



INIA
Instituto Nacional
de Investigaciones
Agrícolas

Vol. 55, N° 4, 2005

Agronomía Tropical

55 Aniversario

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.

SUSCRIPCIÓN

Venezuela: 125 000,00

Países en desarrollo: US\$ 95, incluyendo costos de envío
(Developing countries) (including shipping)

Países desarrollados: 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. Aragua-Venezuela. Los envíos por concepto de CANJE (EXCHANGE) deben dirigirse a: BIBLIOTECA, Centro Nacional de Investigaciones Agropueciarias, INIA. Apartado 4653. Maracay 2101. Aragua-Venezuela.

Correo Electrónico: agrotrop@fundacite.org.gov.ve

Página Electrónica: <http://www.redpav-polar.info.ve.agrotrop>

AGRONOMÍA TROPICAL

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

Agronomía Trop. /Vol. 55 /No. 4/Octubre-Diciembre 2005/ISSN 0002-192X

FUNDADORES

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

EDITOR: Milagros Fernández

EDITOR ASISTENTE:

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)
el apoyo financiero otorgado para la edición de este número

AGRONOMÍA TROPICAL

Vol. 55-2005

Octubre-Diciembre

No. 4

ISSN 0002-192X

Depósito Legal pp 195102AR73

ÍNDICE

Artículos:	Pág.
BRICEÑO, S., J. ZAMBRANO, W. MATERANO, I. QUINTERO y A. VALERA. Calidad de los frutos de mango Bocado, madurados en la planta y fuera de la planta cosechadas en madurez fisiológica... Quality of Bocado mango fruits matured on and off the plant.	461
TORRES R., D., A. FLORENTINO y M. LÓPEZ. Pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía en un Ultisol degradado bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal en Chaguaramas-Guárico..... Soil and nitrogen losses in runoff of a degraded Ultisol under different conditions of plant coverage in Chaguaramas, Guárico.	475
SALAZAR, E., D. TORREALBA, L. CASTRO y M. TORREALBA. La caseína hidrolizada inhibe el desarrollo de callos provenientes de anteras de cacao cultivadas <i>in vitro</i> Hydrolyzed casein inhibits development of anther derived calluses for <i>in vitro</i> cultured cocoa.	497
SÁNCHEZ, B., M. RUIZ y M. M. RÍOS. Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, estado Aragua..... Soil organic matter and biological activity in relationship with altitude in the Maracay River basin, Aragua State.	507
AVILÁN, L., E. SOTO, M. PÉREZ, C. MARÍN, M. RODRÍGUEZ y J. RUIZ. Comportamiento fenológico híbridos Guatemalteca por Antillana de aguacate en la región centro-norte costera de Venezuela..... Phenological behavior of Guatemalteca by antillana avocado hybrids in the northern central coastal region of Venezuela.	535

Artículos:	Pág.
GIRALDO-VANEGAS, H., H. NASS, E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA, Á. VARGAS, M. RAMÍREZ, F. RAMÍREZ, M. RAMÓN y J. O. LINDARTE. Incidencia del saltahojas verde de la caña, en siete cultivares de caña de azúcar en el Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira Venezuela..... Incidence of the green leafhopper on seven sugarcane cultivars of the San Antonio-Ureña Valley, Táchira State, Venezuela.	551
DIAMONT PÉREZ, D. J., N. M. MARIÑO SALCEDO y J. I. ASKUE. Diferencias anatómicas en hojas de dos especies del género <i>Oryza</i> (<i>Oryza rufipogon</i> Griff. y <i>Oryza sativa</i> L. cv. FONAIAP 1) en tres fases del ciclo ontogenético..... Anatomical differences of leaves of two species of <i>Oryza</i> (<i>Oryza rufipogon</i> Griff. and <i>Oryza sativa</i> L. cv. FONAIAP 1) for three phases of the ontogenetic cycle.	567

Índice Acumulativo

Instrucciones a los Autores

NOTA DE LA REDACCIÓN

La Editora y quienes conforman el Comité Editorial de la revista, agradecen a las personas que a continuación se mencionan, por el trabajo de revisión a los materiales que se publican en el Vol. 55, 2005:

Arnoldo Bajarano	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Jorge Paolini	IVIC. Caracas, Venezuela
Marcia Toro García	UCV. Facultad de Ciencias
Félix San Vicente	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Pedro Salazar	UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela
Aída Ortiz D.	UCV. Facultad de Agronomía
Víctor Segovia	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Liz Arteaga	IUTSO. Anzoátegui, Venezuela
Angel Centeno	UCV. Facultad de Agronomía
Pedro García	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Marisol Castrillo	USB. Dpto. de Biología de Organismos
Nohelia Rodríguez	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Rosana Figueroa Ruiz	UCV. Facultad de Agronomía
Juan Comerma	PALMAVEN. Guacara, Venezuela
Jesús Viloria	UCV. Facultad de Agronomía
María E. Rodríguez	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Oscar Rodríguez	UCV. Facultad de Agronomía
María Pérez de Camacaro	UCLA. Barquisimeto, Lara, Venezuela
Francisco Ovalles	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Romelia Parra	UCV. Facultad de Agronomía
Luis Razuri	CIDIAT. Mérida, Venezuela
Iván Galindo Castro	Centro de Biotecnología IDEA
Emma Ramírez Poletto	INIA. CIAE Yaracauy
Carmen Basso de Figuera	UCV. Facultad de Agronomía
Yusmary Espinoza	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Foylán Contreras	ULA. Facultad de Ciencias, Caracas
Jesús Viloria	UCV. Facultad de Agronomía
Eva García	ULA. Facultad de Ciencias, Caracas

.../...continúa

./... continuación

Juan Carlos Rey	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Jesús Bastardo	UDO. Escuela de Ciencias, Cumaná
Roberto Villafañe	UCV. Facultad de Agronomía, Maracay
María Sindoni	INIA. CIAE Anzoátegui
María Sobrado	USB. Inst. de Biología de Organismo
Rosa Mary Hernández	USR. Inst. de Estud. Científ. y Tecnológico
Fernando J. Mauriello M.	INIA. CIAE Portuguesa
Napoleón Fernández	UCV. Facultad de Agronomía, Maracay
María del Carmen González	Colegio de Postgraduado. México
María Fernanda Sandoval	INIA. CIAE Portuguesa
Murilo Geraldo Carvalho	Universidad de Vicosa, Brasil
Maríadaniela López	UCLA. Barquisimeto, Lara, Venezuela
Francisco J. Salcedo	INIA. CIAE Monagas
Graciano Elizalde	UCV. Facultad de Agronomía
Patricio Hevia	USB. Dpto. de Tecn. Produc. de Alimentos
Osmar Quijada	INIA. CIAE Zulia
Alfredo Layrisse	UCV. Facultad de Agronomía
Fausto Miranda	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Asdrúbal Arcia	UCV. Facultad de Agronomía
Alberto Pérez C.	INIA. CIAE Portuguesa
Emperatriz P. de Delahaye	UCV. Facultad de Agronomía
Evelín Cabrera de Bisbal	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Andrés M. Jácome	UCV. Facultad de Agronomía
Carmen A. Rincón	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias
Eduardo Casanova	UCV. Facultad de Agronomía
Luis Avilán R.	INIA. Centro Nac. de Inv. Agropecuarias

CALIDAD DE LOS FRUTOS DE MANGO 'BOCADO', MADURADOS EN LA PLANTA Y FUERA DE LA PLANTA COSECHADOS EN MADUREZ FISIOLÓGICA¹

Sagrario Briceño*, Judith Zambrano*, Willian Materano*,
Ibis Quintero* y Anne Valera*

RESUMEN

Se evaluó el proceso de la maduración en la planta y fuera de la planta en frutos de mango, *Mangifera indica* L., tipo Bocado, procedentes de El Batatillo, municipio Candelaria, estado Trujillo. Se cosecharon frutos de mango fisiológicamente maduros, colocándose en condiciones de almacenamiento a $22\pm 2^{\circ}\text{C}$, 80-90% de humedad relativa hasta alcanzar el estado de madurez de consumo (T1). Posteriormente fueron recolectados frutos al estado de madurez de consumo (T2), uniformes de acuerdo al tamaño, forma, color, ausencia de daños mecánicos y fitosanitarios en horas de la mañana. Se realizaron análisis destructivos y no destructivos para evaluar la calidad tales como: contenido de azúcares totales y reductores, sólidos solubles totales, acidez titulable, contenido de materia seca, parámetros de color y actividad respiratoria. A excepción del mayor contenido de azúcares totales y sólidos solubles totales, y valores superiores del Hue, los frutos madurados en la planta fueron comparables con los frutos madurados fuera de la planta. La tasa de producción de CO_2 fue consistente en ambos tratamientos, alcanzando promedios de $21,994 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ al 6^o día en los frutos madurados fuera de la planta y valores de $22,68 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en los frutos madurados en la planta al 7^{mo} día. Estos resultados permiten discernir sobre la ventaja de cosechar los frutos fisiológicamente maduros, para pérdidas por sobre maduración durante la comercialización.

Palabras Clave: Mangos; *Mangifera indica* L.; poscosecha; respiración; calidad; composición del fruto.

¹ Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (ULA).

* Profesores. ULA. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Grupo de Investigación de Fisiología de Postcosecha. Estado Trujillo. Venezuela. E-mail: zjudithe@ula.ve

RECIBIDO: enero 28, 2005

INTRODUCCIÓN

El mango, *Mangifera indica* L., es considerado un fruto con gran aceptación a nivel mundial, debido a su color atractivo, su delicioso sabor y sus excelentes propiedades nutricionales, particularmente como fuente de vitaminas C y A. La maduración de estos frutos se caracteriza por una serie de transformaciones químicas que determinan los cambios de sabor, consistencia, color y aroma. Las sustancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que permita clasificarlo como maduro.

El crecimiento y la maduración fisiológica de la fruta solo se completan cuando permanece unida a la planta de la cual procede, pero la madurez organoléptica y la senescencia pueden proseguir una vez separada de la planta (Kader, 1992). Varios índices de madurez han sido sugeridos para algunas variedades de mangos, sin embargo, no existe índice de madurez que tenga significancia práctica (Medlicott y Jeger, 1987).

Los frutos de mangos se recolectan inmaduros (verde maduro) antes de dispararse el climaterio, pero fisiológicamente maduros (Lakshminarayana *et al.*, 1970). Frutos madurados en la planta presentan desigualdad en la madurez y tiene valores bajos en la relación azúcar/ácido (Lakshminarayana, 1975), pero pueden ser utilizados en los mercados locales. Por lo general, los frutos destinados a los mercados locales y transportados por vía aérea son cosechados “pintones”, mientras que los frutos a ser transportados largas distancias deben ser cosechados firmes y verdes, pero fisiológicamente maduros. Uno de los cambios más significantes después de cosechados los frutos es la tasa respiratoria.

En estudios realizados con cultivares Pari, Alphonso y Neelum se observó que la tasa respiratoria mostró un patrón regular y un pico climatérico durante la maduración (Krishnamurthy y Subramanyam, 1970). Estos cambios en la tasa respiratoria son acompañados de cambios químicos y bioquímicos en el fruto, de los cuales se han presentados cambios en el contenido de azúcares, almidón, acidez y vitaminas, entre otros (Krishnamurthy y Subramanyam, 1970; Nandy, 1958; Wali y Hassan, 1965).

En Venezuela las plantaciones de mango están localizadas en los estados Aragua, Carabobo, Miranda, Guárico, Anzoátegui y Monagas, aún cuando, se produce a pequeña escala en toda la geografía venezo-

ana. En el estado Trujillo se cultiva este frutal en numerosos huertos caseros en la zona de El Batatillo, municipio Candelaria, representando un ingreso adicional a este sector.

Por su parte, Vásquez *et al.* (2006) caracterizaron frutos de mango criollo 'Bocado' cultivados en el estado Lara, de forma oblongo-ovalada, es decir mayor diámetro polar que ecuatorial, y señalaron valores promedio de porcentaje de pulpa alrededor de 65%. Generalmente estos frutos maduran en la planta antes de ser cosechados y no existe información sobre la composición, respiración y calidad de los frutos de mango de la zona. El objetivo del estudio consistió en evaluar la calidad de los frutos de mango tipo 'Bocado', madurados en la planta y fuera de la planta, en la zona de El Batatillo, estado Trujillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de mango, de plantaciones establecidas en la región descrita. La zona posee una temperatura media anual de 26,4 °C, precipitación de 1 315 mm y evapotranspiración de 1 354,2 mm. Los frutos fueron recolectados en estado verde preclimatérico, fisiológicamente maduro y en estado de madurez de consumo de los mismos árboles. Se seleccionaron frutos de acuerdo al tamaño, forma, color, ausencia de daños mecánicos y fitosanitarios y con uniformidad en la gravedad específica. Se recolectó un lote de 50 frutos fisiológicamente maduros, sin alcanzar la madurez organoléptica, y otro lote de 50 frutos en estado de madurez de consumo. Simultáneamente, para determinar la tasa respiratoria de los frutos madurados en la planta, se cosecharon diariamente 5 frutos tomando como referencia el color alcanzado por los frutos madurados fuera de la planta.

Luego fueron trasladados al laboratorio de Fisiología Postcosecha del Núcleo Universitario "Rafael Rangel" (NURR), de la Universidad de los Andes (ULA). Los frutos recolectados fisiológicamente maduros en estado verde preclimatérico fueron expuestos desde su inicio y hasta alcanzar la maduración de consumo a temperatura de 22 ± 2 °C y humedad relativa de $85 \pm 5\%$, siendo chequeadas diariamente durante 8 d hasta su completa maduración (T1). El segundo tratamiento consistió de frutos recolectados completamente maduros, es decir, a la madurez de consumo (T2).

Una vez madurados los frutos, se prosiguió a determinar los siguientes parámetros de calidad: contenido de azúcares reductores (AR) y totales (AT) mediante la técnica de Ting (1956) con ciertas modificaciones, en 3 g de mesocarpio, expresando el resultado en peso fresco.

La acidez titulable se determinó por titulación con NaOH 0,1 N hasta alcanzar un pH de 8,1 (AOAC, 1984). En muestras de 1 g del mesocarpio homogenizado se midió el pH con un pH-meter marca EMS. MP.200. El porcentaje de humedad y el porcentaje de materia seca (MS) se determinaron en muestras representativas de 70 g aproximadamente, desecadas en la estufa a 70 °C hasta peso constante durante 72 horas (AOAC, 1984). El contenido de sólidos solubles totales se determinó por refractometría en una alícuota del sobrenadante del tejido centrifugado a 4 000 rpm durante 5 min, expresando los resultados en °Brix.

El color de la pulpa se midió con un equipo MINOLTA CR-200 CHROMAMETER (MINOLTA, OXACA, JAPAN) utilizando los términos Lightness (L), a y b, de la Comisión Internacional de Eclairage (CIE). El instrumento se estandarizó por medio de una baldosa blanca de cerámica. Los valores “a” y “b” obtenidos en el colorímetro, se usaron para calcular el Hue (color) y el Croma (intensidad). Hue= $\tan^{-1} b/a$, Chroma= $(a^2 + b^2)^{1/2}$ según Francis (1980).

Para determinar el estado fisiológico de los frutos se midió la tasa respiratoria, colocando lotes de 5 frutos de peso conocido, cada día durante 9 d, en una cámara de plexiglás provista de un sistema de circulación de aire, conectada a un Analizador Infrarrojo de CO₂ (Qubit System Inc, Ontario, Canadá, 1997).

El análisis de los datos se realizó utilizando la prueba T de Student considerando los supuestos de que, cada variable estudiada seguía una distribución normal y que la dispersión de los datos en ambos grupos fuera homogénea. Nivel de significación del contraste: $\alpha = 0,05$. Se utilizó el programa estadístico SAS, (1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores del contenido de AR y AT están reflejados en el Cuadro 1. Como puede apreciarse, no se observan diferencias significativas en el contenido de AR según prueba T de Student en los frutos de mangos

madurados fuera de la planta y los madurados en la planta, presentando valores de 7,130 y 6,514 mg/100 g, respectivamente.

El análisis también permite señalar que existe mayor variación de los datos con respecto a la media en los frutos madurados fuera de la planta. Valores más bajos fueron referidos por Lakshminarayana (1975) en mangos 'Alphonso' a la cosecha y después de madurados los frutos. El contenido de AT arrojó diferencias significativas entre los tratamientos.

Los frutos madurados fuera de la planta exhibieron mayor contenido de AT con una media de 17,020 mg/100g, en comparación con los frutos madurados en la planta cuyo valor alcanzó 14,899 mg/100 g. Los valores promedios obtenidos en el contenido de AT y AR son similares a los mostrados por Zambrano *et al.* (2000), en un estudio sobre almacenamiento de 5 variedades de mango (Palmer, Keitt, Kent, Springfels y Anderson). Valores inferiores a los observados en este ensayo fueron señalados por otros investigadores (Briceño *et al.*, 1999; Kalra y Tandon, 1983).

El contenido de ácido en los frutos se expresa en porcentaje de ácido cítrico, el cual varía según la madurez. En la mayoría de los frutos la acidez decrece gradualmente con el proceso de maduración jugando un papel importante en el balance acidez / azúcar y por ende influyendo en el sabor y aroma de los frutos (Duckworth, 1968).

En el Cuadro 1 se muestran las medias obtenidas en este parámetro en los frutos madurados fuera de la planta con un valor de 0,360% y una desviación estándar de $\pm 0,056$. Los frutos madurados en la planta presentaron una media de 0,670 y una desviación estándar mayor ($\pm 0,089$).

Los valores de porcentaje de acidez obtenidos en los frutos en ambos tratamientos son superiores a los presentados por Joseph y Aworh (1991), al evaluar frutos de mango silvestre madurados en la planta y fuera de la planta. En un estudio sobre la caracterización de cultivares criollos en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Bellorín *et al.* (2001) observó en frutos de mango cultivar Bocado valores de porcentaje de acidez inferiores a los señalados en este estudio. Asimismo, Kalra y Tandon, (1983) en frutos de la variedad Dashehari y Cruz *et al.* (2001) en la variedad Tommy Atkins, arrojaron medias muy por debajo a las encontradas en esta investigación. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a los valores de pH de acuerdo a la prueba T de Student.

CUADRO 1. Composición de los frutos de mango 'Bocado' madurados fuera de la planta (T1) y en la planta (T2), provenientes de la zona de El Batatillo, municipio Candelaria del estado Trujillo.

Tratamientos	Azúcares Reductores (mg/100g)	Azúcares Totales (mg/100g)	SST (°Brix)	pH	Acidez Titulable (%)	Humedad (%)	Materia Seca (%)
T1	7,130 ±0,75	17,020 ±1,37	16,5 ±1,8	4,357 ±0,15	0,360 ±0,056	81,35 ±2,12	18,64 ±2,12
T2	6,514 ±0,47	14,899 ±1,06	13,0 ±1,2	4,050 ±0,12	0,670 ±0,089	78,31 ±1,30	21,68 ±1,30
Probabilidad	0,0890	0,0048	0,0062	0,3548	0,0906	0,0814	0,0814

Medias acompañadas de ± D. E. (desviación estándar)

Probabilidades mayores al alfa establecido ($\alpha = 0,05$) difieren significativamente de acuerdo la Prueba T-Student. Hipótesis nula = Las medias son iguales en ambos tratamientos.

Es referido por Joseph y Aworh, (1991), al evaluar la composición de frutos de mango silvestre madurados en la planta y fuera de la planta, diferencias no significativas, aún cuando las medias obtenidas por estos investigadores fueron superiores a las obtenidas en este ensayo. En la composición del fruto del mango Bocado, Bellorín *et al.* (2001), presentaron una media similar a las indicadas en este estudio. Como puede apreciarse en el Cuadro 1, el porcentaje de humedad en los frutos madurados fuera de la planta (T1) y madurados en la planta (T2) no presentaron diferencias significativas según la prueba T de Student, mostrando valores de 81,358 y 78,316, con una desviación estándar de $\pm 2,12$ y $\pm 1,30$, respectivamente. Se acepta la hipótesis nula ya que la probabilidad obtenida en este parámetro (0,081) resultó mayor que el alfa establecido.

Los valores del porcentaje de humedad concuerdan con lo expresado por De la Plaza, (1986), quien señala que los frutos frescos contienen principalmente agua, 80–85% del peso fresco, ácidos volátiles en pequeñas proporciones y el resto lo constituyen sólidos de diferente naturaleza. Joseph y Aworh (1991), hallaron diferencias significativas en la composición de los frutos de mango silvestres en relación al porcentaje de humedad, presentando mayor valor frutos madurados en la planta, lo cual no se corresponde con los resultados mostrados en este estudio.

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de MS entre los frutos madurados fuera de la planta y los madurados en la planta, las medias obtenidas fueron de 18,641 y 21,683 con una desviación estándar de $\pm 2,120$ y $\pm 1,308$, respectivamente. Se acepta la hipótesis nula ya que la probabilidad obtenida es mayor al alfa establecido. Saranwong *et al.* (2004) señalan en frutos de mango cv. Mahajaneka valores muy similares de MS a los observados en este estudio.

El color es el más notorio entre los cambios experimentales que ocurren en muchos frutos durante la maduración, y con frecuencia el más importante de los criterios utilizados por los consumidores para decidir si el fruto está o no maduro. En ciertos casos puede constituir un buen indicador de madurez el desarrollo del color según lo expresado por Medicott *et al.* (1990).

Los valores máximos de Luminosidad indican tonalidades más claras, de acuerdo a la escala donde, L = 0 (negro) hasta L = 100 (Blanco), se puede

deducir según la prueba T de Student que los frutos madurados fuera de la planta y los madurados en la planta presentaron igual intensidad de luminosidad. Así mismo, en el Chroma no se observan diferencias significativas (Cuadro 2). El Hue fue estudiado por Little, (1975) y es indicativo de la maticidad o tinte de los frutos y como puede evidenciarse se presentaron diferencias significativas según la prueba T de Student; los frutos madurados fuera de la planta arrojaron el mayor Hue con un valor de 85,939, presentando mayor variabilidad de los datos con respecto a la media ($\pm 1,581$), mientras que los madurados en la planta mostraron un Hue de 84,428 y desviación estándar de $\pm 0,693$. Estos valores están comprendidos en la zona de color amarillo lo cual se puede interpretar que existe variación de color en ambos tratamientos.

Al evaluar la respuesta de frutos de mango al permanganato de potasio como absorbente del etileno durante el almacenamiento, Zambrano *et al.* (1996), presentaron medias de Luminosidad, Chroma y Hue muy por encima a las observadas en los frutos de ambos tratamientos de este ensayo. Joseph y Aworh, (1991), concuerdan con lo expresado en este estudio donde señala que los frutos de mango silvestre poseen un color amarillo con un Hue de 90%. Así mismo Bellorín *et al.* (2001) observaron color amarillo en la pulpa de mango cultivar Bocado.

CUADRO 2. Parámetros de color (Luminosidad, Chroma y Hue) en los frutos de mango ‘Bocado’ madurados fuera de la planta (T1) y en la planta (T2), provenientes de la zona de El Batatillo, municipio Candelaria del estado Trujillo.

Tratamientos	Luminosidad	Chroma	Hue
T1	40,800 $\pm 0,9411$	17,871 $\pm 1,0555$	85,929 $\pm 1,5816$
T2	44,133 $\pm 1,4074$	20,980 $\pm 1,5770$	84,428 $\pm 0,6938$
Probabilidad	0,1442	0,1452	0,0040

Medias acompañadas de \pm D. E. (desviación estándar)

Probabilidades mayores al alfa establecido ($\alpha = 0,05$) difieren significativamente de acuerdo la Prueba T-Student. Hipótesis nula = Las medias son iguales en ambos tratamientos.

Como puede observarse en la Figura, los frutos madurados fuera de la planta (T1) presentaron mayor tasa respiratoria hasta el 6^{to} día. Los valores oscilaron entre 14,622 y 16,368 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂, mientras que los frutos madurados en la planta (T2) presentaron valores que fluctuaron entre 14,622 y 18,125 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂, correspondiendo éste, al máximo valor al final de la evaluación. La concentración de CO₂ fue aumentando durante el tiempo en ambos tratamientos hasta alcanzar el pico climatérico el 6^{to} d para los frutos madurados fuera de la planta y el 7^{mo} d para los madurados en la planta.

La tasa respiratoria máxima obtenida en este ensayo es superior a lo señalado por Cruz *et al.* (2001) en el tratamiento control en un ensayo sobre el efecto del metil jasmonato sobre la fisiología postcosecha de mango Tommy Atkins.

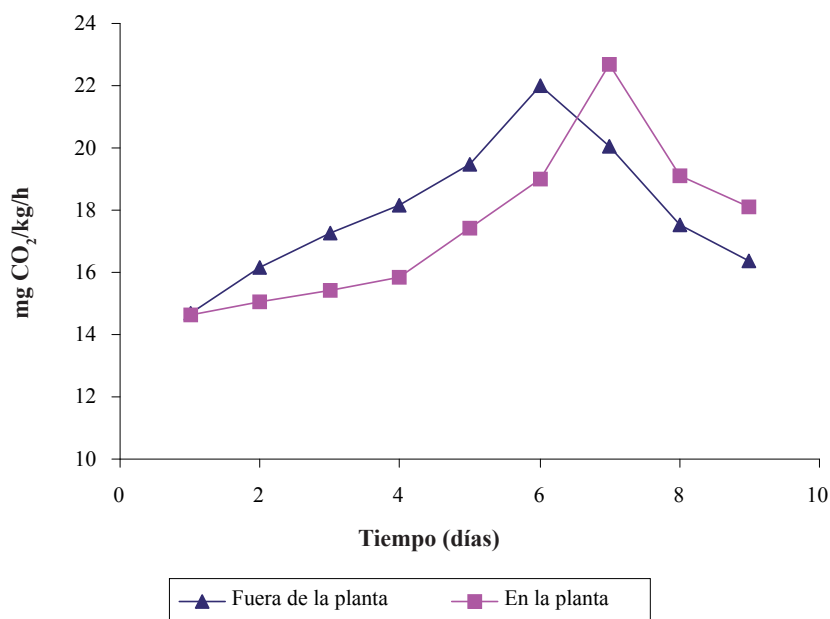


FIGURA. Contenido de CO₂ liberado por frutos de mango “Bocado” madurados fuera de la planta (T1) y en la planta (T2), provenientes de la zona de El Batatillo, municipio Candelaria del estado Trujillo.

CONCLUSIONES

- La composición de los frutos de mango madurados fuera de la planta (T1) y los madurados en la planta (T2) fue similar en cuanto al contenido de AR, porcentaje de acidez, pH, porcentaje de humedad y porcentaje MS, de acuerdo a los resultados de la Prueba T de Student.
- El contenido de AR y sólidos solubles totales fue significativamente superior en los frutos madurados en la planta.
- Los parámetros de color no arrojaron diferencias significativas en cuanto Luminosidad y Chroma, mientras que el Hue fue mayor en los frutos madurados fuera de la planta, presentando estos una pulpa más amarilla.
- La tasa respiratoria fue aumentando con respecto al tiempo de evaluación en ambos tratamientos, siendo este mayor en los frutos madurados fuera de la planta, alcanzando su pico climatérico al 6^{to} d de evaluación, coincidiendo con las características visuales de madurez.

SUMMARY

The process of maturation on the plant and off the plant was evaluated for Bocado mango, *Mangifera indica* L., fruits from El Batatillo, Candelaria municipium, Trujillo State. Physiologically mature fruits were harvested and placed in storage conditions of $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 80-90% relative humidity until the stage of consumption maturity (T1). Later, during the morning hours healthy fruits uniform in size, shape and color and free of mechanical damage were collected at the stage of consumption maturity (T2). Destructive and nondestructive analyses were made to evaluate fruit quality; these included content of total and reducing sugars, total soluble solids, titratable acidity, dry matter content, color parameters and respiratory activity. Fruits matured on the plant were comparable with the ones matured off the plant, except for a greater content of total sugars, total soluble solids and superior values of Hue. The rate of CO_2 production was similar in both treatments, reaching $21,994 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ at day six in fruits matured off the plant and $22,68 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ at day seven

in fruits matured on the plant. These results point to the advantages of harvesting fruits physiologically mature, in order to reduce losses by excessive maturation during commercialization.

