con esos 4 valores diarios.

Se la comparó con los valores obtenidos por la lectura de fajas de termógrafos disponibles en la misma Estación. Para todo el procesamiento y el análisis estadístico de correlación se utilizó el Software Excel, V. 2003, para facilitar su transferencia posterior al medio rural.

Se trabajó con los meses de la estación invernal – mayo a septiembre - y para un período de 20 años.

Se probó también la posibilidad de mejorar la marcha sintética con la incorporación los valores de las lecturas del termómetro de máxima en la marcha diaria, llevando a cinco valores por día, pero de la comparación estadística se concluyó que no mejora los resultados, decidiéndose aplicar la metodología más sencilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1, permite observar las diferencias entre los valores diarios de horas de frío calculados para la serie sintética y los leídos de fajas en un mes.

La Figura 2, representa la marcha de la temperatura obtenida de la faja del termógrafo, comparada con la marcha sintética.

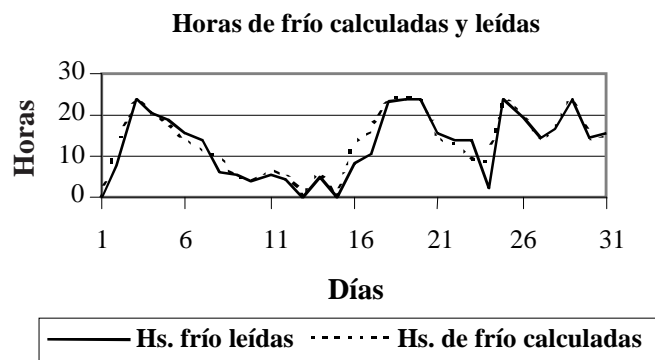


FIGURA 1. Horas de frío diarias calculadas y leídas.

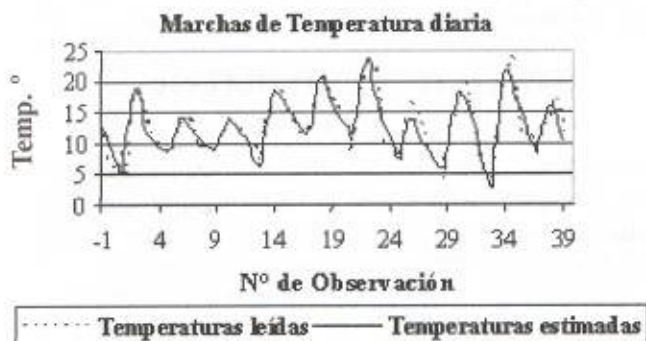


FIGURA 2. Marcha de las temperaturas diarias leídas y calculadas (sintética).

En el Cuadro 1 muestra los resultados que se obtienen en los valores acumulados de las horas de frío leídas de fajas y las de los valores calculados en la marcha sintética. Se han incluido en ella sólo los valores mensuales medios por considerarlos suficientemente explicativos.

Los resultados de la comparación para el total de valores de los 20 años, arrojan un valor de $r^2 = 0919$, y la prueba de t permite obtener inferencia estadística altamente significativa.

El análisis particularizado a cada uno de los meses permite obtener similares valores y conclusiones.

En los años con escasa disponibilidad de frío el método presenta alguna sobreestimación, y en los años con elevada disponibilidad se registra alguna subestimación.

CUADRO. Valores acumulados medios mensuales de las sumas horas de frío calculadas (sintéticas) y las leídas de faja.

Valor medio	Valor medio de horas de frío de 19 años	
	Calculado	Leído
mayo	230,45	237,28
junio	453,09	418,33
julio	454,12	444,35
agosto	333,36	338,52
setiembre	167,16	189,24
Total anual	1 638,18	1 627,73

CONCLUSIONES

- Los resultados de las comparaciones permiten aseverar que la metodología además de su sencillez, permite ofrecer en forma permanente los valores que se acumulan posibilitando su difusión en tiempo real, a medida que avanza la estación invernal.
- La precisión que se obtiene con datos medidos con instrumental considerado exacto o de referencia, compensa aparentemente los errores de magnitud, de tiempo, las fallas de inscripción, y los errores de lectura que se producen con el uso de las fajas del instrumental registrador.
- Los resultados obtenidos para valores mensuales permiten un uso seguro de las acumuladas anuales.
- Para datos de estaciones tradicionales que no cuenten con registradores, permite también obtener las horas de frío a partir de la información climática almacenada de años anteriores.
- La marcha sintética puede usarse como un estimador gráfico si se lo desea con la diferencia que la lectura puede ser automatizada a través del ordenador, es un método sencillo y de fácil aplicabilidad y transferencia en el medio rural.

BIBLIOGRAFÍA

- Cicero, A. *et al.* 1987. El estímulo térmico y la ruptura del receso invernal del Sauce. *Salix babilónica L.*, Res. Publ. In: Actas de la III Jornada de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U. N. Cuyo, (38).
- Cicero, A. y A. Ortega. 1987-2007. Boletín Agrometeorológico de la Facultad de Ciencias Agrarias (Estación "Chacras de Coria"), Publicación permanente de la Cátedra de Meteorología Agrícola Facultad de Ciencias Agrarias, U.N. Cuyo. Chacras de Coria, Mendoza Rep. Argentina.
- Chandler *et al.* 1937. Chilling requeriments for opening to buds on deciduos orchardtrees and some other plants in California, Cal. Agr. Exp.Sta. bull. 611,63 p.
- Lisenko. 1925. La Base teórica de la Vernalización (traduc.), Selskosgy, Moscú

- Lisenko.1928. Efecto del factor térmico sobre la duración de las fases de desarrollo de las plantas (traduc.) Trudy, 6 (3) 38 p. Baku URRS. (Citado por Pascale y Damario 2004).
- Magness, J. y H. Traub. 1941. CLIMATES Adaptation of fruit and nut crops. Climate and Man Yearbook, 400 – 416, Washington, U.S.A.
- Nitingale, G. and M. Blake. 1934. Effects of temperature on the growth and composition Stadman and Baldwin apple trees. New Jersey Afr. Exper. Sta. Bull 566, New Brunswick.
- Pascale, A. y Damario, E. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. Aires, Argentina. 550 p.
- Werkerling *et al.*(1986). Efecto de la Temperatura en la floración del Almendro (Prunas Amigdalus Bstch). Actas de la IV Reunión Argentina de Agrometeorología, Córdoba, Rep. Argentina. 59-64.
- Ortega, A. y A. Cicero. (1959-1999). Estadística Agrometeorológica de Chacras de Coria, Publicación de la Cátedra de Meteorología Agrícola Facultad de Ciencias Agrarias U. N. Cuyo.

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. También se aceptan reseñas de libros recientemente publicados.

Manuscritos

Se requieren un original y tres copias legibles, mecanografiadas 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 mecanografiado, como archivado en un CD transcrito en MS Word, Open Office Writer.

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.

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, por qué 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.

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 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 gráficos 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	μ	
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
metro 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.

En su defecto el artículo también puede ser enviado por correo electrónico a las siguientes direcciones: agrotrop@inia.gob.ve, agrotropic@yahoo.com y mfernandez@inia.gob.ve.

Para suscripción. Por favor, depositar 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.

Comunicarse con la Sra. Mirna Ávila, correo electrónico mavila@inia.gob.ve, número telefónico 0243-2404779, Oficina de Distribución y Venta, Gerencia General del INIA.

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

Impreso en el Taller Gráfico del INIA
Maracay, estado Aragua, Venezuela
Abril 2008