Key Words: Mangos; *Mangifera indica* L.; postharvest; respiration; quality; fruit composition.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C, 1984. Official methods of analysis, (12th Ed.), Washington. D.C. 575.
- BELLORÍN, L., R. CAMACHO y O. QUIJADA. 2001. Caracterización de cultivares criollos de mango (*Mangifera Indica* L.) en la Costa Oriental del lago de Maracaibo, Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 45:67–70.
- BRICEÑO, S., J. ZAMBRANO y E. CASTELLANOS. 1999. Retardo en la maduración de frutos de mango ‘Kent’ y ‘Palmer’ mediante la Mezcla Vermulita –KMnO₄ y Silicagel KMnO₄. Agronomía Trop. 49(1):41–49.
- CRUZ, R., J. FORTIZ, S. RUIZ, R. ZAVALETA y G. GONZÁLEZ. 2001. Efecto del Metil Jasmonato en la fisiología postcosecha de Mango ‘Tommy Atkins’. **In:** Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas Volumen 8 N° 3. p. 206.
- DE LA PLAZA, J. 1986. La vida post-recolección de los frutos. 2da. parte. Fruticultura profesional. Abril/Junio: 28:35.
- DUCKWORTH, R. 1968. Frutas y Verduras. Edit. Acribia. Zaragoza - España. 304 p.
- FRANCIS, F. 1969. Color measurements in plant breeding. HortScience 5:102–106.
- JOSEPH, K. and C. AWORH. 1991. Composition, sensory quality and respiration during ripening and storage of edible wild Mango (*Irvingia gabonensis*). Inter. Journal of Food Science and Technology. 26,337–342.
- KADER, A. A. 1992 Post harvest biology and technology: an overview **In:** Kader, A.A. (ed) Post harvest Technology of Horticultural Crops University of California Oakland CA pp. 15-20. (Publication 3 311).

KALRA, S. K. and D. K. TANDON. 1983. Ripening behavior of 'Dashehari' mango in relation to harvest period. *Scientia Horticulturae* 19:263-269.

KRISHNAMURTHY, S. and H. SUBRAMANYAM. 1970. Respiratory climacteric and chemical changes in the mango fruit (*Mangifera indica* L.) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95(3):333-337.

LAKSHMINARAYANA, S. 1975. Relation of time of harvest on respiration, chemical constituents and storage life of mangoes. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 88:477-480.

LAKSHMINARAYANA, S., N. SUBHADRA and H. SUBRAMANYAM. 1970. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. *Journal of Horticultural Science* 45:133-142.

LITTLE, A., 1975. A research note off a tangent. *J. of Food Science.* 40:410-412.

MEDLICOTT, A. and M. JEGER. 1987. The development and application of postharvest treatments to manipulate ripening of mangoes. A review. *Commonwealth Science COUNCIL, CH.V.* pp. 56-77.

MEDLICOTT A., M. SIGRIST and O. SY. 1990. Ripening of mangoes following low temperature storage. *J. of the Amer. Soc. for Hort. Sci.* 115:430-434.

NANDY, N. 1958. Chemical constituents of different varieties of mangoes (*Mangifera indica* L.) *Sci. Cult.* 23(11):618-619.

SARANWONG, S., J. SORNSRIVICHAI and S. KAWANO. 2004. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured non-destructively by near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 31:137-145.

SAS INSTITUTE. 1995. SAS user guide: Statistics, 5th edition, SAS Inst., Cary N.C. 21:773-822.

TING, S. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugar and fructose in citrus juices. *Agric. Food Chem* 43:263-266.

VÁSQUEZ H., S. FLORIO y M. PÉREZ de CAMACARO. 2006 Efecto de la temperatura de almacenamiento y empaque sobre la maduración y calidad del mango criollo 'Bocado' (*Mangifera indica* L.). I. variables físicas. **In:** Jornada sobre Manejo Poscosecha de Frutas UCLA.

WALI, Y. and Y. HASSAN. 1965. Qualitative chromatographic survey of the sugars prevailing in some horticultural crops. Proc. Ame. Soc. Hort. Sci. 87:264.

ZAMBRANO J., W. MATERANO y S. BRICEÑO. 2000. Influencia del período de Almacenamiento en las características postcosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 17:164–172.

ZAMBRANO J., S. BRICEÑO y C. MÉNDEZ. 1996. Respuesta de los frutos de mango al permanganato de potasio como absorbente del etileno durante el almacenamiento. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 40:128–132.

PÉRDIDAS DE SUELO Y NITRÓGENO POR ESCORRENTÍA EN UN ULTISOL DEGRADADO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE COBERTURA VEGETAL EN CHAGUARAMAS-GUÁRICO

Duilio Torres R.* Adriana Florentino y Marisol López*****

RESUMEN

En un suelo Ultisol degradado física, química y biológicamente se llevaron a cabo prácticas de manejo conservacionistas para la recuperación de estas propiedades, contribuyendo a mejorar la calidad del suelo, haciendo énfasis en la reducción de las pérdidas de suelo y nutrimentos por escorrentía superficial. Las prácticas de manejo consistieron en un sistema de labranza mínima y el uso combinado de abonos orgánicos: (residuos: de gramíneas RG, de leguminosas RL, sin residuos SR) RG, *Sorghum bicolor* L. Moench, RL, *Crotalaria juncea* y SR e inorgánicos. Roca fosfórica de Riecito (RFR) y fosfato diamónico (FDA). Luego de 4 años de ejecución de estas prácticas de manejo se evaluó el efecto de las mismas sobre las pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía, para ello se simuló lluvia con una intensidad de 120 mm/hora con un simulador de lluvia tipo gotero, los sedimentos fueron medidos y luego secados y analizados por colorimetría con flujo continuo para determinar el nitrógeno perdido asociado al sedimento; igual procedimiento se siguió para el agua escurrida. Los resultados obtenidos luego de 4 años señalan que los parámetros de pérdidas de suelo y nitrógeno fueron sensibles a los distintos manejos propuestos, obteniéndose que las menores pérdidas de suelo y nitrógeno se lograron en los tratamientos con mayor cobertura superficial (RL) conjuntamente con la aplicación de roca fosfórica, donde las pérdidas de suelos y nitrógeno fueron de (10,42, 9,2) y (4,2, 3,5) Mg*ha⁻¹*año⁻¹ para los tratamientos RG +RFR y RL + RFR, respectivamente. Las mayores pérdidas de suelos y nitrógeno correspondieron al tratamiento SR+ FDA, (15,4 y 6,1) Mg*ha⁻¹* año⁻¹ donde la escorrentía superficial fue también mayor, presentando un menor porcentaje de cobertura.

Palabras Clave: Simulación de lluvia; escorrentía; erosión.

* Profesor. Universidad Francisco de Miranda. Dpto. de Ambiente y Tecnología Agrícola. Carretera La Vela-Coro. Apdo. 4101. Coro, estado Falcón. Venezuela. E-mail: duiliotr@yahoo.com

** Profesor. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Apdo. 4579. Maracay, estado Aragua. Venezuela. E-mail: florentino@agr.ucv.ve

*** Investigadora. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Zona Universitaria. Apdo. 4579. Maracay, estado Aragua. Venezuela. E-mail: lopezmar4@hotmail.com

RECIBIDO: septiembre 26, 2005.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad de los sistemas considera, entre otros aspectos, la prevención de la contaminación de fuentes de agua por nitratos provenientes de los fertilizantes aplicados o producto de la mineralización del nitrógeno orgánico; así mismo, busca garantizar la conservación de las propiedades físicas del suelo que están asociadas al movimiento de agua y nutrientes, para reducir las pérdidas de suelo y nutrientes por erosión hídrica.

Algunos autores señalan que existe una estrecha correlación entre las pérdidas de nitrógeno por escorrentía y la cobertura vegetal; por ejemplo Bertol y Meliquitei (1993) afirman que las pérdidas de suelo y agua se reducen en un 85% y 29% respectivamente cuando se usan cultivos de cobertura, igualmente Tapia *et al.* (2002), señalan que cuando se emplean sistemas de labranza reducida la materia orgánica (MO) y el NO_3^- en el agua de escurrimiento se reducen, por lo tanto proponen a estas variables como indicadores de sostenibilidad de agroecosistemas.

A pesar de existir estas alternativas para el manejo sostenible de los agroecosistemas, en Venezuela en los últimos años, específicamente en la zona bajo estudio, los rendimientos del sorgo han decrecido considerablemente (Moreno-Larez, 1999), lo cual ha sido atribuido principalmente a la degradación del suelo como consecuencia de un manejo inadecuado de los sistemas de producción de la zona (cultivo intensivo de cereales, combinado con ganadería extensiva).

Entre los principales problemas que presenta los suelos de la zona, López *et al.* (2002) numeran: acidez elevada, toxicidad por aluminio, compactación, errática pluviométrica, erosión y poca capacidad del suelo para almacenar agua, lo que conduce a una degradación de suelos, disminuyendo la productividad del sorgo en la zona. En este sentido investigadores como Pla *et al.* (1982) y Casanova *et al.* (1989), señalan pérdidas de suelo de 40 y 70 Mg ha^{-1} , respectivamente, siendo las pérdidas de N, P y MO sumamente elevadas bajo sistemas convencionales.

Debido a lo anteriormente expuesto, se inició en el año 1999 un proyecto de investigación interinstitucional, donde participan el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la Universidad Central de Venezuela (UCV) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), en la zona de Chaguaramas donde se evalúan prácticas de conservación de suelos alternativas para la recuperación de suelos degradados, en los cuales se

desarrolló esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto que han tenido estas prácticas de manejo sobre la calidad de suelo, enfocadas estas en estudiar los cambios en la cantidad de nitrógeno y suelo perdido, producto de la implementación de prácticas conservacionistas de suelo durante cuatro años en Ultisol degradada, las cuales han estado centradas en el uso de diferentes coberturas vegetales combinados con labranza mínima para reducir los problemas de erosión; el cual es el principal problema observado en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la Parcela Experimental

El experimento se estableció en la Finca Bella Vista, municipio Chaguaramas al nororiente del estado Guárico, entre las poblaciones de Chaguaramas y Valle de la Pascua, entre los 7°40' y 10' latitud norte y los 65° y 67°45' longitud oeste.

Características edafoclimáticas

Esta es una zona seca con menos de 800 mm de precipitación total. Con distribución en el tiempo unimodal, distribuidas en 4 a 5 meses (junio-septiembre), las lluvias son erráticas, de alta intensidad y de corta duración. La zona presenta temperaturas promedios que oscilan entre 24 y 25 °C; con respecto a la evaporación se presentan valores promedios mensuales de 176 mm. Los suelos son de texturas livianas que van desde franco-arcillo-arenoso a franco arenoso, los mismos son de muy baja fertilidad presentando limitaciones por baja disponibilidad de fósforo-Olsen (6 mg*kg⁻¹), potasio-Olsen (53 mg*kg⁻¹), calcio-Morgan (56 mg*mg⁻¹) y magnesio Morgan (<20 mg*kg⁻¹), pH ácido (<5,4), MO (7,6*mg⁻¹). El drenaje externo es rápido y el interno lento, siendo clasificado como Typic Paleustults (Rey, 2002).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con estructura de tratamientos en parcelas divididas, con 3 niveles en las parcelas principales, (las cuales tenían una dimensión de 16 m²): *Crotalaria juncea* como abono verde de leguminosa (RL), Sorgo como residuo de gramínea (RG) y sin residuo (SR); y 2 niveles en las subparcelas (dimensiones 6 m²): roca fosfórica Riecito (RFR), el cual fue denominado, y Fosfato diamónico

los cuales fueron denominados T2 y T4, respectivamente; dando origen a 6 tratamientos. Se utilizó 4 repeticiones por tratamientos, para un total de 24 unidades experimentales.

Descripción de los tratamientos con residuos orgánicos

Parcelas Sin Residuos (SR): En esta parcela, se eliminaron los restos de cosecha del cultivo una vez cosechado el grano, la biomasa aérea fue extraída del sistema; para simular parcialmente la actividad que el productor realiza normalmente en la zona.

Parcelas con residuos gramíneas (RG): Una vez cosechado el sorgo, se extrajo el grano y se sacó del sistema (simulando la comercialización del grano); los restos del cultivo se cortaron y se dejaron en la superficie hasta el ciclo siguiente cuando se incorporó la biomasa vegetal.

Parcelas con residuos de leguminosas (RL): que consistió en sembrar *Crotalaria juncea* en hileras; cuando ésta llegó al estado de floración (aproximadamente 35-40 días) se cortó, colocándose en la superficie; esta permaneció como cobertura por aproximadamente 7 meses, cuando la misma fue incorporada antes de iniciar el ciclo de cultivo siguiente.

Adicionalmente a estos tratamientos, se evaluaron dos suelos de referencia Bosque natural (BN) y manejo convencional (PC), partiendo de los supuestos de que el suelo bajo BN representa el suelo que no ha sido alterado por el hombre y está constituido por vegetación semidecidual de árboles, arbustos y hierbas típicas del paisaje de altiplanicie, por lo tanto, se considera que este suelo presenta condiciones de suelo. Por otro lado, el suelo bajo labranza convencional (LC) es un lote que el agricultor ha trabajado intensamente año tras año, y que para el momento del experimento se encontraba cultivado con maíz. En este lote se observa un estado de alta degradación principalmente por erosión hídrica.

Descripción de los tratamientos inorgánicos

Fuentes de fósforo: RFR= roca fosfórica de Riecito micronizada (14% P-total; 39% de CaO; EA entre 80-90%; P-soluble 9,98% P_2O_5 en citrato de amonio neutro); FDA = fosfato diamónico (16% N, 46% P_2O_5).

Fechas de muestreo

En el año de 1998, se iniciaron las prácticas de manejo conservacionistas promovido por el INIA, sembrándose en un año el sorgo como cultivo

indicador y al año siguiente el suelo se deja en barbecho y se colocaron los residuos sobre la superficie, esto se alterno así secuencialmente. En el año 2002, el suelo fue dejado en barbecho para finales de este año, aproximadamente un mes después de que se dejaron los residuos en superficie (finales de noviembre y principios de diciembre del 2002), se tomaron muestras alteradas en las subparcelas, tomándose 2 réplicas a las profundidades de 0-5; 5-10; 10-20; 20-30 y 30-40 cm, para las determinaciones químicos-nutricionales y análisis textural.

Entre los meses de febrero y marzo del 2003 se tomaron muestras no alteradas en las subparcelas, para las determinaciones de las propiedades físicas del suelo a las profundidades de 0-5; 5-10; 10-20; 20-30 y 30-40 cm y para el mes de abril (5 meses después de dejados los residuos en superficie se tomaron muestras alteradas para las determinaciones químicos-nutricionales, tanto para las propiedades físicas y químicas se realizaron 4 repeticiones a nivel de las parcelas principales. A inicios de mayo se determinó el porcentaje de cobertura vegetal en cada parcela (antes de simular la lluvia) y se aplicó la lluvia simulada, tomándose posteriormente a la lluvia, las muestras de agua y sedimentos para la determinación del nitrato, amonio y nitrógeno total que se perdió por la escorrentía generada por la lluvia simulada.

Variables evaluadas

La determinación de materia orgánica en suelo y sedimentos fue realizada por el método de Walkley y Black (1934), el calcio fue determinado por extracción con acetato de amonio y cuantificación por absorción atómica, el pH se calculó en relación suelo agua 1:5 y el nitrógeno total tanto en suelo como en sedimento, fue determinado por el método de Kjeldaj (UCV, 1993), el nitrógeno mineral en suelo, agua y sedimento fue cuantificado por colorimetría por flujo continuo (Honeycutt, 1991). La distribución de tamaño de partículas, se realizó por el método modificado de Bouyucos descrito por Pla (1983); y las propiedades físicas fueron medidas por la metodología descrita por Pla (1983); determinándose densidad aparente mediante el cilindro Uhland y la conductividad hidráulica, macro y microporosidad mediante el permeámetro de carga constante y las propiedades hidrológicas fueron evaluada por simulación de lluvia con una intensidad de 120 mm/hora (López y Florentino, 2000). La cobertura vegetal fue medida por el método de la cuadrícula (Tejada y Rodríguez, 1989).

Simulación de lluvia

Se utilizó un sistema con un simulador de lluvia tipo gotero (López y Florentino, 2000). El tipo de parcelas usadas para esta experiencia es de tipología cerrada, atendiendo al límite de las mismas, en las que se delimitó un área de 30 cm de largo por 30 cm de ancho, para un área de 0,90 cm², la intensidad de lluvia fue de 120 mm/hora durante un tiempo de 45 minutos.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se realizó un Análisis de Varianza (ANAVAR) y pruebas de comparación múltiples de media de Tukey con una probabilidad de $P < 0,05$, adicionalmente se realizó un análisis multivariado para todas las variables estudiadas. Para la selección de los indicadores se hizo un análisis de componentes principales complementado con análisis discriminante. Los valores críticos fueron seleccionados del análisis multivariado y de los valores de los suelos de referencia BN y PC, luego los indicadores se agruparon en un índice y se estableció el grado de calidad de suelo para cada condición de manejo según la categoría establecida para tal fin. El análisis estadístico se realizó usando el paquete estadístico computarizado STASTICA (Versión 6,0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdidas de suelo

La concentración de sedimentos en suelos con alto índice de separabilidad, refleja que la concentración de sedimentos es significativamente menor ($P < 0,05$) en los tratamientos con mayor cobertura, los residuos no solo evitan la separación y el arrastre de partículas por efecto de la gota de lluvia, sino que su incorporación ha favorecido la estabilidad estructural del suelo, reduciendo los riesgos de separabilidad de partículas; no obstante a pesar de esto, en el 4^{to} año de implementado el ensayo todavía se mantiene una erosionabilidad relativamente alta, aunque los resultados obtenidos muestran una tendencia a reducir las pérdidas de suelo, producto de la protección superficial del mismo y por las mejoras estructurales alcanzadas mediante el uso de la no labranza y la incorporación de residuos orgánicos al suelo.

Observando la curva de concentración de sedimentos (Figura 1), existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, siendo mayor el arrastre de sedimentos en los tratamientos SR, con respecto al tratamiento con RG y los tratamientos RL, respectivamente. Esta tendencia es clara y altamente significativa ($P < 0,05$) hasta aproximadamente los 30 min de iniciada la escorrentía, cuando esta diferencia se hace similar entre los tratamientos. Estos resultados fueron similares a los demostrados previamente por Angle *et al.* (1984) y Gilley *et al.* (1987).

En las pruebas de infiltración y escorrentía presentadas por estos mismo autores (Torres y Florentino, 2004) se observó que las mayores valores de pérdidas de suelo se presentaron en aquellos suelos que se encuentran desprotegido y donde el impacto de las gotas de lluvia causó deterioro en la estructura del suelo, iniciando la escorrentía más rápido y por lo tanto las pérdidas de suelo fueron mayores (Figura 2), esto ocurrió más intensamente en los tratamientos SRT2 y SRT4, con las mayores pérdidas, superiores a los tratamientos RGT2 y RGT4, así como RLT2 y RLT4, los cuales tuvieron menores pérdidas por tener mayor porcentaje de cobertura.

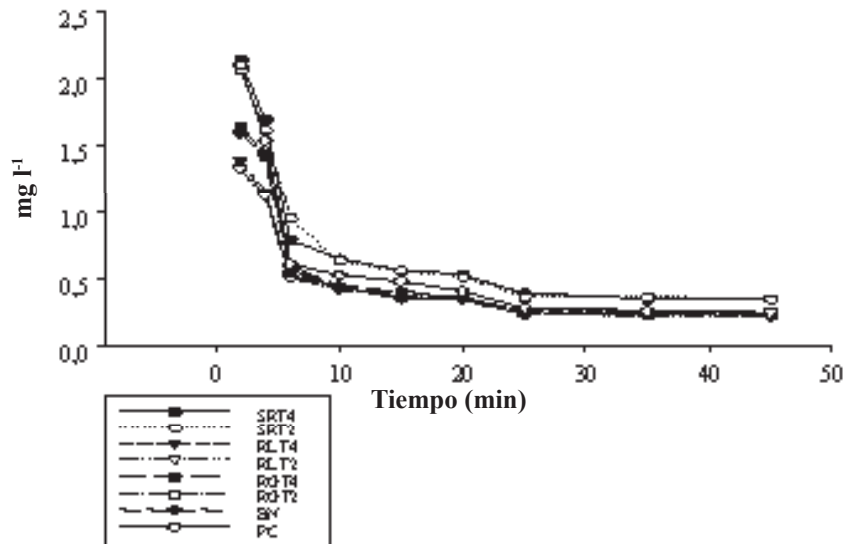


FIGURA 1. Concentración de sedimentos en el agua escurrida durante las pruebas de simulación.

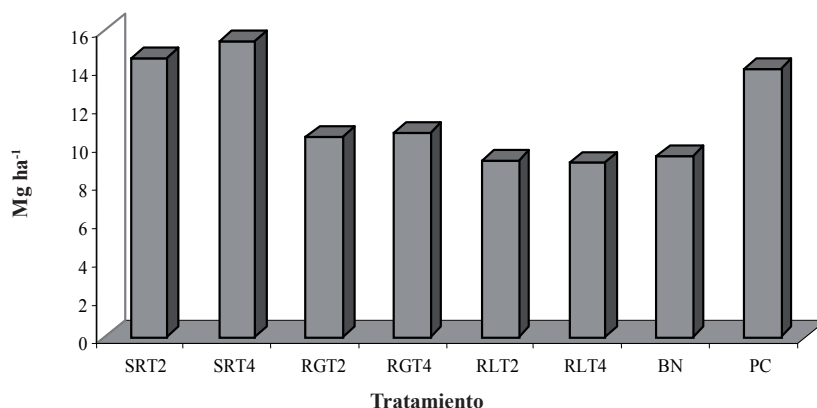


FIGURA 2. Pérdidas total de suelo obtenidas para cada tratamiento.

Por otro lado, aunque no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$), la tendencia fue a que las menores pérdidas de suelo ocurrieron en los tratamientos que tenían roca fosfórica (RF), esto se debe a que la RF mejoró la estructura del suelo, por lo tanto aquí se observa una menor erosionabilidad del mismo. Cuando se estudiaron las pérdidas de suelo durante la simulación de la lluvia a través de la curva de erosión acumulada (Figura 3), se observó la misma tendencia que en la gráfica anterior, es decir una mayor pérdida de suelo en aquellos tratamientos sin cobertura (SRT2 y SRT4) los cuales fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) a los tratamientos con cobertura.

Por otra parte, aunque en la parcela bajo LC las pérdidas de suelo fueron significativamente mayores a los tratamientos con cobertura, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) con el tratamiento sin residuo, por lo tanto la tasa de erosión está más influenciada por el tipo y cantidad de cobertura que por el tipo de labranza; también se observó que los tratamientos con mayor estabilidad estructural, fueron los de RF (T2), los cuales mostraron tendencia a perder menos suelos que aquellos tratamientos con menor estabilidad estructural.

Los gráficos de tasa de erosión y erosión acumulada (Figuras 3 y 4) a su vez muestran que las mayores pérdidas de suelo ocurren en los primeros minutos de la prueba, luego que el suelo fue saturado y se inicia la escorrentía, por lo cual es aquí donde se encuentra la mayor cantidad de

sedimentos erosionados y con ellos la mayor cantidad de nutrientes perdidos principalmente nitrógeno y carbono orgánico. Estos resultados son similares a los presentados por Dickey (1990), quien al aplicar lluvia simulada con una lámina de 51 mm en 45 min para una intensidad de 70 mm/hora encontró pérdidas de 17,5 Mg ha⁻¹ hasta 56 Mg ha⁻¹.

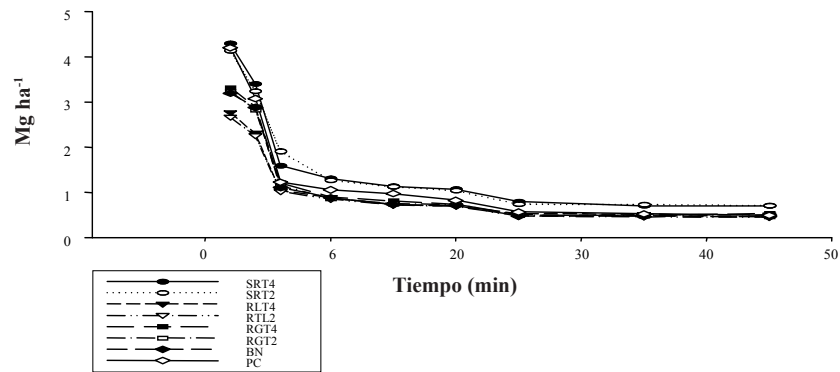


FIGURA 3. Pérdidas de suelo por erosión obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados.

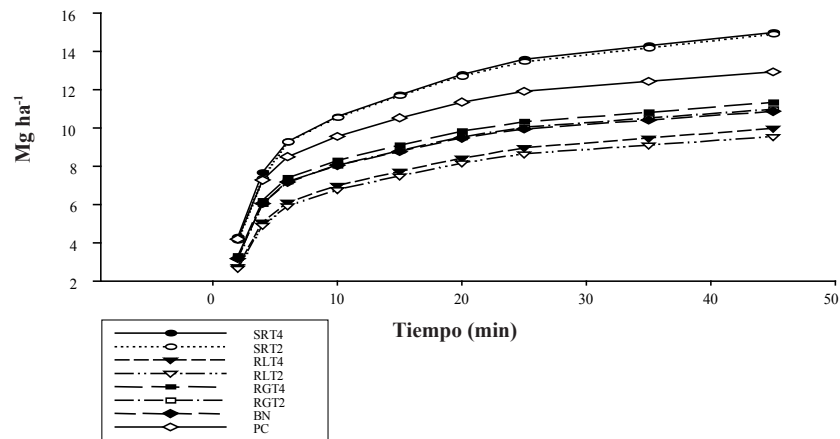


FIGURA 4. Curva de erosión acumulada para cada tratamiento durante la prueba de simulación.

Otras investigaciones en análisis de lluvias aplicando laminas que generan intensidades similares a las de este ensayo, fueron presentadas en la zona por Páez (1980) para la estación Valle de la Pascua, cercana al área del ensayo, con un 25% de probabilidad de ocurrencia, observándose que las pérdidas de suelo son significativamente superiores en suelo bajo LC, sin embargo, las mismas se reducen considerablemente bajo labranza mínima.

Las pérdidas de suelo en el ensayo mantienen la misma tendencia que lo señalado por Pla (1978), Lobo (1987) y Bravo (1991) que señalan que las pérdidas de suelo son mayores en los sistemas de LC, donde las pérdidas oscilan entre 40 y 194 Mg ha⁻¹; y se reducen a valores menores de 16 Mg ha⁻¹; en los sistemas donde se emplea labranza mínima y el uso de coberturas.

Pérdidas de nitrógeno

En la Figura 5 se observa que las mayores pérdidas ocurren en los tratamientos con peores condiciones físicas asociado una menor incorporación de residuos orgánicos, siendo estos tratamientos los que presentan mayor lámina escurrida y mayores pérdidas de suelo (tratamientos SRT2 y SRT4), mientras que las menores pérdidas ocurrieron en RLT2 y RLT4.

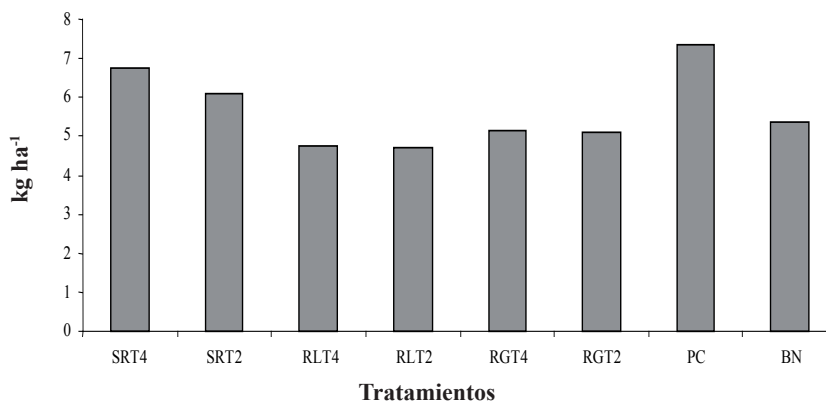


FIGURA 5. Nitrógeno total perdido por escorrentía asociados al agua y sedimentos bajo lluvia simulada.

Los resultados son similares a los mostrados por Torbert *et al.* (1999) y Fessehaye *et al.* (1999) donde señalan que la escorrentía superficial y la cobertura son los factores más importantes que controlan las pérdidas de nitrógeno. Igualmente en estudios previos realizados en los suelos de Chaguaramas (Páez y Rodríguez, 1989; Casanova *et al.*, 1985; Lobo, 1987) se evidencia que las mayores pérdidas de nutrimentos se producen en los sistemas de LC, donde la cobertura superficial del suelo es muy baja o nula.

Pérdidas por escorrentía

Las pérdidas de nitrógeno asociadas al agua de escorrentía después del evento de lluvia, está afectada principalmente por dos factores: la concentración de nutrimentos en el agua de escorrentía y el volumen de escorrentía. En la Figura 6 se observa que las mayores láminas de escorrentía y por lo tanto las mayores pérdidas de nitrógeno mineral en escorrentía se presentaron en los tratamientos con menor cantidad de residuos (SR).

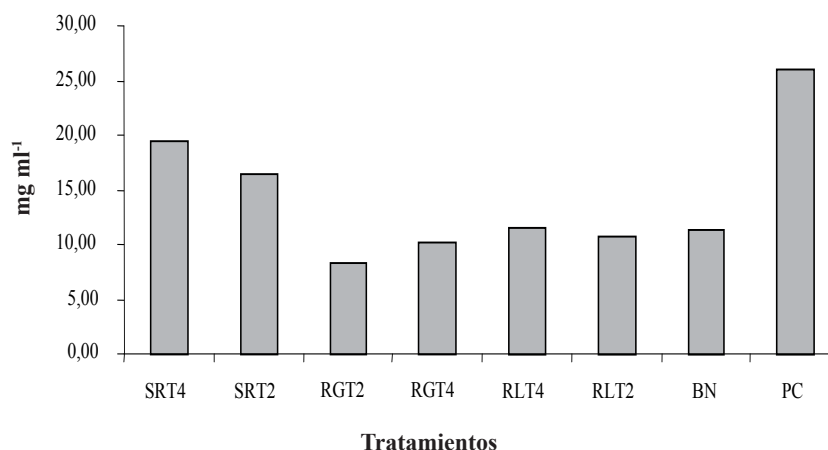


FIGURA 6. Nitrógeno mineral perdido por escorrentía para cada tratamiento bajo lluvia simulada.

La concentración de nutrimentos fue afectada por el tiempo de inicio de la escorrentía, siendo mayores las pérdidas donde la escorrentía se inició más temprano. Por otra parte, las menores pérdidas de nitrógeno mineral se observaron en el tratamiento de RG y RL donde hubo una mayor cobertura superficial y por lo tanto la escorrentía fue menor. Con respecto a los suelos de referencia las pérdidas de nitrógeno mineral fueron claramente superiores en el tratamiento convencional (PC) donde hubo menos cobertura superficial y la escorrentía y la perdidas de suelo fueron superiores al del tratamiento del ensayo, mientras que en el suelo bajo BN las pérdidas de nitrógeno mineral fueron similares a la de los tratamientos de RG y RL.

Esto ha sido atribuido a que tanto el fertilizante como los residuos son dejados superficialmente, los datos de NT, N-NO₃ y N-NH₄, así lo reflejan, viéndose que todas las formas de nitrógeno se acumulan en los primeros 10 cm, provengan del fertilizante o de la mineralización de los residuos orgánicos. Los investigadores señalan que estas pérdidas se podrían reducir, si el fertilizante se aplica en forma subsuperficial, sin embargo, en el presente ensayo tanto la aplicación de fertilizantes como la incorporación de los residuos se hizo en forma superficial. De igual forma, en el ensayo se observa el nitrógeno perdido por escurrimiento corresponde principalmente a la forma nítrica N-NO₃, esto es dado a la alta solubilidad que presenta este compuesto. No obstante, se ha indicado que las pérdidas de nitrógeno en escorrentía superficial, en algunos casos son insignificantes, a pesar de que se generen lluvias intensas según Gross (1990), más si se trata de suelos arenosos donde la escorrentía superficial y las pérdidas de nutrimentos es sumamente baja, predominando en estos casos pérdidas por lixiviación.

En la Figura 7 se observa que las pérdidas de N-NO₃ y N-NH₄ fueron superiores en los tratamiento donde el suelo presentaba menos cobertura superficial y además donde el mismo fue fertilizado con fosfato diamónico (120 kg Nitrógeno ha⁻¹), siendo las pérdidas significativamente superiores ($P < 0,05$) en los tratamientos SR y en el suelo bajo LC, por su parte, las pérdidas fueron significativamente menores en los tratamientos (RL y RG). Las pérdidas de nitrato fueron superiores a la de amonio en los tratamientos (SR y RL) posiblemente debido a que la actividad de la bacterias nitrificantes se ve reducida por la acidez de los suelos, por lo tanto, el proceso de transformación de amonio a nitrato será reducido; nótese que en los tratamiento donde el pH fue mayor (6,85; 6,20; 5,09 y

4,85) para BN, PC, RLT2 y RGT2, respectivamente, los cuales no presentaban problemas de acidez siendo los valores de nitrato en escorrentía superiores a los de amonio.

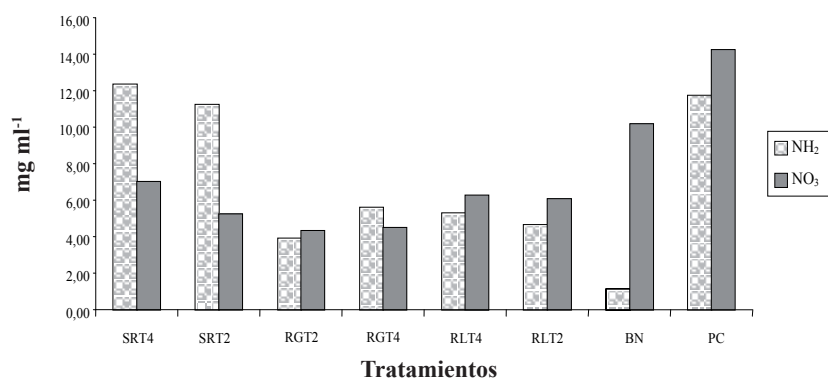


FIGURA 7. Nitrógeno mineral perdido por escorrentía para cada tratamiento bajo lluvia simulada.

Cuando se observó el comportamiento de las pérdidas N-NO₃ y N-NH₄ durante las pruebas de simulación (Figuras 8 y 9) se constata que las pérdidas se concentraron durante los primeros 15 min de la prueba que es donde ocurre el pico de escurrimiento en esta fase se observan diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mayores las pérdidas de nitrato y amonio en los tratamientos SR y la PC, mientras que las pérdidas fueron menores en los tratamientos con RG y RL, así como el BN.

Por otra parte, en el caso de los suelos de referencia BN y PC los valores de N-NO₃ fueron superiores a los de los tratamientos; como se explicó anteriormente estos tratamiento tuvieron un mayor pH y quizás hubo una, mayor acción de las bacterias nitrificantes por lo que se acumuló el N-NO₃ en la parte superficial del suelo y por eso las mayores concentraciones en el agua de escurrimiento; en los demás tratamientos el pH se mantuvo igual a las condiciones iniciales del estudio (<4,5), por lo tanto, el grado de acidez observado en el suelo pudo inhibir el proceso de nitrificación, resultando en una mayor concentración de N-NH₄ y al producirse la escorrentía en estos las concentraciones de N-NH₄ encontradas en el agua de escorrentía fueron mayores.

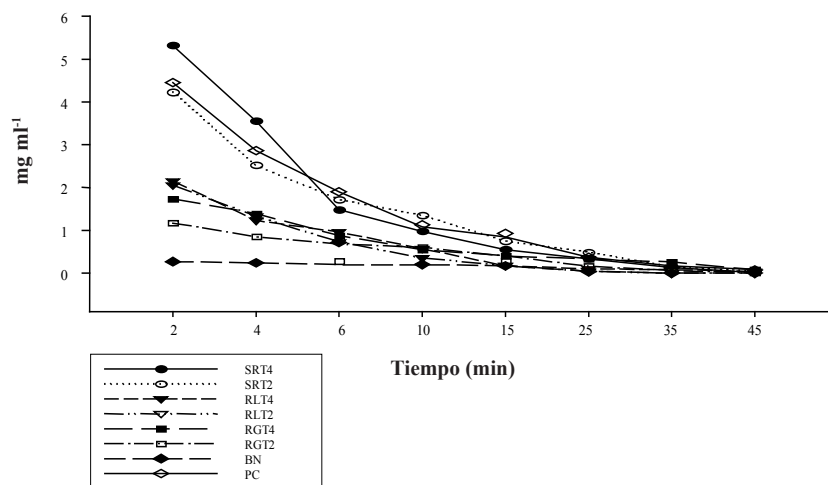


FIGURA 8. N- NH₄ perdido por escorrentía durante la prueba de simulación.

Los resultados obtenidos a su vez son consistente con los obtenidos en las curvas de erosión y en las curvas de escurrimiento, donde las concentraciones más bajas de nutrientes se observaron en los tratamientos donde se aplicó RF como abono inorgánico; esta diferencia fue perceptible hasta los 20 min de la prueba, a partir de ahí la concentración de nutrientes en el agua de escorrentía tuvo una tendencia exponencial alcanzando valores sumamente bajos, no pudiéndose detectar diferencias entre los tratamientos.

Los resultados también muestran que aunque la concentración de nutrientes (N) en el sedimento fue reducida por las prácticas de manejo establecidas, la concentración en solución se incrementa con la labranza reducida, notándose que las pérdidas en escorrentía fueron mayores, comprobándose así la hipótesis planteada que, en estos tipos de manejo, parte del nitrógeno tiende acumularse superficialmente corriendo el riesgo que gran parte de éste se pierde por escorrentía no siendo aprovechado por la planta y causando posibles riesgos de contaminación de las aguas superficiales. Estos resultados son similares a los obtenidos por Alberts y Spomer (1985) y Torbert *et al.* (1996).

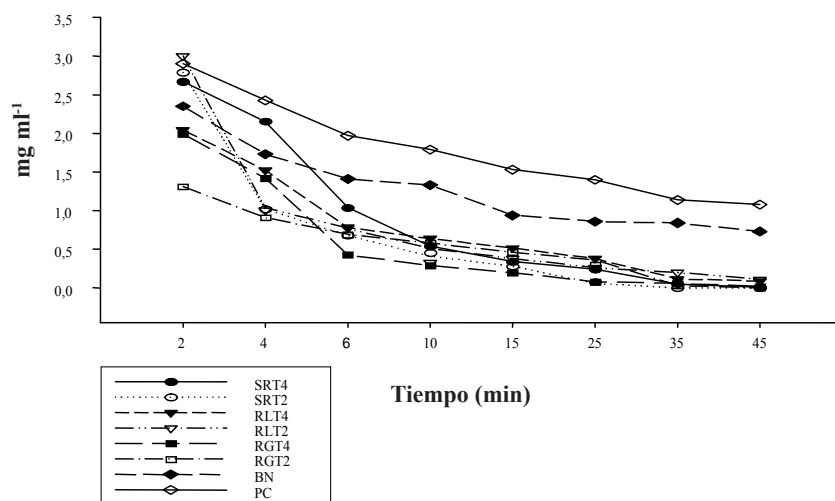


FIGURA 9. N-NO₃ perdido por escorrentía durante la prueba de simulación.

Pérdidas de nutrientes en sedimentos

Las pérdidas de nitrógeno asociadas a los sedimentos que se presentan en la Figura 10 muestran que los valores mayores ocurrieron en el suelo de referencia bajo PC seguido de los tratamientos SR, mientras que las pérdidas fueron significativamente más bajas ($P < 0,05$) en los tratamientos con mayor cobertura (RL y RG), como algunos autores (Torbert *et al.*, 1996; Gray, 2002; Tapia *et al.*, 2002) han citado, que las formas de nitrógeno orgánico están más asociadas a los sedimentos, dado que gran parte proviene de la MO particulada; así mismo, en el manejo convencional las pérdidas fueron incrementadas por que semanas antes de realizar las pruebas se fertilizó superficialmente la parcela por lo que parte de este nitrógeno pudo ser cuantificado después de la simulación tanto en el agua como en los sedimentos.

Las pérdidas de nitrógeno a lo largo de la prueba muestran un comportamiento similar a la de la figura anterior, salvo que significativamente las diferencias son mayores durante los primeros 20 min de la prueba, lo que guarda correlación con lo observado a lo largo de la discusión relativo a que el mayor escurrimiento, la mayor pérdida de suelo y

nutrimentos ocurre en los primeros intervalos de tiempo de la simulación reduciéndose a medida que transcurre la prueba. En orden de importancia, las mayores pérdidas fueron observadas en el suelo de referencia PC seguido de los tratamientos SR y las menores pérdidas correspondieron a los tratamientos con residuos de RL y RG y BN, respectivamente.

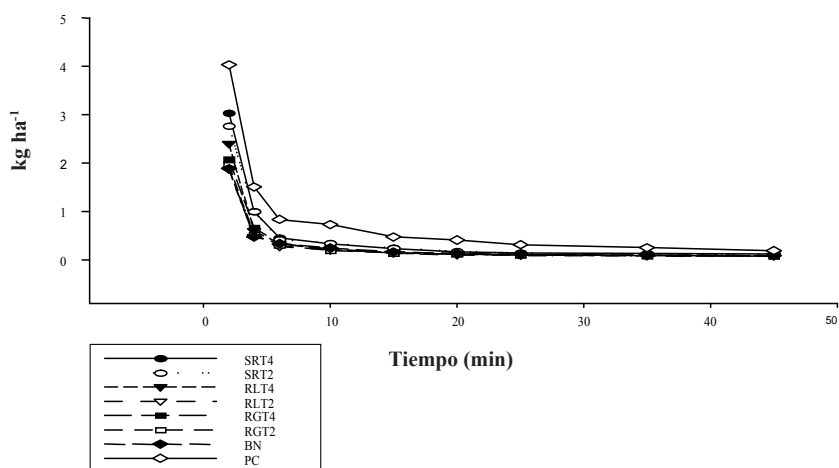


FIGURA 10. Nitrógeno total perdido asociado a los sedimentos durante la prueba de simulación.

Los resultados correspondientes a las pérdidas de nutrimentos asociadas a sedimentos son concordantes con lo señalado por Gray (2002) el cual atribuye que la concentración de MO, nitrógeno orgánico, $N-NO_3$ y $N-NH_4$ puede ser explicada a través de la correlación existente entre la aplicación de fertilizantes y la concentración de $N-NO_3$ y $N-NH_4$ en el horizonte superficial; en los resultados preliminares se demostró que tanto la MO así como las distintas fuentes de nitrógeno (orgánico, nítrico y amoniacal) se concentraban en los primeros 10 cm de suelo.

Por otra parte se constató que, las pérdidas de nutrimentos son menores cuando el suelo se maneja bajo prácticas conservacionistas y a su vez se colocan residuos que no sólo protegen al suelo del impacto de las gotas de lluvia, sino que mejoran la estructura del suelo. Los tratamientos con residuos de cobertura presentan menos escorrentía y erosión, por lo tanto, menor pérdida de nutrimentos. En este sentido, Udewatta *et al.* (2002)

coinciden en señalar que luego de 3 años bajo siembra en contorno se logra reducir la erosión y las pérdidas de nitrato en un 24% los riesgos de contaminación por N de las aguas superficiales.

A partir del análisis multivariado se construyó un índice de riesgos de contaminación de aguas superficiales (IRC). $IRC = \text{Volumen escurrido} * \text{Concentración (N-NO}_3 \text{ y N-NH}_4 \text{ en escorrentía)} / \text{espesor de la capa superficial}$, que corresponde a los 10 cm donde se acumuló el nitrógeno mineral que se perdió al simular la lluvia. Este índice fue adaptado del propuesto por Allas *et al.* (2004) para evaluar la contaminación de acuíferos y aguas subsuperficiales por las aplicaciones excesivas de nitrógeno asociado a las actividades agrícolas en la provincia de Navarra, España.

El índice adaptado y desarrollado en la presente investigación, surge del análisis de componentes principales apoyados en la matriz de correlación, donde se observó una alta asociación entre las concentraciones de NO₃ y N-NH₄ en el agua de escorrentía con la lámina escurrida, es decir, las pérdidas se incrementaron al aumentarse la escorrentía; así mismo, en el análisis de componentes principales, estas variables tuvieron el mayor peso para explicar la variación de los resultados y tuvieron la capacidad de discriminar los tratamientos en función del manejo dado; se tomó la profundidad hasta 10 cm dado que el nitrógeno se acumuló mayoritariamente en las capas superficiales y fue este el que estuvo sujeto a las pérdidas cuando se produjo el escurrimiento (Torres y Florentino, 2005, información no publicada).

Cuando se aplicó la fórmula se pudieron separar los suelos en dos grupos de manejo (Figura 11), uno donde el riesgo de contaminación de las aguas superficiales, fue mayor correspondiente, a los tratamientos SR, un segundo grupo formado por los tratamientos residuo de RG y RL donde el IRC fue significativamente menor, dado que en estos tratamientos la escorrentía y la concentración de nutrientes fue menor. Este índice permitió agrupar los tratamientos en función de su riesgo potencial de contaminación de aguas superficiales (ríos, embalses, lagunas, entre otros), presentando mayores riesgos los tratamientos donde hubo un mayor escurrimiento y donde la concentración de nutrientes en el agua de escorrentía fue mayor; además de la tendencia observada en el suelo que fue la concentración de nitrógeno, principalmente N-NH₄ en las capas superficiales, lo cual incrementó las pérdidas de nutrientes al producirse la escorrentía.

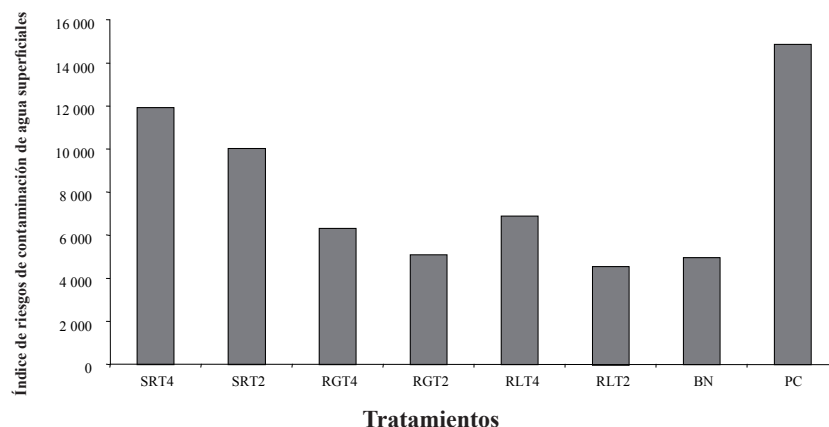


FIGURA 11. Índice de riesgos de contaminación de aguas superficiales.

CONCLUSIONES

- Las pérdidas de nitrógeno total son explicadas fundamentalmente por los factores hidrológicos del suelo (tasa infiltración y escurrimiento) y por la magnitud de las pérdidas de suelo, existiendo una moderada correlación negativa entre los valores de MO pérdida y nitrógeno total perdido con los valores de infiltración, lamina escurrida e inicio de escurrimiento de agua.
- A medida que las pérdidas de suelo fueron mayores, mayores fueron las pérdidas de nutrientes tal como lo muestra una correlación significativa entre los parámetros pérdidas de suelo y pérdidas de nitrógeno, debido fundamentalmente al manejo que se ha hecho de la cobertura y a la no labranza, lo cual se manifiesta en el comportamiento hidrológico del suelo a través de los parámetros asociados a infiltración y escorrentía, se observó que los mejores resultados correspondieron a los tratamientos con mayor cobertura superficial y mejores propiedades hidrológicas siendo estos (RLT2 y RGT2).

SUMMARY

Conservation management practices were applied to an Ultisol with degraded physical, chemical and biological properties in order to recover

these properties and improve soil quality, emphasizing the reduction of soil and nutrient losses in runoff. These practices involved the application of a minimum tillage system combined with organic and inorganic fertilizers. Organic treatments were *Sorghum bicolor* L. Moench (gramineous residue, RG), *Crotalaria juncea* (leguminous residue, RL) and without residue (SR). Inorganic treatments were fertilizers Riecito phosphoric rock (RFR) and diammonium phosphate (FDA). After four years of application of these practices, an evaluation of their effect on soil and nitrogen losses in runoff was performed with simulated rain at an intensity of 120 mm/hour using a drip type rain simulator. Sediments were measured, dried and analyzed by the continuous flow colorimetric method to determine sediment associated nitrogen loss. A similar procedure was done with runoff water. Results obtained after four years indicate that soil and nitrogen loss parameters responded to management treatments. Lower soil and nitrogen losses were associated with higher degrees of plant coverage in combination with phosphoric rock. Soil and nitrogen losses were, respectively, 10,42 Mg* ha⁻¹*year⁻¹ and 9,2 Mg* ha⁻¹*year⁻¹ for RG+RFR and 4,2 Mg* ha⁻¹*year⁻¹ and 3,5 Mg* ha⁻¹*year⁻¹ for RL+RFR. The greatest soil (15,40 Mg* ha⁻¹*year⁻¹) and nitrogen (6,1 Mg* ha⁻¹*year⁻¹) losses, as well as runoff, occurred with SR+FDA, where coverage percentage was lowest.

Key Words: Soil quality; indicators; crop residue; nitrogen losses; conservation practices.

BIBLIOGRAFÍA

ALLAS, B., J. CASTIELLA, A. LOPEZ and M. DIEZ. 2004. The alluvial aquifers of Ebro and its tributaries in the Foral community of Navarra: An application of the establishment of an environmental indicator for the evaluation of the risk of groundwater nitrogen contamination originated by agricultural activity. In: sustainable Use and Management of Soils in Arid and Semiarid regions. Vol 2. pp. 364-365.

ALBERTS, E. and R. SPOMER. 1985. Dissolved nitrogen and phosphorus in runoff from watersheds in conservation and conventional tillage. J. Soil Water Conserv. 40:153-157.

ANGLE, J., G. MCCLUNG, M. MACINTOSH, P. THOMAS and D. WOLF. 1984. Nutrient losses in runoff from conventional and no-till watersheds. J. Environ. Qual. 13:431-435.

BRAVO, C. 1991. Efectos de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia en el rendimiento del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en un Alfisol del estado Guárico. Postgrado en ciencia del suelo. Tesis de Maestría. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 114 p.

BERTOL, I. y D. MIQUELLUTI. 1993. Perdas de solo, agua e nutrientes reducidas pela cultura do milho. Revista PAB. 28(10):185-190.

CASANOVA, E., M. L. PÁEZ y O. S. RODRÍGUEZ. 1989. Pérdidas de nutrimentos por erosión bajo diferentes condiciones de manejo en dos suelos agrícolas. Revista Facultad de Agronomía. Alcance 37. Erosión Hídrica, Diagnóstico y Control. 12 p.

DICHEY, E., P. JASA and D. SHELTON. 1990. Residue tillage and erosion. conservation Tillage Journal. pp. 73-83.

FESSEHARE, G., A. EDWARD, K. NEWELL and L. ROBERT. 1999. Dissolved nitrogen transport in surface runoff from field-sized watersheds. Tektran. Unites State Agriculture Department.

GILLEY, J., S FINKER and G. VARVEL. 1987 Slope length and surface residue influences on runoff and erosion. Trans. ASAE 39:148-152.

GRAY, M. and C. HENRY. 2002. Phosphorus and nitrogen runoff from a forested watershed fertilized with biosolids. Journal Environmental Quality.31:926-936.

HAROLD, L. and W. EDWARDS. 1972. A severe rainstorm test on no till corn. J Soil Water Conservation. 27:30.

HONNEYCUTT, C., L. PORTAR and A. HATELMAN. 1991. Predicting nitrate formation from soil, fertilize, crop residue and sludge with thermal units. Journal of Enviromental Qual 20(4):850-856.

LOBO, D. 1987. Efecto de la aplicación superficial de residuos vegetales y emulsiones asfálticas sobre las pérdidas de suelo y nutrientes en un alfisol con cultivo de sorgo. Trabajo de grado para optar al título de Magíster Scientiarium en Ciencia del Suelo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 98 p.

LÓPEZ, A. y A. FLORENTINO. 2000. Construcción de un simulador de lluvia para la evaluación de la infiltración y escorrentía en zonas de pendiente. **In:** Memorias del congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola. Barquisimeto. pp.15-18.

LÓPEZ, M., N. ALFONSO, S. CANACHE y S. GUERRERO. 2002. Caracterización de suelos ácidos del nororiente de Guarico y Centro Norte de Cojedes. INIA. Proyectos de Investigación, producción y servicios. Período 1998-2000. Maracay 2002.

MORENO-LAREZ, B. 1999. Informe de gestión. Resultado de ensayo regionales de sorgo granífero Maracay-Venezuela. INIA. Proyectos de Investigación, producción y servicios. Período 1998-2000- Maracay 2002.

PÁEZ, M., L. 1980. Contribución al estudio de la precipitación como factor de erosión en condiciones tropicales, Chaguaramas (Guárico). Postgrado en Ciencia del Suelo. Trabajo de grado de Maestría. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 79 p.

PÁEZ, M. L. y O. S. RODRÍGUEZ. 1989. El riesgo de la erosión hídrica como criterio de diagnóstico en la evaluación de tierras. Revista de la Facultad de Agronomía. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. 12 p.

PLA, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnósticos de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Alcance 32. Revista de la Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. 91 p.

PLA, I., A. FLORENTINO y D. LOBO. 1982. Uso de emulsiones de asfalto para incrementar y regular la productividad de sorgo en un alfisol de los llanos ondulados del norte del estado Guárico sector Chaguaramas. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. p. 22-23.

REY, J. 2002. Informe de clasificación taxonómica de suelos de Chaguaramas. INIA-CENIAP. p. 6.

TAPIA, L., M. TISCAREÑO, R. SALINAS; VELÁSQUEZ, A. VEGA y A. GUILLÉN. 2002. Respuesta de la cobertura residual del suelo a la erosión hídrica y la sostenibilidad del suelo en laderas agrícolas. Terra 20:449-457.

TEJADA, B. y O. RODRÍGUEZ. 1989. Metodología para evaluar la cobertura de residuos en el control de la erosión. Revista Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Alcance 37. Erosión Hídrica, Diagnostico y Control.

TORBERT, H., K. POTTER y J. MORRISON. 1996. Management effects on fertilizer N and P losses in runoff on Vertisols. Trans. ASAE 39(1):161-166.

TORBERT, H., N. KENNETH DENNIS, P. W. HOFFMAN, J. THOMAS and C. RICHARDSON. 1999. Surface residue and soils moisture affect fertilizer loss in simulated runoff and heavy clay soil. Agronomy Journal 91:606-612.

TORRES, D. y A FLORENTINO. 2004. Estudio de los procesos hidrológicos como índice de calidad de suelo en ultisol degradado bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal (Guárico-Venezuela). CD-ROM. **In:** Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Cartagena de Indias Colombia.

UDAWATTA, R., J. KRATANSKY, G. HENDERSON and H. GARRETT. 2002. Agroforestry practices, runoff and nutrient loss. Journal of Environmental Quality 31:1 214-1 225.

WALKLEY, A., and A. BLACK. 1934. An examination of the method for determination soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method Soil Sci.Soc Am. J. 37:29-38.

LA CASEÍNA HIDROLIZADA INHIBE EL DESARROLLO DE CALLOS PROVENIENTES DE ANTERAS DE CACAO CULTIVADAS *in vitro*

Efraín Salazar*, Darío Torrealba*, Luis Castro*
y María Torrealba*

RESUMEN

Con la finalidad de inducir respuestas morfológicas en callos de cacao, *Theobroma cacao* L. cv 'OC 61', provenientes de anteras cultivadas *in vitro*, se sembraron los callos en medios de cultivo con las sales MS, suplementados con 45 g l⁻¹ de Sacarosa, Tiamina-HCl (1 mg l⁻¹), Acido Nicotínico (1 mg l⁻¹), Piridoxina HCl (1 mg l⁻¹), mio-inositol (1 g l⁻¹), agua de coco (10%) y solidificados con agar Sigma (6 g l⁻¹). Fueron probados tratamientos con caseína hidrolizada (0, 1, 3 y 5 g l⁻¹). El crecimiento de los callos se redujo con el aumento de las concentraciones de caseína hidrolizada. La presencia de agua de coco en el medio de cultivo resultó beneficiosa para el crecimiento de los callos. Ni la caseína hidrolizada, ni el agua de coco indujeron la formación de órganos o embriones somáticos en los callos. El aumento de la concentración de caseína hidrolizada aceleró el proceso de oscurecimiento de los tejidos.

Palabras Clave: Cacao; *Theobroma cacao* L.; cultivo de anteras; caseína hidrolizada; callogénesis.

INTRODUCCIÓN

El cacao, *Theobroma cacao* L., es un cultivo de origen americano, principalmente de la cuenca amazónica, extendiéndose hacia mesoamérica (Enríquez, 1985), siendo los cacao tipo criollo los primeros en domesticarse (Lanaud *et al.*, 1999). En Venezuela, el cacao criollo producido es

* Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP). Zona Universitaria. Av. Universidad, vía El Limón. Apdo. 4653. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela.
RECIBIDO: agosto 20, 2004.

reconocido internacionalmente como un cacao de alta calidad, razón por la cual se cotiza a precios elevados en el mercado internacional, siendo uno de los pocos sitios donde todavía se encuentran algunos de los legítimos cacaos tipo criollo que alcanzaron la fama mundial (Cartay, 1998).

La selección, preservación y futuro mejoramiento genético del cacao tipo criollo es un objetivo importante para desarrollar la producción comercial de esta especie, aprovechando las ventajas que ofrece el cultivo del cacao en las condiciones venezolanas. En este sentido, las técnicas biotecnológicas ofrecen una alternativa eficiente, tanto para la propagación masiva asexual, como para el mejoramiento genético de la especie.

Dentro de las alternativas que la Biotecnología ofrece, el cultivo de anteras ha sido una herramienta ampliamente utilizada en la propagación de distintas especies vegetales desde 1964 (Guha y Maheshwari, 1964a y 1964b). La técnica ha sido utilizada exitosamente en girasol (Saji y Sujatha, 1998), Lino (Chen *et al.*, 1998), cítricas (Cheng, 1992) y avena (Cistue *et al.*, 1994) entre otras especies.

Así mismo, el cultivo de anteras es una herramienta útil para la producción de plantas haploides, las cuales son herramientas importantes en la obtención de dobles haploides homocigotos (Walter y Aycocock, 1994), inducción de mutaciones, transformación genética e hibridación somática, probando ser una técnica útil para acoplarse a programas de mejoramiento genético (Brown y Thorpe, 1995).

En el caso de cacao, la Biotecnología ha tenido resultados exitosos en la regeneración de plantas mediante embriogénesis somática (Wen y Kinsella, 1993; Söndhal *et al.*, 1993), desarrollo de embriones somáticos nucleares (Figueira y Janick, 1993), el rescate de embriones procedentes de semillas aplanadas de cacao (Palma y Villalobos, 1989) y en la transformación genética de células de mesófilo de cacao usando *Agrobacterium tumefaciens* (Sain *et al.*, 1994).

No hay trabajos sobre el uso del cultivo de anteras en la especie, salvo las experiencias previas de este equipo de trabajo en la inducción de la formación de callos a partir del cultivo *in vitro* de anteras de cacao criollo sin la formación de ningún tipo de estructuras a partir de los callos regenerados, donde la presencia de agua de coco 10% en el medio de cultivo se encontró necesaria para el desarrollo de callos (Salazar *et al.*, datos no publicados).

El uso de caseína hidrolizada ha sido presentado como efectivo en la inducción de embriogénesis somática, especialmente en el cultivo de embriones inmaduros de cacao, por lo que el trabajo expuesto tuvo como finalidad principal estudiar el efecto de la caseína hidrolizada en el desarrollo *in vitro* de callos de cacao, regenerados a partir del cultivo *in vitro* de anteras, a fin de evaluar la posibilidad de inducción de morfogénesis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron anteras de cacao del cultivar OC 61 pertenecientes a la colección de germoplasma de 1945 de la estación del INIA en Ocumare de la Costa, estado Aragua, Venezuela. Se seleccionaron botones florales de 2-3 mm de longitud, los cuales fueron desinfectados 2 min en alcohol etílico 70%, sumergiéndose posteriormente en una solución de hipoclorito de sodio 50% de una solución comercial (5,25% i.a) durante 10 min.

El exceso de desinfectante se eliminó con tres lavados sucesivos en agua destilada esterilizada (ADE) y las anteras se sembraron en tubos de ensayo 25x150 mm conteniendo 10 ml de medio de cultivo provisto con las sales MS (Murashige y Skoog, 1962), suplementado con 45g l⁻¹ sacarosa, Tiamina-HCl (1 mg l⁻¹), Ácido Nicotínico (1 mg l⁻¹), Piridoxina HCl (1 mg l⁻¹), mio-inositol (1 g l⁻¹), 2,4-D (3 mg l⁻¹) y solidificados con agar Sigma (6 g l⁻¹). El pH se ajustó a 5,8±0,02 y el medio se esterilizó en autoclave a 121 °C y 15 psi de presión durante 20 min. Las anteras fueron dispuestas a crecer en la oscuridad durante 15 días a 25±1 °C, y posteriormente se colocaron a la misma temperatura bajo luz fluorescente con irradianza de 16,95W m⁻² y un fotoperíodo de 16 horas.

Los callos generados se dividieron en secciones de 1 cm² aproximadamente, sembrándose en el mismo medio de cultivo descrito para las anteras, desprovisto del 2,4-D y suplementado con agua de coco al 10% (Salazar *et al.*, 1993) y caseína hidrolizada (0,1, 3 ó 5) g l⁻¹. Las condiciones de acidez y esterilización de los medios fueron idénticas a las descritas para las anteras. Los callos se colocaron a crecer bajo las mismas condiciones de luz fluorescente y temperatura que las anteras. Se sembraron 20 tubos por cada tratamiento, los cuales se arreglaron bajo un diseño completamente aleatorizado, midiendo el crecimiento del callo y la formación de estructuras cada 3 d, por un período de 8 semanas. El crecimiento del callo se midió mediante la fórmula (D1xD2)/4 donde D1 es el diámetro mayor y D2 es el diámetro menor del callo.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los callos se formaron desde el interior de las anteras en el 100% de los explantes cultivados, apareciendo dos semanas posteriores a la siembra *in vitro* (Figura 1). Los resultados obtenidos con el uso de la caseína hidrolizada en el cultivo de los callos se resumen en el Cuadro. Todas las experiencias se repitieron por triplicado obteniéndose siempre resultados idénticos en cada tratamiento.

Los datos obtenidos se distribuyeron normalmente, según los resultados de la prueba de Wilk-Shapiro la cual arrojó un índice de 0,9737 para los valores de crecimiento de callo. Los datos fueron transformados mediante la expresión $\sqrt{\text{crecimiento} + 1,00}$, con la finalidad de reducir el coeficiente de variación, el cual al final de la transformación presentó un valor de 12,25%.

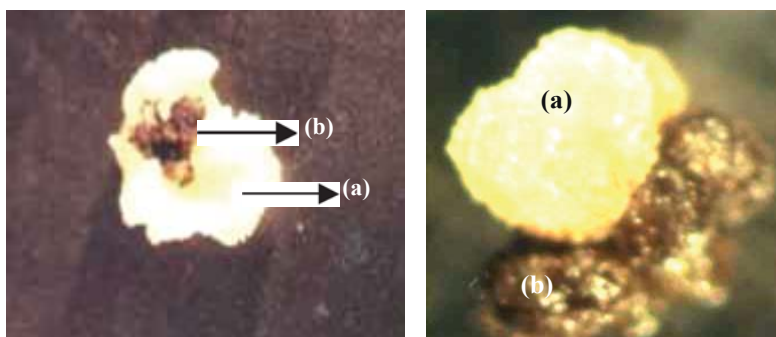


FIGURA 1. Callos desarrollados a partir de anteras de cacao, *Theobroma cacao* L., **a)** masas de células recién formadas, **b)** tejido original de la antera.

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre los tratamientos con caseína hidrolizada, y que el crecimiento de los callos tendía a disminuir al aumentar la dosis del compuesto. Este comportamiento fue sostenido a lo largo del experimento no observándose la formación de estructuras de ningún tipo a partir de los callos. Los callos se mostraron como estructuras friables, blanquecinas o cremosas (Figura 2); sin embargo, la coloración del mismo tiende a oscurecerse más rápidamente al aumentar la dosis de caseína hidrolizada. Este efecto inhibitorio de la

caseína hidrolizada es contrario a lo observado en el cultivo de callos provenientes de embriones inmaduros, donde la presencia de este compuesto es un factor de importancia en la inducción de embriogénesis somática, datos observados por los autores, pero no publicados.

CUADRO. Efecto de la caseína hidrolizada y 10% de agua de coco en el crecimiento de callos provenientes de anteras de cacao, *Theobroma cacao* L., cultivadas *in vitro* a los 7 días posteriores a la siembra.

Caseína Hidrolizada (g l ⁻¹)	Agua de coco (%)	Crecimiento de callos (cm ²)
0	10	1,322±0,619 ^a
1	10	1,123±0,488 ^{ab}
3	10	1,159±0,554 ^{ab}
5	10	0,710±0,548 ^b

Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, analizadas según la Prueba de Tukey ($\alpha=0,01$).

La caseína hidrolizada, como fuente de nitrógeno orgánico, resultó poco beneficiosa para el proceso de morfogénesis o embriogénesis, ya que no indujo la formación de ningún tipo de brote o embrión somático, como era lo esperado. Del mismo modo, activa los mecanismos de oxidación de compuestos fenólicos, proceso generalmente responsable del oscurecimiento de los tejidos cultivados *in vitro*. Este oscurecimiento de los tejidos, una vez transcurrida más de ocho semanas en cultivo, se generaliza para todos los tratamientos. El cambio de los callos a medios de cultivo fresco no detiene el proceso, salvo en el tratamiento desprovisto de la caseína hidrolizada.

El cultivo de los callos en medios con caseína hidrolizada y desprovisto de agua de coco presentó resultados similares a los observados, con una disminución mayor en el tamaño de los callos, para un mismo período de tiempo. Por lo tanto, la presencia del agua de coco parece ser necesaria para favorecer una mayor tasa de crecimiento o de división celular. Sin embargo, tampoco permitió la formación de estructuras en los callos.

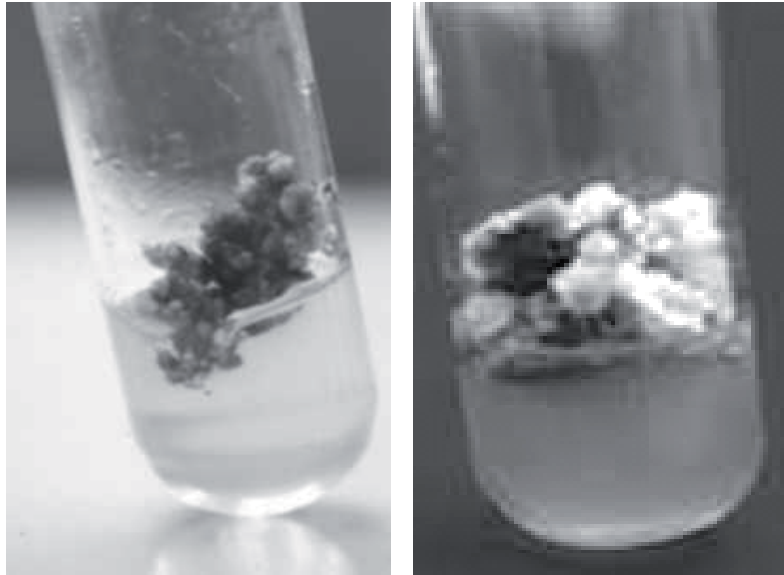


FIGURA 2. Masas celulares de cacao blanquecinas o cremosas desarrolladas a partir de anteras cultivadas *in vitro*.

Ensayos adicionales con la caseína y diferentes combinaciones de condiciones de luminosidad, tampoco indujeron la formación de estructuras, ni modificaron el tipo de respuesta observada en los callos de cacao. Al parecer, el suministro de nitrógeno orgánico no está relacionado con la inducción *in vitro* de morfogénesis en los callos provenientes de anteras de cacao.

CONCLUSIONES

- La suplementación del medio de cultivo con caseína hidrolizada reduce el crecimiento de los callos y no favorece la inducción de organogénesis o embriogénesis en el cultivo de callos regenerados *in vitro* a partir de anteras de cacao.
- Las dosis estudiadas de caseína hidrolizada aumentan el oscurecimiento de los tejidos del callo de cacao, razón por la cual se piensa inducen la oxidación de compuestos fenólicos.

- Los callos de cacao regenerados a partir de anteras deben cultivarse en medios desprovisto de caseína hidrolizada y suplementados con agua de coco, la cual demostró ser beneficiosa para el crecimiento de los callos, no así para la formación de estructuras.

SUMMARY

In order to induce morphogenetic responses on cocoa, *Theobroma cacao* L. cv 'OC 61, anther-derived calluses were cultured on MS medium supplemented with 45 g l⁻¹ Sucrose, Thiamine-HCl (1 mg l⁻¹) Nicotinic acid (1 mg l⁻¹) Pyridoxine HCl (1 mg l⁻¹), myo-inositol (1 g l⁻¹) and coconut water (10%), solidified with Sigma agar (6 g l⁻¹). Different concentrations of hydrolyzed Casein (0, 1, 3 y 5 g l⁻¹) were tested. Callus growth was reduced with the increase of Casein concentration. Coconut water proved to be beneficial for callus growth. Neither hydrolyzed Casein nor coconut water induced organ or somatic embryo formation. The increase of hydrolyzed casein accelerated tissue darkening.

Key Words: Cocoa; anther culture; hydrolyzed casein; morphogenesis.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, D. C. W. and T. A. THORPE. 1995. Crop improvement through tissue culture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 11(4):409-415.

CARTAY, R. 1998. Cacao venezolano con aroma de exportación. **In:** CONICIT en cuentas N° 26. ISSN:1.316-3.655.

CHEN, Y. R., E. O. KENASCHUK and J. D. PROCUNIER. 1998. Plant regeneration from anther culture in canadian cultivars of flax (*Linum usitatissimum* L.) *Euphytica* 102(2):183-189.

CHENG, L. G. 1992. Studies on increasing the induction frequency of embryoids in anther culture of citrus. *Scientia Agricultura Sinica* 25(1):90-91.

CISTUE, L., A. RAMOS, A. M. CASTILLO and I. ROMAGOSA. 1994. Production of a large number of doubled haploid plants from barley anthers pretreated with high concentrations of mannitol. *Plant Cell reports* 13(12):709-712.

- FIGUEIRA, A. and J. JANICK. 1993. Development of nucellar somatic embryos of *Theobroma cacao* Acta Horticulturae 336:231-238.
- GUHA, S. and S. C. MAHESHWARI. 1964 a. *In vitro* callus induction from anthers of *Datura innoxia* Indian Journal of Plant Physiology 20:163-167.
- GUHA, S. and S. C. MAHESHWARI. 1964 b. *In vitro* production of embryos from anthers of *Datura* Nature (London)212:97-98.
- LANAUD, C., J. C. MOTAMAYOR et O. SOUNIGO. 1999. Le cacaoyer. **In:** Diversité génétique des plantes tropicales cultivées. P. Harmon, M. Seguin, X. Perrier et J.C. Glazsman Editeurs scientifiques. CIRAD ISSN 1251-7224 ISBN 2-86614-334-8.
- MURASHIGE, T and F. SKOOG. 1962. A revised medium for the rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Phys. Plant. 5:473-497.
- PALMA, T. and V. M. VILLALOBOS. 1989. Rescate *in vitro* de embriones provenientes de semillas aplanadas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Turrialba 39(4):525-529.
- SAIN, S. L., K. K. ODURO and D. B. FURTEK. 1994. Genetic transformation of cocoa leaf cells using *A. tumefaciens*. Plant cell Tissue and organ culture 43(1):73-77.
- SAJI, K. V. and M. SUJATHA. 1998. Embryogenesis and plant regeneration in anther culture of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Euphytica 103(1):1-7.
- SALAZAR, E., M. MATOS, D. TORREALBA and M. TORREALBA. 1993. Cultivo *in vitro* de embriones inmaduros de cacao (*Theobroma cacao* L.). **In:** Resúmenes de la XLIII Convención Anual de ASOVAC. Acta Científica Venezolana 44(suppl 1):35.
- SÖNDHAL, M. R., S. LIU, C. BELLATO and A. BRAGIN. 1993. Cacao somatic embryogenesis. Acta Horticulturae 336:245-248.
- WALKER, D. R. and M. K. AYCOCK Jr. 1994. Development of anther-derived dihaploids to combine disease resistance in Maryland tobacco. Crop Science (USA) 34(2):335-338.

WEN, M. C. and J. E. KINSELLA. 1993. Somatic embryogenesis and plantlet regeneration of *Theobroma cacao* L. Food Biotechnology 5(2):119-137.

MATERIA ORGÁNICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO EN RELACIÓN CON LA ALTITUD, EN LA CUENCA DEL RÍO MARACAY, ESTADO ARAGUA¹

Belkys Sánchez*, Magaly Ruiz** y María Magdalena Ríos*

RESUMEN

Se estudió la variación del contenido y composición de la materia orgánica (MO) con respecto a la altitud y su influencia sobre la actividad y la biomasa microbiana en suelos de la Cuenca del Río Maracay. Las zonas seleccionadas están localizadas a: 480 m.s.n.m (sabana arbolada); 720 m.s.n.m (bosque de galería) y 1 000 m.s.n.m (selva nublada). En cada una de ellas se seleccionó una parcela que se dividió en 3 subparcelas, en las que se recogieron muestras en 10 puntos diferentes, entre 0 y 10 cm de profundidad. Se determinó el carbono orgánico total (COT), el carbono en las sustancias húmicas (extraído con álcali), el carbono en la biomasa microbiana (Cmic; por el método de la respiración inducida por sustrato), la respiración basal (producción de CO₂) y el cociente metabólico. El COT varió entre 0,88% y 2,52%. La fracción del carbono extraíble con álcali presentó valores entre 20 y 43% del COT, asociada mayormente a los ácidos húmicos. Los valores de la respiración basal variaron entre 0,57 y 4,11 µg C-CO₂ g⁻¹ h⁻¹. El Cmic arrojó valores entre 576 y 1 395 µg Cmic g⁻¹. Los mayores valores de carbono orgánico (CO), Cmic y respiración basal se observaron en la zona más elevada y los menores, en la zona intermedia (P<0,05). El contenido y composición de la MO, así como la actividad microbiológica, están influenciados por la altitud, la cual está asociada a diferencias en la vegetación, temperatura, humedad, precipitaciones y características de estos suelos.

Palabras Clave: Sustancias húmicas; carbono orgánico; biomasa microbiana; respiración edáfica; suelos de sabana; bosque de galería; selva nublada.

¹ Trabajo financiado por Fonacit bajo proyecto PEM 2001001622.

* Profesoras. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico "Rafael Alberto Escobar Lara". Núcleo de Investigación Ambiental con Fines Educativos (NIEFA). Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela.

** Profesora. Universidad Rómulo Gallegos. Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas (CIESA). San Juan de Los Morros 2301. Vía El Castero, estado Guárico. Venezuela.

RECIBIDO: junio 22, 2005.

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo (MO) se ha definido como una mezcla heterogénea de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente a partir de los productos de degradación, de los cuerpos de microorganismos vivos y muertos, pequeños animales y sus restos en descomposición (Schnitzer, 1991).

En tal sentido, la degradación de los residuos de plantas y animales en el suelo, constituye un proceso básicamente biológico, en el cual, el carbono es reciclado a la atmósfera como dióxido de carbono, el nitrógeno es transformado en una forma aprovechable por las plantas como amonio y nitrato; otros elementos asociados (fósforo, azufre y varios microelementos) son liberados en forma disponible para las plantas superiores. En ese proceso, parte del carbono es asimilado en los tejidos microbianos (biomasa microbiana), y otra parte es convertido en sustancias húmicas estables (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas), así lo expresa Stevenson (1982). En consecuencia, la MO ejerce una serie de efectos beneficiosos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas, no sólo a través de la suplencia de nutrientes, sino además por sus efectos favorables sobre las propiedades físicas (tiende a mejorar la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua), químicas (aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora la capacidad amortiguadora de pH) y biológicas del suelo (por ser fuente de nutrientes y energía para los microorganismos).

La variación del contenido de MO en los suelos ha sido evaluada en diversas investigaciones, y su mayor o menor proporción ha sido atribuida a diferentes factores: clima, vegetación, material parental, relieve, tiempo, (Stevenson, 1982). La influencia de algunos de estos factores sobre el contenido de MO en suelos venezolanos ha sido investigada por Ochoa *et al.* (1981), a través de un estudio en el que se seleccionaron 354 calicatas representativas de la mayor parte de la geología y de las zonas de vida del país. Los autores encontraron una correlación cuadrática altamente significativa entre la precipitación y el contenido de carbono orgánico (CO) de los suelos. Además demostraron que las condiciones de precipitación, temperatura y evapotranspiración en las que está basada la clasificación de las Zonas de Vida de Holdridge (Ewel y Madriz, 1968) tienen influencia sobre el contenido de MO de los suelos venezolanos, observando por ejemplo, que el bosque tropical húmedo posee mayor contenido de MO que los suelos que se encuentran en el bosque muy

seco tropical y monte espinoso tropical. Adicionalmente, observaron una correlación positiva y significativa entre el contenido de MO y el porcentaje de arcilla de los suelos ($r = 0,760$).

La influencia del relieve es determinante tanto en la cantidad como en la calidad de la MO, porque en muchos casos, con la altitud se manifiestan cambios en las características del suelo (pH, humedad, contenido de macro y microelementos, textura), en la precipitación, la temperatura y el tipo de vegetación, lo cual influye también en la biomasa microbiana y por ende en la actividad microbiológica del suelo. Ochoa *et al.* (1981) encontraron una correlación positiva y altamente significativa entre la altitud de muestreo y el contenido de carbono en suelos venezolanos ($r = 0,768$). Ese incremento de la MO con la altitud fue asociado a una disminución de la temperatura, fundamentalmente para las regiones altas superiores a 3 000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), mientras que para los suelos ubicados a 1 500-2 000 m.s.n.m, los factores determinantes se relacionaron con la disminución gradual de la temperatura y el aumento de la precipitación. De igual manera, Jaimes y Elizalde (1990) ratifican la relación altura/COT para 200 epipedones de suelos venezolanos.

Diversas investigaciones encontradas en la literatura, muestran diferentes resultados en cuanto a la relación del contenido de MO con la altitud. En suelos de Norte América se ha comprobado que factores como el tipo de erosión que predomine a lo largo de la toposecuencia definen la tendencia en el contenido del CO con la posición topográfica, así se ha observado que si predomina la erosión hídrica, se acumularán mayores proporciones de CO en la posición más baja de la pendiente (Woods y Schuman, 1988).

Un cambio en la textura con la pendiente del terreno también puede definir variaciones en el tenor de CO y en la actividad microbiológica y enzimática del suelo, tal como lo demuestran estudios realizados en suelos canadienses en los que se encontró un mayor contenido de CO y una mayor actividad de las enzimas relacionadas con el ciclo de carbono, fósforo y azufre en la posición más baja de la pendiente, asociada a suelos de textura gruesa en comparación con los suelos de textura fina ubicados en la posición más alta de la pendiente (Bergstrom *et al.*, 2000).

En un estudio en el que se seleccionó una transecta a través de la cual, el material parental, la vegetación y la textura eran similares sobre una elevación de 500 m (de modo que las diferencias en las propiedades

químicas y biológicas del suelo a través del gradiente de elevación estuviesen relacionadas potencialmente con los cambios en el clima) se encontraron diferencias significativas en el contenido de CO con la pendiente. El contenido de MO se incrementó en la zona de mayor altitud (con menor temperatura y mayor precipitación), sin embargo, no se observaron diferencias significativas asociadas con la altitud, ni en el carbono de la biomasa microbiana (Cmic), ni en la tasa de respiración basal (Smith *et al.*, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación en el contenido y características de la MO con respecto a la altitud y su influencia sobre la actividad microbiológica y la biomasa microbiana, en suelos de la Cuenca del Río Maracay. Se estudiaron los siguientes parámetros: carbono orgánico total (COT), carbono extraído con álcali (Cext), carbono en ácidos húmicos (CAH), carbono en ácidos fúlvicos y en compuestos no húmicos (CAF + NH), carbono de la biomasa microbiana (Cmic), cociente Cmic/COT, respiración basal (Rb) y cociente metabólico (qCO_2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los suelos seleccionados para este estudio están localizados en la cuenca del Río Maracay, delimitada por la Fila de Güey al noroeste, la Fila de Choroní al norte, la Fila Cola de Caballo al sureste y el Lago de Valencia al sur. Se encuentra ubicada geográficamente en el tramo Central del Ramal del Litoral de la Cordillera de la Costa, en el municipio Girardot del estado Aragua. Su posición astronómica es aproximadamente: al norte $10^{\circ}22'$ y al sur $10^{\circ}12'$ de latitud norte; este $67^{\circ}31'$ y oeste $67^{\circ}37'$ de longitud oeste. En la Figura 1 se muestran las diferentes alturas en las cuales están ubicadas las áreas de muestreo.

Las zonas seleccionadas para este estudio se muestran en el Cuadro 1. En cada una de las zonas se seleccionó un lote o parcela (5 x 15 m), que se dividió a su vez en 3 subparcelas de 25 m² cada una. En todas las subparcelas se recogieron submuestras de igual volumen en 10 puntos diferentes, en forma aleatoria y las mismas, se mezclaron a los fines de obtener una muestra compuesta.

De esta manera, se recolectaron tres muestras compuestas para cada zona. Las submuestras se tomaron a una profundidad comprendida entre 0 y 10 cm. Las muestras compuestas se dividieron en dos porciones. Una de las porciones se secó al aire, luego se trituró y se pasó a través de un

tamiz de 2 mm, para ser utilizada en los análisis físicos y químicos del suelo, en la determinación del CO y el fraccionamiento de la MO. La otra porción, no se secó ni se tamizó, se conservó con la humedad del campo y se guardó en bolsas plásticas bajo refrigeración a 4 °C, para ser posteriormente utilizadas en un lapso no mayor de 2 semanas en la determinación de la Rb y del Cmic, previamente tamizadas a un tamaño menor de 2 mm.

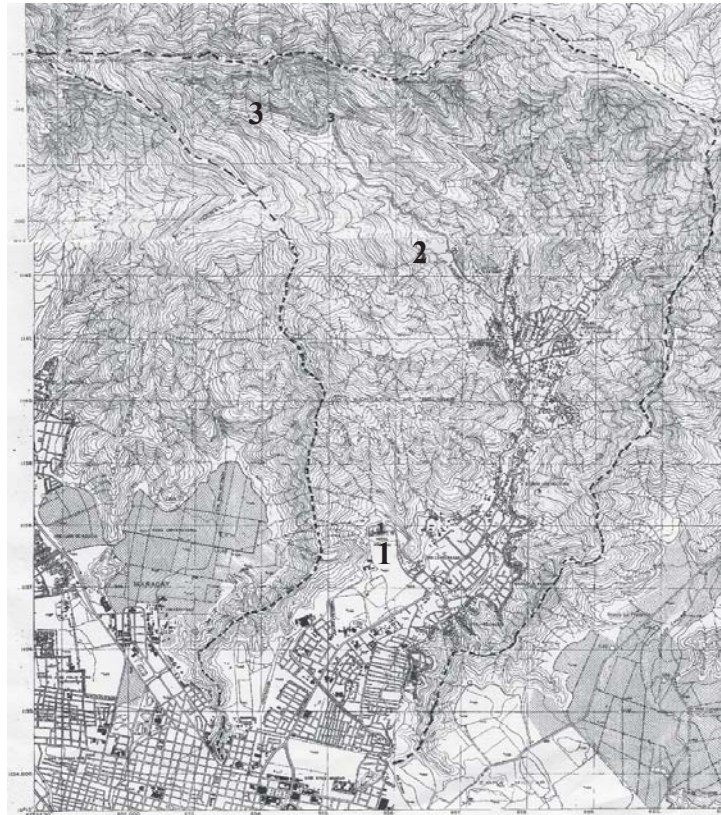


FIGURA 1. Mapa a escala 1:25 000 (reducido) de la cuenca del río Maracay en el que se indican los puntos de toma de muestras de suelos y sus alturas: Punto 1:490 m.s.n.m. (detrás del Hotel Maracay), Punto 2:700 m.s.n.m. (área recreacional Las Cocuizas) y Punto 3:1 000 m.s.n.m. (km 20, carretera Maracay-Choroní).

CUADRO 1. Zonas seleccionadas para este estudio.

Zona	Ubicación	Altitud (m.s.n.m.)	Bioma
1	Cerro "Los Maceros" (frente al Hotel Maracay)	480	Sabana arbolada
2	Área Recreacional "Las Cocuizas"	720	Bosque de galería
3	km 20 Carretera Maracay-Choroní	1 000	Selva nublada

El pH se midió en una suspensión suelo: agua 1:2,5; la conductividad eléctrica en una suspensión 1:5. La clasificación textural se realizó mediante el método de Bouyoucos modificado (López y López, 1978).

Para la estimación de fósforo y potasio se utilizó el método de Olsen (Olsen y Sommers, 1982), basado en la extracción de los elementos con una solución de bicarbonato de sodio 0,5 M a pH 8,5. El fósforo se determinó por espectrofotometría a una longitud de onda de 882 nm. Para conocer el contenido de potasio se utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica.

El calcio y el magnesio se extrajeron con una solución de acetato de sodio 0,125 N, siguiendo el método de Morgan (López de Rojas, 1982). El Ca se determinó por fotometría de llama, mientras que el Mg se obtuvo por espectrofotometría de absorción atómica.

La determinación de los microelementos Cu, Fe, Mn y Zn se realizó mediante lectura directa en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, a partir del extracto de suelo obtenido con solución extractora ácida Carolina del Norte (HCl 0,05 M y H₂SO₄ 0,0125 M) según Page (1982). El color de los suelos se estimó a través del uso de la Carta Munsell.

El COT se evaluó por el método de Anderson e Ingram (1993), basado en la oxidación del CO por una mezcla oxidante de dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado. El CO reduce los iones Cr⁺⁶ amarillo-naranja del dicromato inicial a iones Cr⁺³ de color verde. La cantidad de agente oxidante consumido en esta reacción se determinó midiendo la

intensidad del color verde de los iones Cr^{+3} producidos, en un espectrofotómetro Spectronic 20D Milton Roy Company, a una longitud de onda de 600 nm, y comparando con lecturas de una curva de calibración preparada previamente con soluciones patrones de glucosa, sometidas al mismo tratamiento que las muestras.

El fraccionamiento de la MO se realizó según Ciavatta *et al.* (1990), con ligeras modificaciones (Ruiz, 2002). A continuación se resume brevemente el procedimiento: se mezclaron 10 gramos de suelo con 100 ml de una solución 0,1 M en NaOH y 0,1 M en $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Se hizo pasar nitrógeno a través de la solución y se sometió a agitación por 2 horas. Luego se centrifugó y filtró. Se transfirió una alícuota de 25 ml del extracto a un tubo de centrifuga y se acidificó a pH menor de 2 mediante la adición de H_2SO_4 al 50%. Se centrifugó y el precipitado (que contenía los ácidos húmicos) se separó del sobrenadante (que contenía los ácidos fúlvicos más los compuestos no húmicos) por filtración, se redisolvió con NaOH 0,5 M, se traspasó a un balón volumétrico de 50 ml y se aforó con la misma solución de NaOH 0,5 M. El sobrenadante también se llevó a volumen en un balón aforado de 50 ml con NaOH 0,5 M.

La Rb se efectuó de acuerdo al método descrito por Alef (1995), fundamentado en la determinación del CO_2 liberado durante la incubación del suelo (al 50% de la capacidad de campo) en un sistema cerrado. El CO_2 se capturó en una trampa de solución de NaOH, la cual se tituló posteriormente con HCl.

El Cmic se determinó por el método de la respiración inducida por sustrato (Anderson y Domsch, 1978), en el que se siguió un procedimiento similar al utilizado en la estimación de la Rb, pero al suelo se le añadió 400 mg de glucosa, disuelta en el agua necesaria para llevar el suelo al 50% de la capacidad de campo y luego se sometió a incubación por 6 h. Todas las determinaciones se hicieron por triplicado. Los resultados se indican basados en el peso seco del suelo, por lo cual se efectuaron determinaciones de humedad de los suelos simultáneamente con los análisis mencionados. El contenido de humedad se determinó por la diferencia de peso que experimentaron las muestras después de ser sometidas a calentamiento a 105 °C por 24 h. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa STATISTIX para Windows versión 1,0, 1996. Se realizaron análisis de varianza, prueba de medias de Tukey y análisis de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas y químicas de los suelos. Las propiedades físicas y químicas del suelo tienen una influencia notable sobre la cantidad de microorganismos, las concentraciones de sustratos, enzimas y nutrientes inorgánicos en el suelo, y en consecuencia sobre las actividades microbiológicas y bioquímicas (Stotzky y Burns 1982). Por ello es importante conocer previamente las condiciones de los suelos a estudiar, en lo que se refiere a dichas propiedades, cuando se desea evaluar las características de la MO y la actividad biológica y bioquímica de los suelos, tal como se plantea en el presente estudio.

En el Cuadro 2 se exponen algunas características de los suelos estudiados. En cuanto al color de los suelos, reflejado por su ubicación en la carta Munsell, se observa que los suelos presentan un color que varía desde el marrón grisáceo, en la sabana arbolada, hasta marrón muy oscuro (en seco) o negro (en húmedo) en la selva nublada. Se evidencia, entonces una variación del color del suelo con la altitud. A mayor altura, más oscuros son los suelos.

CUADRO 2. Características de los suelos estudiados.

Bioma	Altitud (m.s.n.m.)	Color seco	Color húmedo	pH (1:2,5)	C.E. (1:5)	%a	%L	%A	Textura
Sabana arbolada	480	10YR 5/2	10YR 2/1	6,9	1,11	62,96	14,32	22,22	FAa
Bosque galería	720	10YR 3/3	10YR 3/2	6,4	0,39	86,96	6,32	6,72	aF
Selva nublada	1 000	10YR 2/2	10YR 2/1	5,3	0,84	80,96	7,32	11,72	Fa

Los valores de pH variaron entre 5,3 y 6,9. De acuerdo a Casanova (1991), el suelo de la sabana arbolada clasifica como un suelo neutro (pH = 6,9), el suelo del bosque de galería como un suelo ligeramente ácido (pH = 6,4) y el suelo de la selva nublada como moderadamente

ácido (pH = 5,3). El valor más bajo de pH que se presenta en el suelo de la selva nublada, podría explicarse por el hecho de estar sometida esta zona a intensas precipitaciones durante todo el año, que según los datos señalados por MARN (2000) las mismas alcanzan valores de 1 880 mm en Portachuelo a una altura de 1 136 m.s.n.m., y pueden llegar a los 4 000 mm en las zonas más altas. Estos valores también son corroborados en otras investigaciones realizadas en la zona (Huber, 1986; Montaldo, 1966).

La ocurrencia de altas precipitaciones en esta zona ha sido atribuida a un fenómeno muy particular de ascenso orográfico de las masas de aire cálido y húmedo, provenientes del noreste (vientos alisios) que al ascender forzados por las montañas, se enfrían produciendo la condensación de la humedad (NIAFE, 2002).

El mayor volumen de precipitaciones en este sitio, conduce a una lixiviación más significativa de las bases cambiables en los suelos. El valor de pH más alto se observó en el suelo de Sabana, ubicado en la zona de menor altitud. Estos resultados coinciden con los señalados por Ríos (2002) para una toposecuencia ubicada en la cuenca del Río Maracay, estado Aragua. Asimismo, Zinck (1986) señala que en términos generales en la selva nublada, se observa una clara distribución espacial de los valores, donde los suelos más ácidos se ubican en las zonas de relieve más alto, mientras en los tramos medios y bajos aumentan progresivamente los valores encontrados.

De igual manera Romero *et al.* (2004) encontraron tendencias similares en el comportamiento del pH respecto a la altitud en la cuenca del río Maracay, agregando además la relación de este parámetro con las características mineralógicas de los materiales geológicos que originaron los suelos estudiados.

Al parecer existe una relación inversa entre el pH y la altitud en la zona bajo estudio. Ochoa *et al.* (1981), encontraron una relación similar entre el pH y la altitud en un estudio realizado con muestras de suelos representativas de la mayor parte de la geología y de las zonas de vida de Venezuela, tomadas entre 0 - 30 cm de profundidad. En esa investigación se observó una disminución de los valores de pH con la altitud, la cual estaba relacionada inversamente con la magnitud de las precipitaciones efectivas en el área y además el pH tendía a decrecer al disminuir la temperatura.

Resultados parecidos se han indicado en trabajos realizados con suelos de los Estados Unidos en los que se ha observado una disminución del pH con la altitud a lo largo de un gradiente de elevación de 500 m (Smith *et al.*, 2002).

Los resultados de las determinaciones de conductividad eléctrica sugieren que en estos suelos no existen problemas relacionados con el contenido de sales. El análisis granulométrico indica que en las tres zonas los suelos presentan un alto contenido de arena en comparación con los porcentajes de limo y arcilla (Primera, 2004), lo cual coincide con los datos encontrados en otras investigaciones realizadas con suelos de la cuenca del Río Maracay (Ríos, 2002).

En relación a los macro elementos: fósforo, potasio, calcio y magnesio se evidencia que las cantidades de los mismos en la sabana arbolada representan aproximadamente el doble de los contenidos en la selva nublada (Primera, 2004), tal como se observa en el Cuadro 3. Probablemente esto se explica por el constante lavado al que se encuentran sometidos los suelos de la zona de mayor altitud a consecuencia de las abundantes precipitaciones en esa área.

CUADRO 3. Contenido de macro y micro elementos en los suelos estudiados.

Bioma	Fósforo mg kg ⁻¹	Potasio mg kg ⁻¹	Calcio mg kg ⁻¹	Magnesio mg kg ⁻¹	Cobre mg kg ⁻¹	Hierro mg kg ⁻¹	Manganeso mg kg ⁻¹	Zinc mg kg ⁻¹
Sabana arbolada	24	337	2 150	1967	1,23	32	19,8	14,4
Bosque galería	4	94	370	343	3,41	463	14,8	11,9
Selva nublada	11	174	930	682	1,76	268	25,7	19,2

De acuerdo a Elizalde y Vilorio, (1995) en la selva nublada se establece una íntima e importante relación entre la cobertura vegetal y los suelos. Los suelos en este ambiente, debido a la fácil penetración de agua

gracias a la vegetación, evolucionan hacia una pedogénesis acelerada y por consiguiente su empobrecimiento estructural, de nutrimentos y de MO. Así mismo, Elizalde *et al.* (1987) refiriéndose a la selva nublada, señalan que los procesos erosivos conducen a la remoción de detritos, mediante diferentes formas de movimientos. Estos procesos erosivos ocurren por efecto de la interacción de varios factores como el relieve, las condiciones geológicas y condiciones meteorológicas en este paisaje.

En la zona de menor altitud se depositan los materiales finos que son arrastrados por las lluvias desde las zonas altas, y a esos materiales se encuentran asociados las bases cambiables (Ca, K, Mg), según Ríos (2002). En este sentido, Zinck (1986) explica que existen las condiciones favorables para que un flujo lateral de agua pueda moverse a través del suelo en la selva nublada y que la transferencia de sustancias de la parte alta a la parte baja de la vertiente sea factible.

El autor señala que no hay obstáculos topográficos o geológicos susceptibles de interrumpir la continuidad del flujo, a lo que se suma el hecho que el sustrato de esquisto es relativamente impermeable y favorece el escurrimiento lateral en detrimento de la percolación vertical. La existencia permanente de grandes cantidades de agua de gravedad en los suelos, suplida por las lluvias y susceptible de alimentar la componente lateral del flujo de agua, favorece las condiciones para un activo transporte oblicuo de materiales, tanto en disolución como en suspensión.

En el bosque de galería, ubicado en una posición intermedia entre las otras dos zonas, se presentan los valores más bajos de los macro elementos determinados. Una posible explicación de este hecho podría relacionarse con el menor contenido de arcilla y MO en esa zona, que implicaría una menor retención de las bases intercambiables.

Con respecto al contenido de micro elementos en las zonas de mayor y menor altitud, se observa una tendencia contraria a la señalada para los macro elementos, esto es, en la selva nublada los contenidos de Cu, Fe, Mn y Zn son mayores que en la sabana arbolada (Primera, 2004). Esta tendencia concuerda con las observaciones reseñadas por Zunino (1983), según las cuales, los microelementos metálicos (Cu, Mn, Zn, Fe,) que son requeridos por los organismos, se movilizan preferentemente a través del sistema orgánico en los suelos, mientras que los macro elementos (K, Ca, Mg) lo hacen a través del sistema inorgánico.

Carbono Orgánico Total. Los valores encontrados para el COT variaron entre 0,88% en el bosque de galería y 2,52% en la selva nublada (Figura 2). Estos valores son similares a los encontrados en otros suelos de la cuenca del Lago de Valencia (tomando en consideración que la cuenca del río Maracay es una subcuenca de la misma). Por ejemplo, Vilorio *et al.* (1996), indican valores comprendidos entre 1,75 y 3,53% en suelos de origen aluvial localizados entre Guacara y el Lago de Valencia. Sin embargo, se han señalado contenidos más altos de COT en otras zonas de la cuenca. En este sentido, Ruiz (2002), encontró valores comprendidos entre 4,75% (en suelos de origen aluvial) y 8,14% (en suelos de origen lacustrino) en áreas bajo vegetación natural.

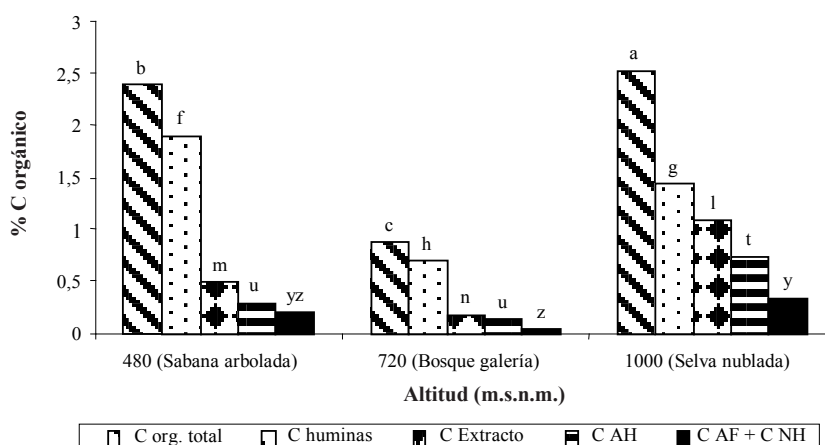


FIGURA 2. Distribución del carbono orgánico en los suelos estudiados. Las barras que presentan la misma letra corresponden a medias que no son estadísticamente diferentes, a un nivel de significación del 5%, según la prueba de medias de Tukey.

Existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los contenidos de COT en las tres áreas bajo estudio. El mayor valor encontrado para la selva nublada podría explicarse por el elevado volumen de residuos orgánicos que ingresa al suelo en esa zona, en comparación con los otros dos sitios

estudiados, ya que la vegetación en la selva nublada es más abundante, favorecida por las frecuentes precipitaciones y menor evapotranspiración (Huber, 1986), caracterizada por árboles frondosos de gran altura, helechos y presencia de líquenes; se observa además, hojarasca húmeda abundante sobre la superficie del suelo, lombrices, miriápodos, insectos y hongos. Este hecho concuerda con la expresado por Smith *et al.* (2002), quienes encontraron resultados similares en una toposecuencia estudiada en suelos de los Estados Unidos. En las otras dos zonas la vegetación es más dispersa, no es tan frondosa ni tan abundante.

En el bosque de galería la vegetación presenta mayor variación que en la sabana arbolada, está conformada por árboles de gran altura, hierbas y arbustos. En la sabana se observaron arbustos dispersos y hierbas; cabe destacar que este lugar es expuesto a la quema en la época más seca del año. Probablemente, el contenido de carbono en esta última zona, más elevado que en el bosque de galería, pudiese explicarse por el hecho de ser un espacio de depósito de materiales que son transportados desde los sitios de mayor altitud. Mientras que en la zona ubicada a una altitud intermedia, el contenido de CO es significativamente menor, posiblemente por tratarse de un área en la que los primeros centímetros del horizonte superficial del suelo están sometidos a remoción frecuente bien sea por el arrastre debido a las lluvias o por efectos antrópicos.

Fraccionamiento de la materia orgánica

a) Carbono orgánico en el extracto alcalino. El Cextr representa el carbono asociado a la fracción más estable de la MO. En esta fracción están contenidos los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos y parte de las sustancias no húmicas (polisacáridos, aminoácidos, aminoazúcares).

Los ácidos húmicos y fúlvicos promueven la formación de agregados estables en el suelo, contribuyendo de este modo a mejorar la estructura de este medio (Waters y Oades, 1991; Swift, 1991). En los suelos estudiados, el Cextr varió entre 0,18% en el bosque de galería, y 1,08% en la selva nublada (Figura 2). El análisis de varianza revela diferencias significativas ($P < 0,05$) en las tres zonas. Los valores del cociente $Cextr * 100 / COT$ se ubican entre 19,98 y 42,88% (Figura 3), y no existen diferencias significativas entre las zonas baja y media. En la zona alta el valor de ese cociente es aproximadamente el doble del encontrado en las otras 2 zonas. Este cociente representa la proporción del COT que puede estar implicado en los procesos de mineralización (Pascual, 1996).

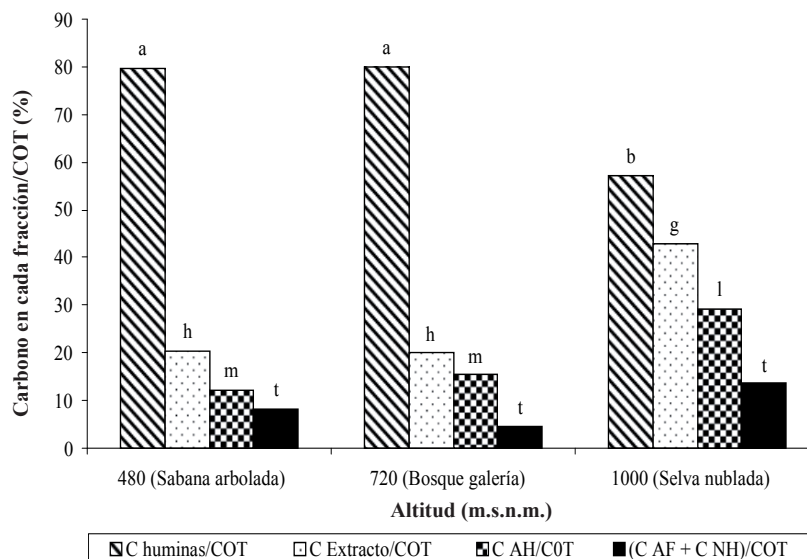


FIGURA 3. Cantidades relativas de carbono en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos + compuestos no húmicos, calculados como porcentajes del carbono orgánico total. Las barras que presentan la misma letra corresponden a medias que no son estadísticamente diferentes, a un nivel de significación del 5%, según la prueba de medias de Tukey.

El porcentaje de carbono asociado a las huminas, que es $100 - (C_{extr} \cdot 100 / COT)$, muestra un valor cercano al 80% del COT en las zonas 1 y 2, a diferencia de la zona 3 en la que representa un 57% del COT (Figura 3). En otros suelos de la Cuenca del Lago de Valencia (localizados en Santa Cruz, Palo Negro y Guacara) se han hallado datos similares a los de las zonas 1 y 2 con respecto a la relación C-huminas/COT (Ruiz, 2002). Puede apreciarse que la proporción de huminas en el suelo correspondiente a la selva nublada es menor que en las otras dos zonas, lo que significa que una mayor proporción del carbono asociado a las sustancias húmicas se encuentra en forma de huminas en las zonas de menor altitud (Figura 2 y 3). Resultados similares se encontraron en estudios realizados en suelos de bosque en Chile (Aguilera *et al.*, 1999).

Por otra parte, en estudios realizados por Ruiz *et al.* (1997) en suelos ubicados al sureste del estado Guárico se encontró que el porcentaje de carbono asociado a los ácidos húmicos y fúlvicos representaba aproximadamente un 50% del COT, tal como ocurre en la zona 3 del presente estudio.

b) Carbono en ácidos húmicos. Los valores correspondientes al carbono asociado a los ácidos húmicos (CAH) variaron entre 0,14 en el bosque de galería y 0,74% en la selva nublada (Figura 2). No se observaron diferencias significativas entre los valores exhibidos por la sabana arbolada (zona más baja) y el bosque de galería (zona intermedia), a diferencia de la selva nublada (zona más alta) que sí muestra diferencias significativa respecto a las otras dos zonas. En la Figura 2 y en el Cuadro 4 puede observarse que la mayor proporción del carbono extraído con álcali se encuentra asociado a los ácidos húmicos, ya que los valores del cociente $CAH \cdot 100 / C_{extr}$ se ubican entre 59,21 y 72,15 %. Estos resultados sugieren que la distribución de las fracciones del Cextr es similar en las 3 zonas de estudio.

CUADRO 4. Fracciones de carbono orgánico expresadas como porcentaje del carbono en el extracto alcalino en los suelos estudiados.

Carbono en el extracto	Biomás		
	Sabana arbolada	Bosque galería	Selva nublada
CAH/Cextr (%)	59,21 a	72,15 a	68,41 a
(CAF+NH)/Cextr (%)	40,11 a	28,08 a	31,59 a

En cada fila, medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes a un nivel de significación del 5%, según la prueba de medias de Tukey.

Cextr = carbono orgánico extraído con una solución alcalina; CAH = carbono orgánico asociado a los ácidos húmicos; CAF+NH = carbono orgánico asociado a los ácidos fúlvicos y a los compuestos no húmicos.

Cuando se analizan los valores del cociente $CAH * 100 / COT$ se observa que los datos de la sabana arbolada y el bosque de galería no revelan diferencias significativas entre sí (Figura 3). En cambio, el valor obtenido para la selva nublada, es aproximadamente el doble de los valores encontrados en las zonas baja y media. De ello se infiere, que en la zona más alta, una mayor porción del COT está asociada a los ácidos húmicos.

c) Carbono en ácidos fúlvicos y en compuestos no húmicos. La fracción que engloba el carbono unido a los ácidos fúlvicos y a los compuestos no húmicos (CAF+NH) arrojó valores comprendidos entre 0,04% en el bosque de galería, y 0,34% en la selva nublada (Figura 2). Existen diferencias ($P < 0,05$) entre los valores de CAF+NH en la selva nublada y el bosque de galería; sin embargo, la sabana arbolada no mostró diferencias significativas en relación con ninguna de las otras dos zonas mencionadas. Al analizar la proporción de esta fracción en el extracto alcalino se aprecia que la misma varía entre 28,08% y 40,11%, siendo menor que la fracción correspondiente al carbono unido a los ácidos húmicos. En cuanto al cociente $(CAF + NH) * 100 / COT$, se observan valores entre 4,54% y 13,54%, lo que refleja que el carbono asociado a los ácidos fúlvicos y compuestos NH representan una fracción muy pequeña en estos suelos.

Actividad microbiológica

Respiración Basal

La Rb se define como la respiración del suelo sin la adición de sustratos orgánicos al mismo. Es un parámetro ampliamente utilizado para determinar la actividad microbiana y el status de la MO del suelo (Anderson, 1982). Se calcula dividiendo el C-CO₂ liberado durante un experimento de respiración entre la duración del experimento (Pascual *et al.*, 1999).

En el Cuadro 5 se aprecian los valores referidos a la Rb en los suelos estudiados. Estos valores variaron entre 0,57 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$ en el bosque de galería y 4,11 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$ en la selva nublada. No existen diferencias significativas entre las tasas de respiración basal en la sabana arbolada y en el bosque de galería, a diferencia de la selva nublada, cuya tasa de respiración resultó más elevada, lo que sugiere que en esta zona existe mayor actividad microbiana. Resultados similares se encontraron en estudios realizados en suelos de la cuenca del Lago de Valencia, tanto de origen Lacustrino como de origen aluvial, en los cuales

los valores de Rb se enmarcan entre 0,75 y 6,61 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$ (Ruiz, 2002). Igualmente en estudios realizados en distintas regiones de Canadá se han encontrado valores comprendidos entre 2,47 y 4,70 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$ en suelos de bosque (Chang y Trofymow, 1996) y entre 0,07 a 4,38 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$ en suelos naturales e intervenidos (Insam *et al.*, 1996).

CUADRO 5. Propiedades biológicas de los suelos estudiados.

BIOMA	Respiración Basal $\mu\text{g C-CO}_2$ $\text{g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$	RIS* $\text{mg CO}_2/100$ g suelo seco.h	C-Biomasa microbiana $\mu\text{g Cmic g}^{-1}$	q CO_2 $\mu\text{g C-CO}_2/\mu\text{g}$ $\text{Cmic .hx } 10^3$	C-Biomasa/ COT (%)
Sabana arbolada	1,86 b	5,95 a	1 224,9 a	1,52 b	5,14 a
Bosque galería	0,57 b	2,80 b	575,75 b	0,96 b	6,56 a
Selva nublada	4,11 a	6,77 a	1 395,5 a	3,08 a	5,53 a

En cada columna, medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes a un nivel de significación del 5%, según la prueba de medias de Tukey. * RIS = respiración inducida por sustrato.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre la Rb y el contenido de COT en estos suelos ($r = 0,7694$; $P < 0,05$), lo que indica que mientras más alto es el contenido de CO, mayor es la actividad microbiológica en la zona.

Un porcentaje de MO más elevado se traduce en una mayor fuente de energía y de nutrientes para los microorganismos, lo cual contribuye a su desarrollo y a una actividad microbiológica más alta, que se refleja en una mayor producción de CO_2 . Correlaciones similares han sido encontradas por Anderson y Domsch (1978), Suttner y Alef (1988) y Ruiz (2002).

Carbono de la Biomasa microbiana

El Cmic cuantifica la cantidad global de microorganismos presentes en un suelo; es el carbono aportado por la microflora. La medida de la biomasa microbiana es un procedimiento básico para los estudios ecológicos del suelo.

En el presente estudio, los valores del Cmic variaron entre 575,75 y 1 395,5 $\mu\text{g Cmic g}^{-1}$ (Cuadro 5). Resultados similares se encontraron en otros suelos de la cuenca del Lago de Valencia, con valores comprendidos entre 205,85 y 1 552,70 $\mu\text{g Cmic g}^{-1}$ (Ruiz y Paolini, 2004); y en suelos de Turén (estado Portuguesa) cuyos valores se ubicaron entre 393,6 y 1586,6 $\mu\text{g Cmic g}^{-1}$ (Hernández, 1998). No se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores del Cmic correspondientes a las zonas 1 y 3, a diferencia de la zona 2, ubicada en posición intermedia, que presenta los valores más bajos de este parámetro (Cuadro 5).

En algunas investigaciones realizadas en Norte América, no se ha encontrado variación del Cmic, ni de la Rb, con la posición topográfica, ni relación de este parámetro con el contenido de COT del suelo (Woods y Schuman, 1988; Smith *et al.*, 2002), hecho que se ha atribuido a la alta variabilidad espacial que mostrara el Cmic y la tasa de Rb a lo largo de la pendiente.

En el estudio es posible apreciar que el comportamiento del Cmic es similar al del COT, en efecto, se encontró una correlación positiva y significativa entre el Cmic y el COT ($r = 0,8579$; $P < 0,01$). Correlaciones similares han sido señaladas en estudios efectuados en suelos de la Cuenca del Lago de Valencia (Ruiz y Paolini, 2004) y en suelos de bosques de Galicia (España), de acuerdo con Díaz-Raviña *et al.* (1993); Trasar-Cepeda *et al.* (1998).

En la zona de mayor altitud (selva nublada) se observó una apreciable actividad biológica, por la abundancia de lombrices, insectos, miriápodos, entre otros, lo que se debe posiblemente a las condiciones favorables para el desarrollo de estos organismos y de igual modo para los microorganismos, como la conservación de la humedad del suelo, la temperatura moderada y la abundancia de residuos orgánicos. Los resultados correspondientes al Cmic están de acuerdo con los obtenidos para la Rb, en tal sentido, existe una correlación positiva y significativa entre el Cmic y la tasa respiratoria ($r = 0,9066$; $P < 0,01$), la cual se ilustra en la Figura 4, que revela una mayor actividad microbiana en las zonas donde se evidencia una biomasa microbiana más alta.

C-Biomasa/C total

La relación Cmic/COT representa el carbono asociado a la fracción viva de la MO, expresado como porcentaje del COT del suelo. Este cociente

ha sido propuesto como un indicador sensible de los cambios en la MO del suelo (Hart *et al.*, 1989).

Pascual *et al.* (1997) sugieren que este parámetro (al menos en el laboratorio bajo condiciones controladas de humedad y temperatura) sea considerado más bien como un reflejo del potencial de mineralización de la MO; a menor valor del cociente, menor será la tendencia de la MO a mineralizarse.

Los valores obtenidos para el cociente Cmic/COT variaron entre 5,14 y 6,56% (Cuadro 5). De acuerdo a algunos autores (Alef y Nannipieri, 1995), el Cmic representa sólo del 1 al 5% del COT, sin embargo, para los suelos estudiados los valores encontrados para el Cmic representan un porcentaje ligeramente mayor, siendo el valor promedio de 5,75%. En otras investigaciones se han encontrado resultados semejantes, por ejemplo, en suelos de la región de Murcia (España) se observaron valores comprendidos entre 0,5 y 7,6% (Pascual, 1996; Pascual *et al.*, 1999); en suelos de Norte América, se han indicado valores entre 2 y 8% (Smith *et al.*, 2002). Para otros suelos de la cuenca del Lago de Valencia, se encontraron valores del cociente Cmic/COT entre 1,40 y 4,12% (Ruiz y Paolini, 2004).

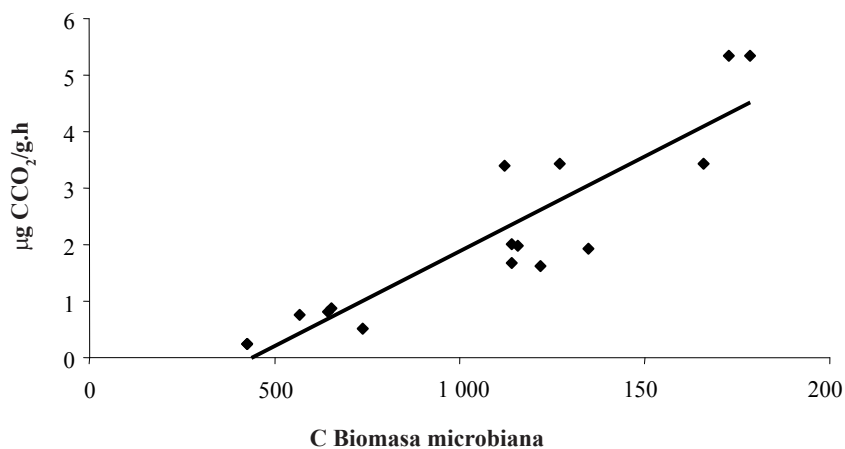


FIGURA 4. Correlación entre la respiración basal y el carbono de la biomasa microbiana en los suelos estudiados.

El cociente C_{mic}/COT no mostró diferencias significativas con respecto a la posición topográfica, lo que parece indicar que aunque el COT varía con la pendiente, la proporción del mismo que correspondiente a la fracción viva de la MO tiende a permanecer constante.

Cociente metabólico

El qCO_2 representa la cantidad de $C-CO_2$ respirado por unidad de C_{mic} y unidad de tiempo. Mientras más eficiente sea la actividad de los microorganismos del suelo, menor será la cantidad de C perdido por vía de la respiración (Insam, 1990). El qCO_2 puede ser calculado mediante la siguiente expresión:

$$q CO_2 = \frac{C-CO_2 \text{ producido}}{C\text{-biomasa microbiana}}$$

La R_b y el qCO_2 han sido definidos como buenos bioindicadores de la actividad microbiana del suelo (Pascual *et al.* 1997). Por otra parte, el qCO_2 ha sido utilizado como una medida de la eficiencia del ecosistema que representa el suelo (Anderson y Domsch, 1990).

Los valores correspondientes al qCO_2 variaron entre $0,96 \cdot 10^{-3}$ y $3,08 \cdot 10^{-3} \mu g C-CO_2/\mu g C_{mic} \cdot h$ (Cuadro 5). Estos resultados concuerdan con los señalados en investigaciones realizadas en otros suelos de la cuenca del Lago de Valencia, comprendidos entre $1,8 \cdot 10^{-3}$ y $4,8 \cdot 10^{-3} \mu g C-CO_2/\mu g C_{mic} \cdot h$ (Ruiz, 2002).

Se ha demostrado que el qCO_2 es afectado por diversos factores, entre ellos, el pH del suelo (Anderson y Domsch, 1993), el contenido de agua en el suelo (Santruckova y Straskrava, 1991) y por cambios en la composición de la población microbiana (Wardle y Ghani, 1995).

Entre los valores del qCO_2 correspondientes a las zonas 1 y 2 no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$), y a su vez, ellos difieren significativamente de los valores encontrados en la zona 3, que es la de mayor altitud. El valor del qCO_2 en la selva nublada representa aproximadamente el triple del valor de este parámetro en la zona intermedia, y el doble del de la zona de menor altitud. Esto puede ser atribuido posiblemente, al efecto del pH de los suelos, si se considera que el pH en la selva nublada es menor que el de las otras 2 zonas, y que se cataloga

como pH moderadamente ácido, en contraste con los de las zonas 1 y 2, que clasifican como ligeramente ácido y neutro respectivamente.

En investigaciones en las que se han evaluado distintos parámetros microbiológicos, en 137 sitios ubicados en ecosistemas de bosques de Alemania, también se han encontrado valores más altos de qCO_2 en los suelos ácidos que en los suelos de pH cercano a la neutralidad (Anderson y Domsch, 1993). Wardle y Ghani (1995) explican que los valores de qCO_2 tienden a incrementarse por efecto del estrés originado por limitaciones de nutrientes o bajo pH.

Valores más altos de qCO_2 podrían indicar una menor calidad de los sustratos y una disminución en la eficiencia de los microorganismos. De modo que para mantener a la comunidad microbiana en un estado estable, debe descomponerse una fracción más recalcitrante del carbono y en consecuencia, más CO_2 por unidad de biomasa es liberado (Anderson y Domsch, 1990). En estudios realizados en Norte América, en los que no se han observado variaciones en la Rb, ni en la biomasa microbiana, con la posición de la pendiente, tampoco se han encontrado diferencias en los valores de qCO_2 , aún cuando resultara significativa la disminución del pH del suelo con la altitud (Smith *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

- Se encontró una variación en el contenido y composición de la MO de los suelos estudiados con respecto a la altitud. Los mayores valores de COT se observaron en la zona más alta y los menores valores en la zona intermedia. El carbono extraído con álcali (asociado a la fracción más estable de la MO), en la zona más elevada, resultó aproximadamente el doble que el encontrado en las otras dos zonas.
- El Cmic no mostró diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja, mientras que la zona intermedia reflejó los valores más bajos. Sin embargo, la actividad microbiana, evaluada a través de la Rb, fue significativamente mayor en la zona alta en comparación con las zonas de menor altitud.
- Se encontraron correlaciones positivas y significativas entre la Rb y el COT, el Cmic y el COT y el Cmic y la Rb.

- El contenido y la composición de la MO en los suelos estudiados, así como la actividad microbiológica, están influenciados por la altitud, la cual está asociada a diferencias en la vegetación, temperatura, humedad, precipitaciones y características de los suelos.

AGRADECIMIENTO

Las autoras agradecen al Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas (CIESA) de la Universidad Rómulo Gallegos y al Núcleo de Investigación Ambiental con Fines Educativos (NIAFE) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Maracay) por el apoyo logístico. Así mismo, expresamos nuestro reconocimiento al Dr. Graciano Elizalde de la Facultad de Agronomía de la UCV, por las oportunas observaciones realizadas y por el material cartográfico facilitado. También queremos dejar constancia de la valiosa asesoría que brindó la Ing. Isis Vivas de la Facultad de Veterinaria de la UCV en el análisis estadístico de los datos. De igual forma, agradecemos al Prof. José Guillermo Sierra por su colaboración desinteresada en el tratamiento de las imágenes satelitales, mapas topográficos y ortofotomapas.

SUMMARY

The objective of this research was to study variations in soil organic matter content and composition at different altitudes and their influence on microbial activity and biomass in soils from Maracay River basin (Venezuela). The selected zones are located at: 480 meters above sea level (masl) (savanna with trees); 720 masl (gallery forest) and 1 000 masl (cloud forest). In each zone, a plot was selected, which was divided into three subplots. Ten soil samples were taken from different points in all subplots, at a depth of 0-10 cm. Total organic carbon (TOC), carbon of the humic substances (extracted with alkali), microbial biomass carbon (Cmic, measured by the substrate-induced respiration method), basal respiration (evolution of CO₂), and metabolic quotient were determined. TOC varied between 0.88% and 2.52%. The alkali extracted fraction ranged from 20 to 43% of TOC and was primarily associated with humic acids. Basal respiration values varied between 0.57 and 4.11 µg C-CO₂ g⁻¹ h⁻¹. Cmic ranged from 576 to 1 395 µg Cmic g⁻¹. The highest values of organic carbon, Cmic and basal respiration were observed in the highest zone,

whereas the lowest values were observed in the middle zone ($P < 0.05$). Soil organic matter content and composition as well as microbiological activity are influenced by altitude, which is associated with differences in vegetation, temperature, precipitations and soil characteristics.

Key Words: humic substances, organic carbon, microbial biomass, soil respiration, savanna soils, gallery forest, cloud forest.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, S., G. BORIE y P. PEIRANO. 1999. Dinámica del carbono en suelos con distintos sistemas de labranza. *Frontera Agrícola (Chile)* 5(1-2):33-38.

ALEF, K. 1995. Soil respiration. **In:** Alef, K., P. Nannipieri. (Eds). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press. Harcourt Brace y company, Publishers. p. 214-217.

ALEF, K. and P. NANNIPIERI. 1995. Microbial biomass. **In:** Alef, K. and P. Nannipieri. (Eds). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press. Arcourt Brace y Company, Publishers. p. 375.

ANDERSON, J. M. and J. S. I. INGRAM. 1993. *Tropical soil Biology and fertility: A Handbook of methods*. CAB International. Wallingford, UK. 62 p.

ANDERSON, J. P. E. 1982. Soil respiration. **In:** Page, A.L, R.H. Miller (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy, Madison, WI. p. 831-871.

ANDERSON, J. P. E. and K. H. DOMSCH. 1978. A physiological method for the Quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil. Biol. Biochem.* 10:215-221.

ANDERSON, T. H. and K. H. DOMSCH. 1993. The metabolic quotient for CO_2 ($q\text{CO}_2$) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 25:393-395.

ANDERSON, T. H. and K. H. DOMSCH. 1990. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.* 22:251-255.

BERGSTROM, D. W., C. M. MONREAL, A. D. TOMLIN and J. J. MILLER. 2000. Interpretation of soil enzyme activities in a comparison of tillage practices along a topographic and textural gradient. *Can J. Soil. Sci.* 80:71-79.

CASANOVA, E. 1991. *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 393 p.

CHANG, S. and J. TROFYMOW. 1996. Microbial respiration and biomass (substrate-induced respiration) in soils of old-growth and regenerating forests on northern Vancouver Island, British Colombia. *Biol. Fertl. Soils.* 23:145-152.

CIAVATTA, C., M. GOVI, L. VITTORIANISARI and P. SEQUI. 1990. Characterization of humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinylpyrrolidone. *J. Chromatogr.* 509:141-146.

DIAZ-RAVIÑA, M., M. J. ACEA and T. CARBALLAS. 1993. Microbial biomass and its contribution to nutrient concentrations in forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 25(1):25-31.

ELIZALDE, G. y J. VILORIA. 1995. Descripción del perfil de Rancho Grande. **In:** XIII Congreso Venezolano de Ciencia del suelo (Guía de gira de campo) Maracay. 66 p.

ELIZALDE, G., A. ROSALES y L. BASCONES. 1987. Aprender a convivir con la montaña. Catástrofe en la cuenca del río El Limón. Carta Ecológica. Revista bimensual. Departamento de Relaciones Ecológica. Relaciones Públicas de Lagoven. S.A. Filial de Petróleos de Venezuela. Nº 39:1-4.

EWEL, J. y J. MADRIZ. 1968. *Zonas de Vida en Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 265 p.

HART, P. B. S., J. A. AUGUST and A. W. WEST. 1989. Long-term consequences of topsoil mining on select biological and physical characteristics of two New Zealand loessial soils under grazed pasture. *Land Degrad Rehabil* 1:77-88.

HERNÁNDEZ, W. 1998. Efecto de tres sistemas de labranza sobre la dinámica poblacional y la actividad microbiológica de un suelo cultivado con maíz. Trabajo de Grado para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencia del Suelo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 134 p.

HUBER, O. 1986. El clima. **In:** La selva nublada de Rancho Grande, Parque Nacional "Henri Pittier". El ambiente físico, ecología vegetal y anatomía vegetal. Otto Huber editor. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana y Seguros Anauco. pp. 17-28.

INSAM, H. 1990. Are the soil microbial biomass and basal respiration governed by the climatic regime?. *Soil Biol Biochem.* 22:525-532.

INSAM, H., T. HUTCHINSON and H. REBER. 1996. Effects of heavy metal stress on the metabolic quotient of the soil microflora. *Soil Biol. Biochem.* 28:691-694.

JAIMES, E. y G. ELIZALDE. 1990. Contenido de materia orgánica de epipedones de suelos venezolanos de acuerdo a gradientes alto térmicos. *Agricultura Andina.* 5:25-38.

LÓPEZ de ROJAS., I. 1982. Requerimientos de cal en suelos de Venezuela. I. Correlaciones entre métodos químicos y de incubación. *Agronomía Trop.* 32(1-6):125-145.

LÓPEZ, R. y M. LÓPEZ. 1978. El diagnóstico de Suelos y Plantas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 287 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES. (MARNR). 2000. Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Dirección de Cartografía Nacional.

MONTALDO, P. 1966. Principios ecológicos en la determinación de unidades básicas y su aplicación para el estado Aragua, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.* Alcance N° 10. FAGRO- UCV Maracay. 91 p.

NÚCLEO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL CON FINES EDUCATIVOS (NIAFE). 2002. Descripción Multidisciplinaria de la cuenca del Río Maracay. [Pág. WEB en línea] disponible: <http://www.niafe.ipmar.sm.net> [consulta 2003, enero 8].

OCHOA, G. R., C. D. MALAGÓN y J. PEREYRA. 1981. El contenido de materia orgánica, nitrógeno total y factores que los afectan en algunos suelos de Venezuela. CIDIAT, SC-44. 9 p.

OLSEN, S. and L. SUMMER. 1982. Phosphorous. **In:** Methods of Soil análisis. Part 2. A. L. Page (eds) ASA-SSSA. Madison, WI. USA.

PASCUAL, J. A., C. GARCÍA and T. HERNÁNDEZ. 1999. Lasting microbiological and biochemical effects of the addition of municipal solid waste to an arid soil. *Biol. Fert. Soils.* 30:1-6.

PASCUAL, J. A., C. GARCÍA, T. HERNÁNDEZ and M. AYUSO. 1997. Changes in the Microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. *Biol. Fert. Soils.* 24:429-434.

PASCUAL, J. A. 1996. Efectividad de los residuos orgánicos en la mejora de la calidad de suelos áridos: aspectos biológicos y bioquímicos. Tesis Doctoral. Murcia (España). Universidad de Murcia. 428 p.

PRIMERA, Y. 2004. Variaciones de la materia orgánica con respecto a la altitud y su influencia sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, presentes en la cuenca del río Maracay. **In:** X Muestra de Estudios en Sistemas Ambientales y III Festival de Microambientes. Memorias. 12-14 de mayo 2004. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico Rafael Alberto Escobar Lara. Maracay.

RIOS, M. 2002. Descripción de una toposecuencia de suelos en la cuenca del río Maracay con fines didácticos. Trabajo de Ascenso a la categoría de profesor Titular. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico Rafael Alberto Escobar Lara. Maracay. 178 p.

ROMERO, N., M. RÍOS y L. BARRIOS. 2004. Caracterización química de los suelos en los tramos alto y medio de la cuenca del río Maracay, estado Aragua, con fines didácticos. *Revista Paradigma.* UPEL-IPMar. Volumen XXV, Nº 1, Junio 2004. Maracay-Aragua.

RUIZ, M. 2002. Caracterización de la materia orgánica y la actividad biológica de suelos de la Depresión del Lago de Valencia sometidos a diversas formas de manejo. Tesis Doctoral. Postgrado en Ciencia del Suelo. Maracay, Venezuela. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 257 p.

- RUIZ, M., G. ELIZALDE y J. PAOLINI. 1997. Distribución de la materia orgánica asociada a microagregados de suelo de los dos toposecuencias. *Agronomía Trop.* 47(4):489-506.
- RUIZ, M. y J. PAOLINI. 2004. El cultivo y el agua de riego sobre el carbono de la biomasa microbiana. *Agronomía Trop.* 54(2):161-178.
- ŠANTRUÈKOVÁ, H. and M. STRAŠKRABA. 1991. On the relationship between respiration activity and microbial biomass in soils. *Soil Biol. Biochem.* 23:525-532.
- SCHNITZER, M. 1991. Soil organic matter - the next 75 years. *Soil Sci.* 151:41-58.
- SMITH, J., J. HALVORSON and H. BOLTON. 2002. Soil properties and microbial activity across a 500 m elevation gradient in a semi-arid environment. *Soil Biol. Biochem.* 34:1.749-1.757.
- STATISTIX FOR WINDOWS. 1996. User 's Manual. Analytical Software. Tallahassee. FL. USA. 333 p.
- STEVENSON, F. J. 1982. *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions.* John Wiley and Sons. New York. 443 p.
- STOTZKY, G. and R. G. BURNS. 1982. The soil environment: clay-humus-microbe interactions. **In:** Burns, R.G.; J.H. Slayter (Eds.). *Experimental microbial ecology.* Oxford. p. 105-133.
- SUTTNER, T. and K. ALEF. 1988. Correlation between the Arginine Ammonification, enzyme activities, microbial biomass, physical and chemical properties of different soils. *Zentralbl. Mikrobiol.* 143:569-573.
- SWIFT, R. S. 1991. Effects of humic substances and polysaccharides on soil aggregation. **In:** *Advances in Soil organic matter research: The impact on agriculture and the environment* (Wilson, W. S., editor). The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Cambridge. 206 p.
- TRASAR-CEPEDA, C., M. C. LEIRÓS, F. GIL-SOTRES and S. SEOANE. 1998. Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties. *Biol. Fertil. Soils* 26:100-106.

VILORIA, J., C. ALVARADO, C. PINEDA y O. MIQUILENA. 1996. Los suelos de la Finca Torumo, Guacara, estado Carabobo. Estudio con Fines de Diseño y Monitoreo de Riego con Aguas Servidas. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 48 p.

WARDLE, D. and A. GHANI. 1995. A critique of the microbial metabolic quotient (qCO_2) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. *Soil Biol. Biochem.* 27:1.601-1.610.

WATERS, A. G. and J. M. OADES. 1991. Organic matter in water-stable aggregates. **In:** *Advances in Soil organic matter research: The impact on agriculture and the environment* (Wilson, W. S., editor). The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Cambridge. 206 p.

WOODS, L. E. and G. E. SCHUMAN. 1988. Cultivation and slope position effect on soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1 371-1 376.

ZINCK, A. 1986. Una Toposecuencia de suelos en el área de Rancho grande: Dinámica actual e implicaciones paleogeográficas. **In:** *La selva nublada de Rancho Grande Parque Nacional "Henri Pittier". El ambiente físico, ecología vegetal y anatomía vegetal.* Otto Huber editor. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana y Seguros Anauco. pp. 67-90.

ZUNINO, H. 1983. Ecología microbiana, acumulación de humus y fertilidad en suelos alofánicos. *Suelos ecuatoriales.* 13(1):23-35.

**COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO HÍBRIDOS
GUATEMALTECA POR ANTILLANA
DE AGUACATE EN LA REGIÓN CENTRO-NORTE
COSTERA DE VENEZUELA**

Luis Avilán*, Enio Soto*, Mercedes Pérez*, Carlos Marín,
Margot Rodríguez** y José Ruiz****

RESUMEN

En una población de 25 árboles mayores de 10 años de edad, híbridos Guatemalteca x Antillana de aguacate, *Persea* spp., localizado en un bosque seco tropical fue descrito el comportamiento fenológico, relacionado con los regímenes de temperatura y precipitación, durante cuatro ciclos anuales de producción comprendidos entre el 2001 y el 2005. Un ciclo anual se inició la última semana de julio (semana 1) y culmina en la penúltima semana de julio del siguiente año (semana 52). La iniciación y duración de los eventos de crecimiento, floración y fructificación se establecieron por la aparición de las estructuras correspondientes para cada fase, descritas por Aubert y Lossois, cubriendo el 5% de la copa en el 16% de los árboles de la población. El crecimiento se presentó en los meses de mayor precipitación (agosto – octubre y mayo) y el número de flujos varió de 2 a 4, acompañando o antecedendo el primero a las floraciones. El inicio de la floración estuvo asociado a la ocurrencia y significativa mayor frecuencia de temperaturas mínimas de 20 °C y 19 °C; y en consecuencia el traslado de la época de ocurrencia en los diferentes ciclos evaluados. La duración fue variable (70 hasta 175 d) y su máxima intensidad ocurrió en las semanas 28 a 35 (febrero-marzo). La floración estuvo presente con abundantes precipitaciones o en ausencia de las mismas. La fructificación se inició cuatro a cinco semanas después del comienzo de las floraciones, con 6 a 6,5 meses de duración.

Palabras Clave: *Persea* spp.; fenología; híbridos Guatemalteca por Antillana; temperatura; precipitación.

* Investigadores y ** Técnicos Asociados a la Investigación. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP). Apdo. 4653. Maracay 2101, estado Aragua, 2101. Venezuela.
RECIBIDO: noviembre 04, 2005.

INTRODUCCIÓN

El aguacatero, *Persea* spp., es un frutal originario del continente americano de gran difusión y consumo en el país, por su valor nutritivo y múltiples empleos en la industria farmacéutica y de cosméticos (Gaillard, 1987; Avilán *et al.*, 1997). En Venezuela ocupa una superficie de 8 091 ha ubicadas principalmente en los estados Yaracuy, Carabobo, Sucre y Miranda, con una producción de 48 483 TM (MAC, 1996).

Los cultivares comúnmente utilizados en siembras comerciales son Pollock, Choquette, Winslowson o Caja Seca, Nelan o Ceniap-4, entre otros (Avilán *et al.*, 1997). Los niveles de producción generalmente bajos ($< 4,5 \text{ t ha}^{-1}$) inciden en la baja rentabilidad y la escasa adopción de tecnologías para mejorar la productividad del cultivo.

Una característica importante en el desarrollo del aguacatero es su período de crecimiento, el cual se puede extender de 8 a 10 meses en el año y en ciertos tipos como los provenientes de semilla un crecimiento ininterrumpido en condiciones particularmente favorables, así lo indican Aubert y Lossois (1972). Los flujos de crecimiento se asocian a los períodos lluviosos y las etapas de reposo con los de sequía (Gregoriou y Kumar, 1982).

La planta puede presentar dos o más flujos al año, siendo el primero el más intenso y ocurre asociado al proceso de floración (Venning y Lincoln, 1956). Los otros flujos disminuyen en intensidad en la medida que avanza el ciclo anual y cada flujo de crecimiento dura de 3 a 5 semanas. No todas las ramas contribuyen en cada flujo, dando origen a una copa compuesta con hojas y brotes de diferentes edades; lo cual trae como consecuencia una considerable variación en la proporción de ápices vegetativos que continúen el crecimiento de brotes o desarrollen inflorescencias (Salazar-García *et al.*, 1999).

Un estudio fenológico sobre seis cultivares durante dos ciclos anuales (1986-1988) realizado en el Valle de Temerla ($\pm 400 \text{ m.s.n.m.}$), estado Yaracuy, Venezuela, reveló la ocurrencia de tres flujos de crecimiento, durante marzo-abril, de junio-agosto y de noviembre a diciembre, para los cultivares Pollock, Choquette y Nelan o Ceniap-4. El primer flujo (marzo-abril) presentó la mayor actividad vegetativa y fue precedido o acompañado de floración (Rojas y Bautista, 1989).

Según Gaillard (1987), el período de floración es muy variado en función de los cultivares y las condiciones climáticas, ocurriendo normalmente durante las estaciones secas donde las temperaturas también son frecuentemente bajas. La iniciación o inducción floral se produce alrededor de dos meses antes de la floración y las temperaturas inferiores a 25 °C son esenciales ya que la transición de vegetativa a floral en el aguacate ocurre generalmente entre los 15 °C y 25 °C (Chaikiattiyos *et al.*, 1994). Un período de reposo según Salazar-García *et al.* (1998) no es un prerrequisito para el desarrollo de la inflorescencia, y determinaron en el cv. Hass fue el mismo que estaba bien correlacionada con el número de días con temperatura mínima iguales o inferiores a 15 °C.

En sus investigaciones Butrosse y Alexander (1978), utilizando el cultivar Fuerte, híbrido Mexicano por Guatemalteca, bajo condiciones controladas lograron establecer que las temperaturas máximas menores a 20 °C promovieron la inducción floral, y que las temperaturas máximas superiores a 25 °C, la inhibieron completamente. Por su parte, Grierson *et al.* (1982) y Chaikiattiyos *et al.* (1994), estiman que existe una temperatura crítica, que varía con la especie y el cultivar, en la cual se produce la transición del crecimiento vegetativo al reproductivo.

En plantas adultas del cv. Hass, bajo condiciones controladas Salazar-García *et al.* (1999), estudiaron la incidencia y el tiempo de permanencia en regímenes de temperatura baja sobre el estadio de desenvolvimiento de la yema donde el eje meristemático primario está encausado hacia la floración. En temperaturas diurna /nocturna de 10/7 °C y días de fotoperíodo corto (10 horas día / 14 horas noche) determinaron que cuando el período de permanencia era inferior a las 4 semanas el crecimiento vegetativo prevaleció; mientras 4 semanas a 10/7 °C ó 4 semanas a 10/7 °C más 4 semanas a 20/15 °C fueron suficientes para reprimir el crecimiento vegetativo y obtener la total expresión floral. Destaca el efecto claramente positivo que tiene el régimen 20/15 °C sobre la floración. Los árboles mantenidos en régimen de temperaturas elevadas 25/20 °C y días cortos (10 h de fotoperíodo) no florecieron.

Para contrarrestar la acentuada vecería o alternancia interanual en la producción que caracteriza a este frutal, la manipulación de la floración fue evaluada por Salazar-García y Lovatt (2000), a través de la aplicación de ácido giberélico (GA₃) cuando la yema ya está encausada, con algunos resultados promisorios.

El estímulo floral además de las bajas temperaturas también se le atribuye a la longitud del día y al estrés hídrico (Buttrose y Alexander, 1978; Sedgley, 1985; Chaikiattiyos *et al.*, 1994; Davenport, 1986), aunque el efecto que ejerce cada uno de estos factores sobre la floración, no está aún bien dilucidado. Sin embargo, el déficit hídrico de acuerdo a Chai-kiattiyos *et al.* (1994), reduce el crecimiento pero no induce la floración, aunque el número de flores se incrementa con la severidad y duración del estrés hídrico.

Valmayor (1967), señala que el período de fructificación es característico de cada cultivar, variando en los de raza Antillana entre 5 y 8 meses, Guatemalteca entre 10 y 15 meses y los de la Mexicana 6 a 8 meses, ocupando los híbridos interraciales generalmente una posición intermedia. Gaillard (1987), destaca que el ciclo productivo se acorta en la medida que las temperaturas son más elevadas.

En el país las condiciones ecológicas son propicias para la explotación comercial del aguacate (Avilán *et al.*, 1980). Sin embargo, para mejorar la productividad a través de la modificación y/o introducción de nuevas técnicas (poda de fructificación, anillado) y la planificación de las labores en el manejo agronómico del cultivo y la cosecha, es indispensable un adecuado conocimiento del desarrollo de la planta. En el presente estudio se describió y se relacionó con el régimen térmico y la precipitación en el comportamiento fenológico de una población de cultivares híbridos Guatemalteco x Antillana, de interés comercial muy difundidos en el país durante cuatro ciclos anuales de producción comprendidos entre julio del año 2001 hasta julio del 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de las diferentes fenofases se realizó tomando como base una población de 25 árboles, híbridos Guatemalteco x Antillana, con más de 10 años de edad, constituida por cinco árboles del cultivar Princesa, cinco del Ceniap-4 o Nelan, cinco Pollock, tres Winslowson o Caja Seca, dos Choquette, tres Figueroa y dos Gripita-5; considerando que mostraron un comportamiento muy similar y/o con diferencias no consistentes a lo largo de las 208 semanas de observación en relación a los diferentes eventos. Estaban distanciadas a 8 m entre sí, en libre crecimiento, y sometidas solamente a un manejo limitado al control de

la cobertura vegetal presente en las áreas libres y poda sanitaria o de mantenimiento, pertenecientes a la colección de aguacates del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP-INIA).

El huerto está localizado en la región centro norte del país (10°17' N, 67°37' W), caracterizado como bosque seco tropical, que tiene como límites climáticos generales una precipitación entre 850 y 1 000 mm anuales, una temperatura media anual entre 24 °C y 26 °C, situado a una elevación de 450 m.s.n.m., y suelos con buenas condiciones físicas de mediana fertilidad natural, clasificados dentro del Orden Entisol (Ewel y Madriz, 1968).

Se estableció como inicio de cada ciclo anual de producción la última semana del mes de julio (semana 1) y como la culminación del mismo la penúltima semana del mes de julio del siguiente año (semana 52); y para la determinación del inicio y la duración de los eventos en cada ciclo, se cuantificó el número de semanas transcurridas, a partir de la última del mes de julio. El inicio del crecimiento, floración y fructificación, se estableció mediante la ocurrencia de las estructuras correspondientes y que su presencia fuera superior al 5% de la superficie exterior de la copa de cada árbol, en el 16% de la población.

Para tal fin se realizaron en cada uno de los 25 árboles de la población, desde la semana 1 (23 al 29 de julio del año 2001) del ciclo 1 de manera ininterrumpida, registros semanales y/o diario de acuerdo a la presencia e intensidad de los procesos, dividiendo la copa en cuatro cuadrantes imaginarios a los cuales se les asignó un porcentaje máximo de 25% (Fournier, 1974).

Los estadios correspondientes del inicio de los diferentes eventos fueron los descritos por Aubert y Lossois (1972).

Crecimiento: estadio C caracterizado por la abscisión de las estipulas, y en el ápice de la rama en formación aparecen las puntas de las primeras nuevas hojitas (4 a 5 hojas). Las estipulas se recurvan hacia afuera y caen. Los brotes laterales pueden comenzar a aparecer, en razón a que la dominancia de las yemas apicales es relativa.

Floración: evidenciada por la presencia de la estructura globosa de la inflorescencia y el pedúnculo primario de la misma es netamente visible, correspondiente a los estadios B y C.

Fructificación: el estadio B caracterizado por un alargamiento significativo del pedúnculo floral y el fruto está individualizado.

En la estación climatológica del CENIAP-INIA, localizada al mismo nivel y a unos 100 metros del huerto, se obtuvieron para los diferentes ciclos anuales de producción los registros disponibles de precipitación diaria y mensual del año 2001 al 2005, y la temperatura máxima y mínima diaria del año 2003 al 2005. Con esta información se determinó para los 90, 60 y 30 días que precedieron el inicio de la floración el número de días con temperaturas iguales o inferiores a los 25, 22, 21, 20, 19, 18 y 17 °C, respectivamente; así como la precipitación acumulada (mm) que en el mismo lapso antecedieron al evento.

Para el análisis de la frecuencia de días con temperaturas bajas previas al inicio de la floración, se empleó un diseño de campo totalmente aleatorizado para el factor cultivar con cinco repeticiones, donde cada unidad experimental estaba constituida por un árbol, se realizó el análisis de varianza de una cola para el factor temperatura mínima con seis niveles, entre 16 °C y 22°C, considerando el factor cultivar con tres niveles (Pollock, Princesa y Ceniap-4) y el número de días (30, 60 y 90) antes del inicio de floración. Las variables analizadas fueron número de días bajo una temperatura determinada en el período considerado (30, 60 y 90 días) y la frecuencia expresada en porcentaje (%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

Los árboles a lo largo del año se caracterizaron por presentar una continua, pero discreta actividad vegetativa alternada con períodos de intensa actividad o flujos de crecimiento, concordante con el comportamiento descrito por Aubert y Lossois (1972) y Rodríguez-Suppo (1982). El número de flujos de crecimiento, duración y porcentaje de la población registrados en cada ciclo fue muy variable (Cuadro 1). Durante los Ciclos 1, 3 y 4 se presentaron dos flujos, mientras en el Ciclo 2 cuatro flujos de crecimiento. La duración de los flujos varió de 4 a 12 semanas, por lo cual el último flujo de un Ciclo (segundo y/o cuarto) generalmente finaliza la actividad a comienzos del siguiente Ciclo, presentándose así un solapamiento del evento entre los ciclos.

La ocurrencia de los flujos en general estuvo asociada a los meses de mayor precipitación (Cuadro 2) para la zona (abril a noviembre) y el primer flujo, concordando con lo señalado por Venning y Lincoln (1956) y Rojas y Bautista (19) antecedió y/o acompañó a la floración.

Floración

El inicio de la floración para los diferentes Ciclos en general ocurrieron (Cuadro 3) entre las Semana 10 a la 19 correspondientes a los meses finales del año (septiembre, octubre y noviembre) con la excepción del Ciclo 1 que se presentó en la semana 30 (11 al 17 de febrero del 2002). La duración del proceso como el número de árboles de la población (%) involucrados fue muy variable, desde los 70 d en el Ciclo 1 con el 40% hasta los 175 d y el 96% durante el Ciclo 3. La máxima intensidad de floración para los diferentes Ciclos se presentó entre las semanas 28 a la 35 correspondientes a los tres primeros meses del año, donde con mayor frecuencia se presentan las temperaturas mínimas mensuales promedio más bajas del año.

Las temperaturas mínimas diarias registradas a los 90, 60 y 30 d que precedieron la floración (Cuadro 4) indican que durante los mismos fueron inferiores a los 25 °C, señalada como la temperatura crítica para la inducción floral del aguacate (Chaikiattiyos *et al.*, 1994). Durante el mismo lapso no fueron registradas temperaturas iguales o inferiores a 15 °C, estrato en la cual Salazar-García *et al.* (1998) encontró una buena correlación de días acumulados y el desarrollo de la inflorescencia en 'Hass', un híbrido de la raza Guatemalteca por Mexicana (Donadio, 1992). Las temperaturas más bajas registradas en los Ciclos 3 y 4 durante un número escaso y no continuo de días fueron 17,6 °C y 16,4 °C, respectivamente.

El análisis estadístico de los registros de las temperaturas mínimas indica que la frecuencia de días en los períodos de 30, 60 y 90 antes del inicio de la floración, presentaron diferencias significativas. Los 20 °C y 19 °C fueron los de mayor frecuencia, representando en su conjunto entre el 48,6% y 57,7% de los estratos considerados. Estos resultados concuerdan con los de Butrosse y Alexander (1978), quienes establecieron para el 'Fuerte' (híbrido de mexicana por Guatemalteca) que las temperaturas mínimas menores a 20 °C promovieron la inducción floral.

CUADRO 1. Semana de inicio, final y duración del crecimiento y porcentaje de la población participante durante los ciclos de producción (2001 al 2005).

Ciclo (2)	Semana de Inicio	Semana Final	Duración Semanas	% Población
1	1 ^{ero} ** Semana 37 (1 al 7 abril 2002)	Semana 42 (6 al 12 mayo 2002)	6	24
	2 ^{do} ** Semana 46 (3 al 9 junio 2002)	Cont***. 2do Ciclo Semana 2 (29 julio a 4 agosto)	8	80
2	1 ^{ero} Semana 9 (16 a 22 septiembre 2002)	Semana 17 (11 al 17 noviembre 2002)	10	48
	2 ^{do} Semana 30 (9 al 15 febrero 2003)	Semana 34 (9 al 15 marzo 2003)	4	16
	3 ^{ero} Semana 40 (20 al 26 abril 2003)	Semana 45 (25 al 31 marzo 2003)	5	16
	4 ^{to} Semana 51 (6 al 12 julio 2003)	Cont. 3 ^{er} Ciclo Semana 3 (1 al 7 agosto 2003)	5	44
3	1 ^{ero} Semana 8 (7 al 13 septiembre 2003)	Semana 19 (23 al 29 noviembre 2003)	12	36
	2 ^{do} Semana 43 (9 al 15 mayo 2004)	Semana 46 (30 mayo al 5 junio 2004)	4	68
4	1 ^{ero} Semana 2 (25 al 31 julio 2004)	Semana 10 (19 a 25 septiembre 2004)	8	52
	2 ^{do} Semana 16 (31 octubre a 6 noviembre 2004)	Semana 26 (9 enero al 5 febrero 2005)	10	20

(1) En cada ciclo semana 1 corresponde a la última semana del mes de julio y la semana 52 a la penúltima semana del mes de julio del siguiente año.

*Ciclo 1=2001-2002, Ciclo 2 =2002-2003, Ciclo 3 = 2003-2004, Ciclo 4 =2004-2005

**1^{ero}: primer flujo; 2^{do}: segundo flujo; 3^{ero}: tercer flujo; 4^{to}: cuarto flujo

***Cont: continuación

CUADRO 2. Precipitación (mm) durante los cuatro Ciclos anuales de producción (2001 al 2005).

Meses	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Julio	283,8	67,3	135,9	122,9
Agosto	125,9	128,2	229,3	170,2
Septiembre	95,4	139,3	144,0	177,4
Octubre	86,0	72,6	194,3	107,2
Noviembre	8,1	37,1	201,3	87,5
Diciembre	0,0	0,6	6,7	17,8
Enero	0,0	0,0	0,0	67,5
Febrero	0,0	0,0	0,0	24,1
Marzo	1,5	0,0	0,0	0,0
Abril	66,5	84,1	77,9	76,3
Mayo	165,1	146,0	172,1	80,8
Junio	127,8	82,7	82,7	
Total	960,1	757,9	1 244,2	931,7

*Ciclo 1=2001-2002, Ciclo 2 =2002-2003, Ciclo 3 = 2003-2004, Ciclo 4 =2004-2005

CUADRO 3. Semanas (1) de inicio, duración y máxima floración, porcentaje de árboles de la población durante los Ciclos de producción 2001 al 2005.

Ciclo*	Semana Inicio Floración	Semana Final Floración	Total semanas	Población %	Semanas de Máxima Floración
1	Semana 30 (11 al 17/02/ 2002)	Semana 39 (15 al 21/04)	10 (70 días)	40	Semana 34 y 35 (11 a 21/03/02)
2	Semana 15 (28/10 a 03/11/ 2002)	Semana 36 (23 a 29/03/ 2002)	22 (154 días)	68	Semana 29 y 30 02 a 15/02/03

../... continúa

../... continuación CUADRO 3.

Ciclo*	Semana Inicio Floración	Semana Final Floración	Total semanas	Población %	Semanas de Máxima Floración
3	Semana 10 (21 a 27/09/ 2003)	Semana 34 07 al 13/03/04	25 (175 días)	96	Semana 28 y 29 25/01 a 07/02/ 2004
4	Semana 19 (21 a 27/11/ 2004)	Semana 36 (20 a 26/03/05)	18 (126 días)	88	Semana 32 y 33 (20/02 a 05/03/05)

(1) En cada ciclo semana 1 corresponde a la última semana del mes de julio y la semana 52 a la penúltima semana del mes de julio del siguiente año.

*Ciclo 1=2001-2002; Ciclo 2 =2002-2003; Ciclo 3 = 2003-2004; Ciclo 4 =2004-2005.

CUADRO 4. Temperatura y frecuencia de días antes del inicio de floración.

Temp.	Número de días								
	30 días			60 días			90 días		
	Frec. Prom.	Frec. Rel. (%)	Grupo	Frec. Prom.	Frec. Rel. (%)	Grupo	Frec. Prom.	Frec. Rel. (%)	Grupo
22°C	0,8	2,7	e	1,8	2,95	d	3,4	3,8	e
21°C	4,87	16,2	bc	10	16,7	b	15,4	17,1	c
20°C	7,47	24,9	a	18	30,6	a	30,6	34	a
19°C	7,1	23,7	ab	14,5	24,1	a	21,3	23,7	b
18°C	3,4	11,3	cd	7,7	12,9	bc	9,9	10,97	d
17°C	3,1	10,2	cde	4,5	7,6	cd	5,3	5,9	e
16°C	1,5	2	de	1,6	2,7	d	1,6	1,8	e

Frec: Frecuencia. Grupo: Valores promedio con la misma letra no difieren significativamente al nivel de 5% según prueba de Duncan.

De acuerdo a Grierson *et al.* (1982) y Chaikiattiyos *et al.* (1994) existe una temperatura crítica que varía con la especie y el cultivar, en la cual se produce la transición del crecimiento vegetativo al reproductivo. En consideración al origen de los materiales evaluados (híbridos Guatemaltecos por Antillanos) mejor adaptados a condiciones climáticas con temperaturas más elevadas que Fuerte y Hass (híbridos Guatemaltecos por Mexicana) y los elevados porcentajes de la población que participó en los eventos de floración durante los Ciclos 3 y 4; se podría señalar que probablemente la ocurrencia de ≤ 20 °C como la temperatura mínima crítica para inducir la floración en las condiciones del estudio.

Las temperaturas máximas diarias (Cuadro 5) registradas durante los 90, 60 y 30 d, previos al inicio de la floración indican que fueron superiores a los 25 °C, señaladas por Butrosse y Alexander (1978) como inhibidoras de la inducción floral; sin embargo, con la excepción del Ciclo 1 donde solamente participó el 40% de la población, en los restantes fue masiva variando entre el 68% y 96%. La mayoría de los registros se ubicaron entre los 31°C y 32 °C.

CUADRO 5. Número de días con temperaturas iguales o superiores a 25°C durante los 90, 60 y 30 días antes del inicio de la floración (*).

Ciclo**	N° días	Temperatura °C									
		>26°	>27°	>28°	>29°	>30°	>31°	>32°	>33°	>34°	>35°
	90	1	2	2	10	14	28	27	6	0	0
4	60	1	2	1	3	10	16	22	5	0	0
	30	1	1	1	1	3	6	13	4	0	0

(*) Registros climáticos de la Estación CENIAP; Latitud 10°17'; Longitud 63°171'; Altitud 455 m.s.n.m. **Ciclo: 2004-2005.

En el Cuadro 6 se presenta la precipitación acumulada en los 90, 60 y 30 d que precedieron el inicio de la floración. Según Gaillard (1987) el período de floración normalmente ocurre durante estaciones secas, sin embargo, con la excepción del Ciclo 1 donde el inicio ocurrió durante la semana 30 (11 al 17 de febrero del 2002) y que fue precedida de 90 d de muy escasa a nula precipitación (1,4 mm), en los restantes durante el mismo lapso fue abundante, especialmente durante los Ciclos 3 y 4. La precipitación acumulada en el Ciclo 3 fue de 557,5 mm, donde la ocurrencia de días sin lluvia (0 mm) fue del 40,5% (Cuadro 6). Whiley *et al.* (1988 a y b) destacan que durante esta fenofase cerca del 13% de la transpiración total de la copa de la planta, puede ser atribuida a los órganos florales, lo cual indica que durante el proceso las demandas hídricas son elevadas.

CUADRO 6. Precipitación (mm) durante los 90, 60 y 30 que precedieron del inicio de la floración.(*)

Ciclo**	Días antes inicio Floración	Días de precipitación			Total mm
		>1,0 mm	<1,0 mm	0 mm	
1	90	1	0	89	1,4
	60	1	0	59	1,4
	30	1	0	29	1,4
2	90	35	4	51	329,0
	60	21	3	36	199,1
	30	9	2	19	76,1
3	90	41	12	37	557,5
	60	27	9	24	361,6
	30	14	4	12	195,4
4	90	39	5	46	402,4
	60	26	1	33	271,7
	30	9	1	20	106,1

(*) Registros climáticos de la Estación CENIAP, Latitud 10°17'; Longitud 63°17'.
Altitud 455 m.s.n.m. **Ciclo 1=2001-2002; Ciclo 2 =2002-2003; Ciclo 3 = 2003-2004;
Ciclo 4 =2004-2005

Por otra parte, es importante destacar que el porcentaje de la población participante en el proceso de la floración durante el Ciclo 1, solamente alcanzó el 40%; mientras en los restantes Ciclos varió entre el 68% y 96% de la población (Cuadro 3). Estos resultados confirman en parte lo sustentado por Chaikiattiyos *et al.* (1994) en relación al déficit hídrico, señalando que por sí solo no induce la floración.

Fructificación

El inicio de la fructificación (Cuadro 7) ocurrió independiente del ciclo que se trate cuatro a cinco semanas después de iniciada la floración. Dado que la fructificación ocurre de manera casi simultánea con la floración, algunos investigadores la denominan Floración + Cuajado (Cull, 1986).

CUADRO 7. Semana (1) de inicio, final y duración, porcentaje de árboles de la población durante la fructificación en los Ciclos de producción 2001 al 2005.

Ciclo*	Semana Inicial	Semana Final	Duración Semanas	Población %
1	Semana 35 (18 al 24 mar 2002)	Semana 9 (2 ^{do} Ciclo) (16 al 22 sep 2002)	27	40
2	Semana 20 (2 al 8 dic 2002)	Semana 47 (8 al 14 jun 2003)	28	68
3	Semana 14 (19 al 25 oct 2003)	Semana 11 (4 ^{to} Ciclo) (26 sep a 2 Oct 2004)	50	94
4	Semana 22 (12 a 18 dic 2004)	Semana 45 (22 a 28 may 2005)	24	72

(1) En cada ciclo Semana 1 corresponde a la última semana del mes de julio y la semana 52 a la penúltima semana del mes de julio del siguiente año.

(2) Ciclo 1=2001-2002; Ciclo 2 =2002-2003; Ciclo 3 = 2003-2004; Ciclo 4 =2004-2005.

La duración de esta fase mostró acentuada diferencias, variando entre 24 y 28 semanas (5,6 a 6,4 meses) en los Ciclos 1, 2 y 4 y las 50 semanas (11,6 meses) en el Ciclo 3. Estas variaciones parecen estar asociadas a la duración del período de floración y el porcentaje de la población participante. En el Ciclo 3 el período de floración alcanzó las 25 semanas (175 d) y el porcentaje de la población participante en el proceso fue del 94%.

En función a los resultados obtenidos y en consideración al origen interracial de los materiales evaluados (híbridos guatemaltecos por antillanos), los cuales según Valmayor (1967), presentan un período de fructificación (floración a adultez) intermedio al de las razas que le dieron origen o progenitoras, se podría establecer que el período de fructificación estaría alrededor de los 6 a 6,5 meses de duración.

CONCLUSIONES

- La ocurrencia de la fase de crecimiento independiente del ciclo anual, estuvo asociada a los períodos de mayor precipitación (abril-noviembre) y el número de flujos varió de 2 a 4, y el primero antecedió y/o acompañó a la floración.
- El inicio de la floración y su concurrencia en épocas variables según el ciclo anual, está asociada a la mayor y significativa frecuencia de días con temperaturas de 20 °C y 19 °C.
- El inicio de la floración ocurrió en presencia o ausencia de precipitaciones.
- El período de fructificación está alrededor de los 6 a 6,5 meses de duración.

SUMMARY

A description of the phenological behavior of hybrid cultivars of Guatemalteca x Antillana avocados, *Persea* spp., was performed. Plant population consisted of 25 trees older than 10 years of age located in a dry Tropical Forest. Phenological behavior was related with rain regimes during four annual production cycles, between 2001 and 2005. An annual cycle was considered to begin the last week of July (week 1) and ended

the penultimate week of the same month (week 52) of the following year. The beginning and duration of growth, flowering and fructification events were established according to the appearance of the corresponding structures for each phase on 5% of tree tops and 16% of tree population. Growth occurred during the months with heaviest rains (August-October and May) and the number of growing fluxes for each cycle varied between 2 and 4, preceding or simultaneous to flowering. Beginning of flowering was associated to the occurrence of minimum temperatures of 20 °C y 19 °C. Duration was variable (70 days to 175 days) and maximum intensity happened between weeks 28 and 35 (February-March). Flowering took place with abundant or no rain. Fructification started four or five weeks after the beginning of flowering and lasted 6 to 6,5 months.

Key Words: *Persea* spp.; phenology; climatic conditions.

BIBLIOGRAFÍA

AUBERT, B. et P. LOSSOIS. 1972. Considerations sur la phenologie des espèces frutieres arbustives. *Fruits* 27 (4):269-286.

AVILÁN, L., E. ESCALANTE, F. LEAL y FIGUEROA. 1980. Áreas potenciales para el desarrollo de diferentes especies frutícolas en el país. I Aguacate. *Agronomía Trop.* 30(1-6):105-113.

AVILÁN, L., F. LEAL y D. BAUTISTA. 1997. El Aguacatero, principios y técnicas para su producción. Caracas. Venezuela. Espasande Editores. S.R.L. 380 p.

BUTTROSE, M. and D. ALEXANDER. 1978. Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperature and short daylength. *Scientia Horticulturae*. 8 213-219.

CHAIKIATTIYOS, S., C. MENZEL and T. RASMUSSEN. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science* 69(3):397-415.

CULL, B. 1986. A phonological approach to tree crop productivity. *Acta Horticulturae*. 175:151-156.

DAVENPORT, T. 1986. Avocado flowering. *Horticultural Review* 8:257-289.

DONADIO, L. 1992. Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília .Brasil. DENACOOOP. 109 p.

EWEL, L y J. MADRIZ. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. Editorial Sucre. 265 p.

FOURNIER, L. 1974. Un método cualitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba. 24(4):422-423.

GAILLARD, J. 1987. L'avocatier sa culture, ses produits. France. G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T. 419 p.

GREGORIOU, C. and D. KUMAR. 1982. Some aspects of shoot and root growth of avocado under lowland tropical conditions. California Avocado Society Yearbook: 66:129-144.

GRIERSON, W., J. SOULE and K. KAWADA. 1982. Beneficial aspects of physiological stress. Horticultural Reviews. 4:247-271.

RODRÍGUEZ-SUPPO, F. 1982. El aguacate. México. A.G.T. Editor, S.A.167 p.

ROJAS, E. y D. BAUTISTA. 1989. Estudio fenológico de seis variedades de aguacate durante dos ciclos anuales en el Valle de Temerla. Edo Yaracuy. **In:** IV Congreso Nacional de Fruticultura. Maracaibo. pp. 7.

SALAZAR-GARCÍA, S., E. LORD and C. LOVATT. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill) during "on" and "of" crop years. Journal American Society Horticultural Science. 123(4):537-544.

SALAZAR-GARCÍA, S., E. LORD and C. LOVATT. 1999. Inflorescence development of the 'Hass' avocado: Commitment to flowering. Journal American Society Horticultural Science. 124(5):478-482.

SALAZAR-GARCÍA, S. and C. LOVATT. 2000. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. Journal American Society Horticultural Science. 125(1):25-30.

WHILEY, A., B. SARANAH, W. CULL and K. PEGG. 1988a. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agricultural Journal 114:457-467.

WHILEY, A., K. CHAPMAN and J. SARANAH. 1988b. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* cv. Fuerte) during flowering. Australian Journal Agricultural Research 39:457-467.

VALMAYOR, R. 1967. Cellular development of the avocado from blossom to maturity. The Philippine Agriculturist 50(10):907-976.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA (MAC). 1996. VI Censo Agropecuario, Caracas, Venezuela. 280 p.

VENNING, F. and F. LINCOLN. 1956. Developmental morphology of the vegetative axis of avocado and its significance spacing, pruning practices, and yields of grove. Proceedings Florida Station Horticultural Society. 71:350-356.

INCIDENCIA DEL SALTAMONES VERDE DE LA CAÑA EN SIETE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA

Humberto Giraldo-Vanegas*, Herman Nass**, Edith Hernández*,
Freddy Amaya*, Alvaro Vargas*, Miguel Ramírez*,
Freddy Ramírez*, Miguel Ramón*** y José O. Lindarte****

RESUMEN

Dada su importancia del saltamones verde, *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), se decidió establecer la reacción de los cultivares presentes en el Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar del INIA en la Granja Experimental CAZTA, Ureña. El diseño experimental consistió en bloques al azar, 4 repeticiones, 7 tratamientos. Se evaluaron los niveles poblacionales del insecto en los cultivares B 80-529, B 67-49, B 74-118, B 80-549, V 75-6, B 81-494 y V 71-39; mediante evaluaciones semanales, entre enero y abril de 2003, utilizando una escala visual del 0 al 100% correspondiendo el último a la lámina foliar completamente cubierta por las colonias del insecto. Los datos se analizaron estadísticamente con el Programa InfoStat, realizándose un Análisis de Varianza y comparación de medias con la Prueba de Tukey. Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los cultivares, así, B 80-529 presentó los porcentajes más bajos, con un promedio del 10,00% de incidencia, seguida del B 67-49 con 25,46%, mientras que B 81-494 y V 71-39 tuvieron los más altos con 56,12% y 56,33%. Estos máximos niveles ocurrieron el 18/03/2003 con 81,33% y 79,33%, cuando se registraron menos precipitaciones y humedad relativa. Estos resultados sugieren que existe algún factor biótico en B 80-529 y B 67-49 que inhibe el desarrollo del saltamones, así como un efecto negativo de la lluvia sobre dicha población.

Palabras Clave: *Saccharosydne saccharivora*; *Saccharum* spp.; variedades promisorias; caña de azúcar; incidencia; niveles poblacionales.

* Investigadores y ** Técnicos Asociados a la Investigación. INIA. Estación Experimental Bramón. E-mail: hgiraldo@inia.gob.ve, ehernandez@inia.gob.ve, famaya@inia.gob.ve, avargas@inia.gob.ve.

*** Investigador. INIA. CIAE-Yaracuy. Carretera vía aeropuerto, Flores Boraure, km 3. San Felipe, estado Yaracuy. E-mail: hnass@inia.gob.ve.

**** Investigador. INIA. CIAE-Portuguesa. Carretera Nacional Acarigua-Barquisimeto, km 5, Araure, estado Portuguesa. Apdo. 102, Acarigua 3301. E-mail: mramon@inia.gob.ve.

***** Ingeniero. Central Azucarero del Táchira (CAZTA). Dpto. Agronomía. Ureña, estado Táchira. Venezuela

RECIBIDO: enero 30, 2006.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae) fue registrado por primera vez en Venezuela, en los estados Sucre, Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy, Lara, Falcón, Trujillo y el Distrito Federal (Guagliumi, 1962; Early, 1986). Luego, Giraldo-Vanegas *et al.* (2003-2004), informan sobre la presencia del saltahojas verde, desde el año 2000, en el Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira.

En la localidad del Valle San Antonio-Ureña se siembran cerca de 1 800 ha en caña de azúcar, para ser procesadas en el Central Azucarero del Táchira (CAZTA). El Valle está a una altura entre 224 m.s.n.m., hasta 404 m.s.n.m., con un bioclima de bosque muy seco tropical (bms-t) a bosque seco tropical (bs-t), temperatura promedio de 27 °C, precipitación entre 800 mm a 1 100 mm, evapotranspiración de 1 600 mm, con meses secos de enero a mayo y de junio a septiembre y los meses húmedos entre abril a mayo y octubre a diciembre. El saltahojas verde de la caña de azúcar, es el insecto plaga más importante en este agroecosistema, dadas las condiciones agroclimáticas de baja humedad favorables para su desarrollo, durante los meses de enero a mayo, produciendo daños directos e indirectos (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004).

El saltahojas verde de la caña de azúcar, ataca severamente plantas inferiores a los seis meses de edad, favorecido por las condiciones agroclimáticas de la zona consistente en baja precipitación, alta evapotranspiración y baja humedad relativa entre los meses de enero y abril (SEMETFAY, 2003). Esta plaga puede causar un retraso en el crecimiento de las plántulas por la extracción de líquidos, además de producir heridas en el tejido laminar al alimentarse y al ovipositar. Estas heridas, principalmente las originadas por la oviposición, sirven de entrada a patógenos como *Dreschlera sacchari* (V. Breda de Haan) (Buttler), derivada de la raya parda y *Colletotricum falcatum* Went, originando la podredumbre roja del tallo y las nervaduras (Guagliumi, 1962; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004).

Además, tanto las ninfas como los adultos producen sustancias azucaradas que excretan, las cuales caen sobre el haz de las hojas inferiores; sirviendo este “melao” como sustrato para la reproducción del hongo

saprofita-epifita *Fumago sacchari* Speg (= *Capnodium* spp.), el cual cubre las hojas con una costra gruesa negra compuesta por las esporas del hongo, impidiendo esta capa el intercambio gaseoso a través de las hojas, afectándose severamente la transpiración, la fotosíntesis y, por consiguiente, limita el crecimiento de las plantas y la producción de los azúcares (Guagliumi, 1962; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004; Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004).

Recientemente se comprobó que el saltahojas verde, actúa como vector del fitoplasma del síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar, éste fue descrito por primera vez en el país en 1975 en la zona de La Pastora, estado Lara y es causado por un luteo virus que es transmitido en los propágulos o esquejes para la siembra, por medio de los áfidos *Melanaphis sacchari* (Zehutner) y *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) no se ha comprobado que este virus sea transmitido mecánicamente. Igualmente, informan que en variedades susceptibles tales como PR 69-2176 se pueden observar daños severos en la lámina foliar y en las vainas, por la obstrucción de los haces vasculares (China *et al.*, 2000; Izaguirre *et al.*, 2002). Más recientemente, Arocha *et al.* (2005) registran por primera vez que *S. saccharivora* actúa como vector de un fitoplasma causante de la enfermedad del síndrome del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar.

Es por ello que el trabajo consistió en evaluar el Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar del INIA Táchira, con la finalidad de determinar la reacción de los cultivares al saltahojas verde de la caña de azúcar *S. saccharivora*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar (soca 1), estaba sembrado en la Granja Experimental del Central Azucarero del Táchira, en Ureña, estado Táchira, localizada a 324 m.s.n.m. Se evaluaron los cultivares B 80-529, B 67-49, B 74-118, B 80-549, V 75-6, B 81-494 y V 71-39; las cuales para el momento de la primera evaluación, el 26 de febrero de 2003, los cultivares tenían 3 meses y medio de edad. La octava y última evaluación se realizó el 19 de abril de 2003; teniendo para esta fecha 22 semanas de edad; estando para este momento el cultivo completamente cerrado. Las parcelas estudiadas tenían 600 m², y consistían de 10 hileras a 1,5 metros de 40 metros de largo. Todas las variedades evaluadas eran soca 1.

La metodología para las evaluaciones del saltahojas verde de la caña de azúcar, fueron diseñadas tomando en cuenta la interacción del insecto con la planta y su época de ocurrencia. Las evaluaciones semanales del saltahojas verde de la caña de azúcar, consistieron en tomar completamente al azar 10 tallos, en cada parcela. En cada tallo se evaluaban 3 hojas; la hoja TVD (la más alta con labio visible) y las 2 inferiores a ella, debido a que las hojas más jóvenes que la TVD aún se encuentran muy erectas, no siendo preferidas por el insecto para establecer sus colonias; el parámetro utilizado en la evaluación fue el porcentaje de área infestada en el envés de las hojas, por colonias formadas por ninfas y adultos del saltahojas verde. La hoja TVD y las dos hojas inferiores eran examinadas con mucho cuidado para evitar que los adultos y las ninfas presentes saltarán, realizando la apreciación como porcentaje del tamaño de la colonia en el envés de la hoja. Se utilizaron los siguientes porcentajes:

Porcentaje	Apreciación (área afectada)
0	Hoja limpia
10	Hoja con colonia entre 1-10% de área afectada
30	Hoja con colonia entre 11-30% de área afectada
60	Hoja con colonia entre 31-60% de área afectada
90	Hoja con colonia entre 61-100% de área afectada

Se realizaron 8 evaluaciones desde el día 26 de febrero hasta el 19 abril de 2003. Los datos climáticos fueron tomados de la Estación Climática del Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFV, 2003), en el Aeropuerto Internacional General “Juan Vicente Gómez”, de San Antonio del Táchira, localizado dentro del mismo Valle, a una altura de 378 m.s.n.m. Estos resultados fueron estudiados estadísticamente con la ayuda del Programa InfoStat, realizándose un Análisis de Varianza y una comparación de medias por medio de la Prueba de Tukey (INFOSTAT, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el momento de iniciarse las evaluaciones de la incidencia del saltahojas verde, en el Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, las variedades tenían tres meses y medio de edad. La

primera evaluación (26/02/03) del saltahojas verde, presentó 4 grupos de variedades con diferencias significativas ($P \leq 0,05$); un primer grupo conformado por B 80-529 con 2,33%, un segundo compuesto por B 67-49 con 6,33%, un tercer por la B 80-549, B 74-118 y V 75-6 los cuales registran 8,00%, 8,33% y 9,00%, respectivamente, y cuarto integrado por la V 71-39 y la B 81-494, ambas con 9,67% (Cuadro 1). Para el mes de febrero, la precipitación fue de 0,00 mm, mientras que la evapotranspiración fue de 131 mm (SEMETFAY, 2003).

CUADRO 1. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la primera evaluación (26/02/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	2,33 a
B 67-49	30	6,33 b
B 80-549	30	8,00 bc
B 74-118	30	8,33 bc
V 75-6	30	9,00 bc
V 71-39	30	9,67 c
B 81-494	30	9,67 c

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

El efecto de la situación climática del mes de febrero empezó a manifestarse en las siguientes evaluaciones, donde los niveles poblacionales del saltahojas verde se incrementaron drásticamente, en unas variedades más que en otras. Es así, como en la segunda evaluación (04/03/03) se formaron cuatro grupos de variedades con diferencias significativas ($P \leq 0,05$); un primer grupo constituido por la B 80-529 con 5,33% y B 67-49 con 9,00%, un segundo grupo B 74-118 con 18,00%, un tercer grupo integrado por B 80-549 con 28,00% y la V 75-6 con 31,00%, finalmente está un cuarto grupo formado por la V 71-39 y B 81-494 de 38,00% y 40,00%, respectivamente (Cuadro 2). Giraldo-Vanegas *et al.* (2003); Giraldo-Vanegas *et al.* (2003); Giraldo-Vanegas *et al.*, (2004) y Giraldo-Vanegas *et al.* (2004), informan la presencia del saltahojas

verde de la caña de azúcar *S. saccharivora*, en los pisos térmicos más bajos y durante los periodos secos, siendo muy manifiesta su presencia en altas poblaciones desde el mes de febrero hasta mayo, en el Valle San Antonio-Ureña.

CUADRO 2. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la segunda evaluación (04/03/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	5,33 a
B 67-49	30	9,00 a
B 74-118	30	18,00 ab
B 80-549	30	28,00 bc
V 75-6	30	31,00 bc
V 71-39	30	38,00 c
B 81-494	30	40,00 c

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la tercera y cuarta evaluación, se midieron los niveles poblacionales más altos del saltahojas verde de la caña de azúcar. En ambas fechas se formaron seis grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$). En la tercera evaluación (11/03/03) la variedad B 80-529 tuvo 12,67% y en la cuarta evaluación (18/03/03) obtuvo 16,33%; mientras la V 71-39 registró 79,33% y la B 81-494 presentó 81,33% (Cuadro 3 y 4).

En la quinta evaluación (26/03/03) se formaron dos grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$). El primer grupo formado por las variedades B 80-529 con 27,33% y la B 67-49 con 36,33%. Un segundo grupo compuesto por B 74-118 con 56,33%, B 81-494 con 58,33%, V 75-6 con 68,67%, B 80-549 con 70,00% y la V 71-39 con 72,00% (Cuadro 5).

Los resultados para la sexta, séptima y octava evaluación pueden apreciarse en los Cuadros 6, 7 y 8, respectivamente, observándose cinco grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$), las cuales se conservaron

en estas tres últimas evaluaciones. En el Cuadro 6, el primer grupo formado por la variedad B 80-529 con 4,67%, un segundo grupo con la B 67-49 con 31,33%, un tercer grupo con la B 74-118 con 44,67%, un cuarto grupo formado por la B 80-549 con 54,00% y la V 75-6 con 59,00% y el quinto grupo formado por las V 71-39 con 67,33% y la B 81-494 con 69,33%. El mes de abril presentó una precipitación de 110 mm, 126 mm de evapotranspiración y 61% de HR; manteniéndose aún altos los niveles poblacionales ayudando esta situación a la creación de un microclima dentro de la plantación, favorable para las poblaciones del insecto.

CUADRO 3. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la tercera evaluación (11/03/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	12,67 a
B 67-49	30	38,33 b
B 74-118	30	56,67 bc
B 80-549	30	60,00 bcd
V 75-6	30	66,00 cd
V 71-39	30	79,33 cd
B 81-494	30	81,33 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

La octava y última evaluación se realizó el 19 de abril de 2003; teniendo para esta fecha, todas las variedades, 22 semanas de edad. El Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar no se pudo continuar evaluando, ya que todas las variedades cerraron completamente; además, de que las colonias desaparecieron por las condiciones del nuevo microclima y al régimen pluviométrico desde el mes de marzo con 85 mm y el mes de abril con 110 mm lo cual aumentó la humedad relativa (HR) de 56% a 61% en abril (Cuadro 9). Aunque la HR disminuyó de nuevo en mayo a 47% producto de la intensa evapotranspiración (211 mm) y

las escasas lluvias (4 mm), la tendencia en los meses subsiguientes es a un incremento de la humedad y por tanto disminución de la población del saltahojas.

CUADRO 4. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la cuarta evaluación (18/03/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	16,33 a
B 67-49	30	38,33 ab
B 74-118	30	56,67 bc
B 80-549	30	60,00 bcd
V 75-6	30	66,00 cd
V 71-39	30	79,33 d
B 81-494	30	81,33 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Varios investigadores como Guagliumi (1962); Giraldo-Vanegas *et al.* (2003); Giraldo-Vanegas *et al.* (2003); Giraldo-Vanegas *et al.* (2004); Giraldo-Vanegas *et al.* (2004), señalan que las condiciones climáticas, entre ellas la precipitación actúa como factor clave en el control natural de las poblaciones del saltahojas verde de la caña de azúcar. Para finales de abril, una vez cerrado el cultivo y desaparecidas las colonias del saltahojas, quedan solamente las hojas bajas infestadas con el hongo saprofito-epifito *F. sacchari* (= *Capnodium* spp.), las cuales mueren poco después.

En el Cuadro 10, se presentan los promedios totales de los niveles poblacionales del saltahojas verde, en cada variedad del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA, donde se puede apreciar seis grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$). La variedad B 80-529 fue el cultivar que presentó los niveles más bajos del saltahojas verde con 10,00%; mientras que B 81-494 y V 71-39 tuvieron los porcentajes más altos con 56,12% y 56,33%, a través

de todo el período de evaluaciones. Estos resultados sugieren que existe algún factor biótico o abiótico de tolerancia o algún grado de resistencia en la B 80-529, que impide el crecimiento poblacional del saltahojas verde de la caña de azúcar.

CUADRO 5. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la quinta evaluación (26/03/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	27,33 a
B 67-49	30	36,33 a
B 74-118	30	56,33 b
B 81-494	30	58,33 b
V 75-6	30	68,67 b
B 80-549	30	70,00 b
V 71-39	30	72,00 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

CUADRO 6. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la sexta evaluación (03/04/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	4,67 a
B 67-49	30	31,33 b
B 74-118	30	44,67 bc
B 80-549	30	54,00 cd
V 75-6	30	59,00 cd
V 71-39	30	67,33 d
B 81-494	30	69,33 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

CUADRO 7. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la séptima evaluación (11/04/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2006.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	7,33 a
B 67-49	30	28,00 ab
B 74-118	30	43,00 bc
B 80-549	30	52,00 cd
V 75-6	30	58,00 cd
V 71-39	30	67,00 d
B 81-494	30	69,00 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

CUADRO 8. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, en la octava evaluación (19/04/03) del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	30	4,00 a
B 67-49	30	16,00 ab
B 74-118	30	24,00 abc
B 80-549	30	32,00 bc
V 75-6	30	34,00 bc
V 71-39	30	38,00 c
B 81-494	30	40,00 c

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

CUADRO 9. Datos climatológicos desde enero a mayo del 2003 de la Estación Climática del Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFAV) en el Aeropuerto Internacional General “Juan Vicente Gómez”, de San Antonio del Táchira (SEMETFAV, 2003).

Variable	Mes				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Precipitación (mm)	89	0	85	110	4
Evopotranspiración (mm)	150	131	144	126	211
Humedad relativa (%)	55	55	56	61	47
Temperatura promedio (°C)	26,3	27,3	27,2	27,6	28,2

CUADRO 10. Prueba de medias de Tukey para los niveles poblacionales del saltahojas verde por cultivar, expresado en porcentajes, durante el período total de las evaluaciones del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA. 2003.

Variedad	n	Nivel Poblacional (%)
B 80-529	240	10,00 a
B 67-49	240	25,46 ab
B 74-118	240	38,46 c
B 80-549	240	45,50 cd
V 75-6	240	48,96 de
B 81-494	240	56,12 e
V 71-39	240	56,33 e

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Figura, se puede observar la tendencia de la población del saltahoja verde, en cada variedad, en cada una de las evaluaciones del Semillero Básico de Variedades Promisorias de Caña de Azúcar, sembradas en la Granja Experimental de CAZTA. Apreciándose, que en el mes de marzo, hubo un crecimiento acelerado de las poblaciones del saltahoja verde, en las variedades B 74-118, B 80-549, V 75-6, B 81-494 y V 71-39. Estos niveles poblacionales, se mantuvieron más o menos estables hasta la séptima evaluación (11/04/03), para luego empezar a decrecer rápidamente para finales del mes de abril, donde las poblaciones habían desaparecido completamente, pudiendo ser observados algunos adultos en las hojas superiores sin que lograran establecer nuevas colonias. Esta situación, se debe en gran parte al régimen de lluvias (Cuadro 9) y a las nuevas condiciones del microclima dentro de la plantación. En las B 80-529 y B 67-49 hubo un leve crecimiento poblacional del saltahoja verde en el mes de marzo, manteniéndose estos niveles hasta la finalización del ensayo.

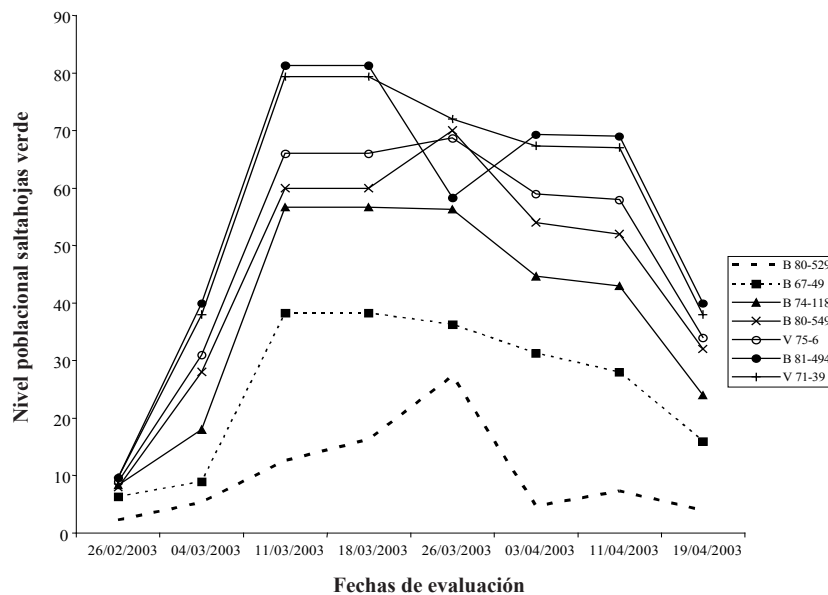


FIGURA. Niveles poblacionales del saltahoja verde por variedad, en cada fecha de muestreo, en el Semillero Básico de Variedades Promisorias de caña de azúcar, en la Granja Experimental de CAZTA.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se observó una respuesta diferencial de los cultivares ante el insecto, donde B 80-529 y B 47-69 fueron los cultivares que presentaron los niveles más bajos en tanto que B 81-494 y V 71-39 tuvieron los porcentajes más altos sugiriendo algún factor biótico inherente a la planta que afecta el desarrollo del insecto.
- Aspectos climáticos, especialmente la falta de lluvia y las condiciones semiáridas del Valle San Antonio-Ureña, favorecen el rápido crecimiento poblacional del saltahojas verde de la caña de azúcar, a partir del mes de febrero hasta abril.
- Se diseñó un método de muestreo que permitió evaluar las poblaciones del saltahojas verde de la caña de azúcar, *S. saccharivora* (Westwood), proponiendo el mismo a la comunidad científica.
- El saltahojas verde de la caña de azúcar, *S. saccharivora* (Westwood); además, de causar daños directos e indirectos conocidos desde tiempo atrás, en el presente adquiere una altísima importancia en la cañicultura mundial, debido a su nuevo registro como vector del síndrome del amarillamiento de la hoja, enfermedad presente en el país.

SUMMARY

The green leafhopper, *Saccharosydne saccharivora*, is the most important pest in the sugarcane crop of San Antonio-Ureña Valley in Táchira State, Venezuela. It is able to affect plants under six months of age, inducing direct and indirect damage. Lately, it was found that the insect is a vector for Yellow Leaf Syndrome. Consequently, a screening of the INIA sugar cane collection at Táchira state for its reaction to the insect was a critical goal to achieve. The collection is located at the experimental farm of the Táchira Sugar Mill (CAZTA) at San Antonio-Ureña Valley and includes cultivars B 80-529, B 67-49, B 74-118, B 80-549, V 75-6, B 81-494 and V 71-39, which were evaluated. Experimental design was a random block with four repetitions and seven treatments. Eight weekly evaluations of leafhopper populations were conducted on first ratoon three month old plants from February to April 2003 where a scale ranging from 0% (absence of insect) to 100%

(the whole leaf cover by leafhoppers) was used. ANOVA and Tukey tests were conducted by Infostat program. Results indicated significant differences ($P < 0,05$) between cultivars for weekly evaluations and total averages. B 80-529 and B 67-49 had the lowest mean incidence (10% and 25,46% respectively) while B 81-494 and V 71-39 resulted with the highest means (56,12% and 56,33%). The highest values for B 81-494 and V 71-39 (81,33% and 79,33%) occurred during the third and fourth week (18/03/2003) when the lowest rain and relative humidity levels were observed. These results suggest the existence of a biotic factor in B 80-529 and B 67-49 which deters leafhopper development as well a negative effect of rain on insect population.

Key Words: *Saccharosydne saccharivora*; *Saccharum* spp.; population levels; incidence; promissory varieties; sugarcane.

BIBLIOGRAFÍA

AROCHA, Y., M. LÓPEZ, M. FERNÁNDEZ, B. PIÑOL, D. DORTA, E. L. PERALTA, R. ALMEIDA, O. CARVAJAL, S. PICORNELL, M. R. WILSON and P. JONES. 2005. Transmisión of sugarcane yellow leaf phytoplasma by the delphacid planthopper *Saccharosydne saccharivora*, a new vector sugarcane yellow leaf síndrome. *Plant Pathology* 54:634-642.

CHINEA M., A., H. A. NASS, C. DABOIN y M. D. DIEZ. 2000. Enfermedades y Daños de la Caña de Azúcar en Latinoamérica. INIA-INICA-FUNDAZUCAR-Universidad de Los Andes. 107 p.

EARLY, M. 1986. Report on an exploratory trip to Costa Rica, Panama, Venezuela and Brazil. February 10-April 22, 1986. Hawaii Dept. Agr. unpubl. report. 21 p.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P. y J. O. LINDARTE. 2003. El saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), en el estado Táchira. **In:** Resúmenes XVIII Congreso Venezolano de Entomología. Maracay. p. 115.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P., A. SARMIENTO, E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA y J. O. LINDARTE. 2003. Estrategias

de control para el manejo integrado del saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en el Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira. **In:** Resúmenes V Congreso Azucarero Nacional. Carora, Venezuela. p. 66.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P. y J. O. LINDARTE. 2004. El saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), en el estado Táchira. Revista INIA-Divulga N°3:25-27.

GIRALDO-VANEGAS, H., A. VARGAS P., E. HERNÁNDEZ, F. AMAYA, M. RAMÍREZ, F. RAMÍREZ y V. GALEANO. 2004. Influencia del paisaje agroecológico en la presencia de artrópodos-plagas, en el cultivo de la caña de azúcar, en el estado Táchira. Resúmenes Jornadas Internas INIA-Táchira. Bramón.

GUAGLIUMI, P. 1962. Las Plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. Monografía N° 2. Tomo I. 482 p.

INFOSTAT. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

IZAGUIRRE, M. O., O. CARBALLO, C. ALCESTE, M. ROMANO and H. NASS. 2002. Physiological performance of asymptomatic and yellow leaf syndrome affected sugarcane in Venezuela. Journal of Phytopathology 150:13-19.

SEMETFV. 2003. Información climatológica 2003. Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana. Aeropuerto Internacional San Antonio del Táchira, General Juan Vicente Gómez. www.meteorologia.mil.ve/semetfav.swf.

**DIFERENCIAS ANATÓMICAS EN HOJAS
DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO ORYZA
(*Oryza rufipogon* Griff., y *Oryza sativa* L. cv. FONAIAP 1)
EN TRES FASES DEL CICLO ONTOGENÉTICO**

Diego J. Diamont Pérez *, **Nancy M. Mariño Salcedo****
y **José I. Askue*****

RESUMEN

En cultivos de arroz, *Oryza sativa* (L.), el conocimiento de la estructura del mesófilo de la maleza “arroz rojo” *Oryza rufipogon* Griff., tiene importancia agronómica debido a que conduciría a un manejo más eficiente en el control de esta maleza durante las fases tempranas del desarrollo. El objetivo del trabajo fue el de comparar anatómicamente las hojas de *Oryza rufipogon* Griff., y *Oryza sativa* (L) cv. FONAIAP 1 durante tres fases de su ciclo ontogenético: plantular, juvenil y adulta. Las plantas crecieron en condiciones de invernadero, el muestreo fue llevado a cabo mediante selección al azar de cinco plantas de cada especie y colección de la hoja más reciente a total expansión para cada planta. Para el estudio al microscopio óptico se realizaron secciones en la porción más amplia de la lámina foliar y luego, estas secciones fueron preservadas en solución FAA 70%. Los cortes se realizaron a mano alzada y se tiñeron con azul de toluidina. Para el estudio de las epidermis al microscopio electrónico de barrido, utilizando la técnica de Cianocrilate según Castillo y Ferraroto. Las mediciones en los tejidos fueron obtenidas a través de un microscopio óptico marca Leitz, provisto de un ocular micrometrado. En la comparación de las variables en cada fase, se aplicó la prueba de t-Student con un nivel de significación del 5%. Estos resultados mostraron que las especies presentan diferencias significativas en cada una de las fases estudiadas, en relación a parámetros anatómicos tales como: tamaño de la nervadura central, número de los haces vasculares, tamaño del mesófilo, número y tamaño de las células buliformes, espesor de las epidermis adaxial y abaxial y el índice estomático medido durante la fase adulta. Estas características resultan importantes desde el punto de vista ecofisiológico como mecanismo de adaptación de estas dos especies particularmente de *Oryza rufipogon* Griff., a diferentes ambientes.

Palabras Clave: Ciclo ontogenético; anatomía; hoja; *Oryza rufipogon* Griff.; *Oryza sativa* cv.; FONAIAP 1.

* Profesores. Universidad Central de Venezuela (UCV), ** Morfoanatomía Vegetal. Departamento de Botánica y *** Centro de Microscopía Electrónica. Facultad de Agronomía. Apdo 457. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

RECIBIDO: abril 25, 2005.

INTRODUCCIÓN

El arroz rojo (AR), *Oryza rufipogon* Griff., es considerado una maleza prohibida en campos de producción de semillas de arroz, porque existen cruces entre las especies, disminuye los rendimientos, la producción y la calidad de la semilla, por esto su control en los campos cultivados con arroz es imprescindible a nivel mundial y Venezuela no escapa a esta realidad. La especie presenta un alto porcentaje de desgrane y una latencia prolongada que permite la formación de un banco de semillas en el suelo, creando un problema permanente (Grist, 1975; Diarra *et al.*, 1985, Kwon *et al.*, 1992; Ortiz *et al.*, 2000; Labrada, 2000; Delatorre, 1999).

Es importante detectar la presencia del AR en la fase vegetativa, principalmente en la plantular ya que esta maleza en las primeras fases del ciclo presenta un desarrollo radical extenso que permite un establecimiento más temprano en relación al cultivo. En las gramíneas, las hojas presentan un patrón histológico en el cual no existe diferenciación en parénquima en empalizada y parénquima esponjoso. Este arreglo se correlaciona con su fisiología (Esau, 1972; Rodríguez 1989, Roth, 1992); en arroz el mesófilo presenta entre 3 y 5 capas de células (Matsuo *et al.*, 1995), además se observan haces vasculares (HV) grandes y pequeños con una disposición regular y alterna, un parénquima formando una vaina que rodea a estos haces (Angladette, 1969). En la cara adaxial de la hoja, las células epidérmicas están cubiertas por una cutícula (Fahn, 1982) y en la epidermis abaxial están formada por células esclerotizadas (Matsuo *et al.*, 1995). Todas estas características deben ser tomadas en cuenta al momento de combinar prácticas de control adecuadas para el manejo de la maleza.

Labrada (2000) recomienda como estudios esenciales, la caracterización morfológica de los biotipos de AR existentes, que puedan ser de utilidad en la interpretación de aspectos agronómicos. Por tales razones se planteo como objetivo describir y comparar anatómicamente la hoja de '*Oryza sativa* L. cv. FONAIAP 1' *Oryza rufipogon* Griff., durante las fases plantular, juvenil y adulta del ciclo ontogenético.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en plantas provenientes de diásporas de *Oryza sativa* cv. FONAIAP1 y *Oryza rufipogon* Griff., obtenidas del

Laboratorio de Semillas del Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV), Maracay. La siembra para la obtención del material estudiado se llevó a cabo en el invernadero de la Cátedra de Fisiología Vegetal, su procesamiento y posterior análisis fue realizado en el Laboratorio de Morfoanatomía Vegetal “Antonio Fernández”. Se tomaron muestras de cada una de las fases del desarrollo de ambas especies y se depositaron en el Herbario MY “Victor M. Badillo” del Instituto de Botánica.

Para el estudio de la fase plantular, se sembró un total de 25 semillas de cada especie en bandejas plásticas, sin orificio y como sustrato se utilizó vermiculita esterilizada y saturada con agua. El inicio de la fase plantular se consideró desde la emergencia hasta la aparición de la segunda hoja, 10 días después de la siembra (DDS). La fase Juvenil fue delimitada desde la aparición de la tercera hoja hasta 45 DDS. La fase Adulta, fue considerada desde la aparición de la hoja bandera hasta el llenado de los granos 120 DDS. Para la obtención de muestras de las dos últimas fases, se realizaron siembras paralelas de 2 semillas pregerminadas por bolsa, en 50 bolsas plásticas sin orificios y con una capacidad de 6 kg; como sustrato se usó un suelo previamente esterilizado (50° C por 10 horas) y con una lámina permanente de agua.

En cada fase señalada, el número de muestras tomadas en cada especie, fue de 5 hojas al azar, de las cuales se hicieron secciones de la parte media de la hoja en plena expansión. En la fase plantular fueron recolectadas muestras de la segunda hoja desarrollada a los 10 DDS, en la fase juvenil las muestras se tomaron de la última hoja desarrollada a los 45 DDS y en la fase adulta se escogieron muestras de la última hoja desarrollada anterior a la hoja bandera 120 DDS.

Para el análisis anatómico en las tres fases se fijaron las muestras en FAA al 70% y realizando, luego, cortes transversales a mano alzada, preparándose láminas semipermanentes. Para la observación, medición y descripción de las epidermis en la fase adulta, se rasparon suavemente con hojillas las epidermis y simultáneamente fue aplicado hipoclorito de sodio comercial al 3% para eliminar la cera protectora. Luego las secciones se lavaron con agua destilada, tres veces a intervalos de 5 minutos cada uno, para después teñir con azul de toluidina y montar las láminas semipermanentes. Para determinar el índice estomático se utilizó la fórmula de Salisbury (1929).

Para la observación al Microscopio Electrónico de Barrido (MBE) de las papilas en las epidermis, sólo se utilizaron muestras de la fase adulta, preparándose 5 secciones de la parte media de la lámina de cada especie, las cuales fueron deshidratadas en una serie alcohólica ascendente, compuesta por alcohol butílico terciario, alcohol etílico y agua destilada en las siguientes concentraciones 50%, 70%, 85%, 95% y 100%. Después se secaron con la técnica del Secado por Punto Crítico, en un equipo Bal-Tec modelo SCD-30, colocando luego las muestras en porta-muestras y cubriéndose iónicamente con una capa de oro, de 30 nanómetros de espesor, en un equipo Bal-Tec modelo SCD-50. Posteriormente se observaron en un MEB, marca Phillips modelo XL20. Para la observación de los estomas se realizaron 3 impresiones foliares aplicando la técnica del Cianocrilato (Castillo y Ferrarotto, 1998). Por último, fueron cubiertas con una capa de oro, con las mismas características y el mismo equipo mencionado anteriormente.

Para la comparación de las variables cuantitativas estudiadas en cada fase se aplicó la prueba t-Student con un nivel de significación de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase plantular

Epidermis adaxial: en la sección transversal de la lámina foliar de ambas especies, fue evidente la presencia de células epidérmicas normales y buliformes; estas últimas se disponen en forma de abanico presentándose en grupos de 5 a 6 células y en algunos casos llegando hasta 7, cerca de la nervadura central. La célula buliforme central presentó una longitud de 26,55µm en *O. rufipogon* y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 34,31µm (Figura 1A, 1B y Cuadro1). En relación a las células epidérmicas normales fue evidente la presencia de papilas (Figura 1A y 1B), el tamaño promedio de estas células más la cutícula fue de 10,18µm para *O. rufipogon* y 9,88µm para *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (Cuadro1).

Epidermis abaxial: en la especie *O. rufipogon* Griff., esta epidermis presentó un grosor de 7,88µm y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 7,70µm (Cuadro1).

Sistema fundamental: en la especie *O. rufipogon* Griff., el espesor promedio del mesófilo alrededor de la zona de los HV de primer y segundo orden fue 95,35µm y 64,12µm, respectivamente; en

el cultivar *O. sativa* cv. FONAIAP 1, los valores fueron 91,05 μ m y 44,61 μ m (Cuadro 1).

Tejido vascular: en *O. rufipogon* Griff., el tamaño de los HV de primero y segundo orden fue de 39,54 μ m y 27,45 μ m, respectivamente y para *O. sativa* cv. FONAIAP1 fue de 58,65 μ m y 15,11 μ m (Cuadro1). En los márgenes de la especie *O. rufipogon* se observó la presencia de HV de primer orden (Figura 1C), en el cultivar se observaron HV de tercer orden. (Figura 1D).

Nervadura central: en la especie *O. rufipogon* la nervadura central presentó un tamaño de 348,06 μ m y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 342,99 μ m (Figura 1E, 1F y Cuadro1). Las características cuantitativas descritas anteriormente presentaron diferencias altamente significativas. La presencia de haces conductores de tercer orden, se observaron con mayor frecuencia en el cultivar *O. sativa* cv. FONAIAP 1, esto pudiera ser considerado de importancia fisiológica debido a la función que tiene este tejido para el transporte de agua, pero aun cuando el cultivar presenta esta característica, la maleza mostró un mayor número de HV totales, lo que le permitiría desarrollarse en condiciones de baja humedad y ser más eficiente.

Fase juvenil

Epidermis adaxial: Las células buliformes forman grupos de 3 a 5 células y en algunos casos hasta 9 células hacia la nervadura central, la célula buliforme central en *O. rufipogon* presentó una longitud promedio de 30,18 μ m y en el cultivar *O. sativa* cv. FONAIAP 1 fue de 34,63 μ m (Cuadro 2), es importante destacar que en ambas especies el abanico formado por estas células en esta fase es más compacto que en la fase plantular. El tamaño promedio de las células epidérmicas normales más la cutícula fue de 13,2 μ m, para *O. rufipogon* y 9,98 μ m en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (Figura 2A, 2B y Cuadro 2).

Epidermis abaxial: el tamaño promedio de las células epidérmicas normales más la cutícula en *O. rufipogon*, fue de 7,88 μ m y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 7,70 μ m (Figura 2A, 2B y Cuadro 2).

Sistema fundamental: en *O. rufipogon* el espesor promedio del mesófilo, medido alrededor de la zona de los HV de primero y segundo orden fue de 172 μ m y 62,16 μ m, respectivamente y para *O. sativa* cv. FONAIAP 1 fue de 137,28 μ m y 62,4 μ m (Cuadro 2).

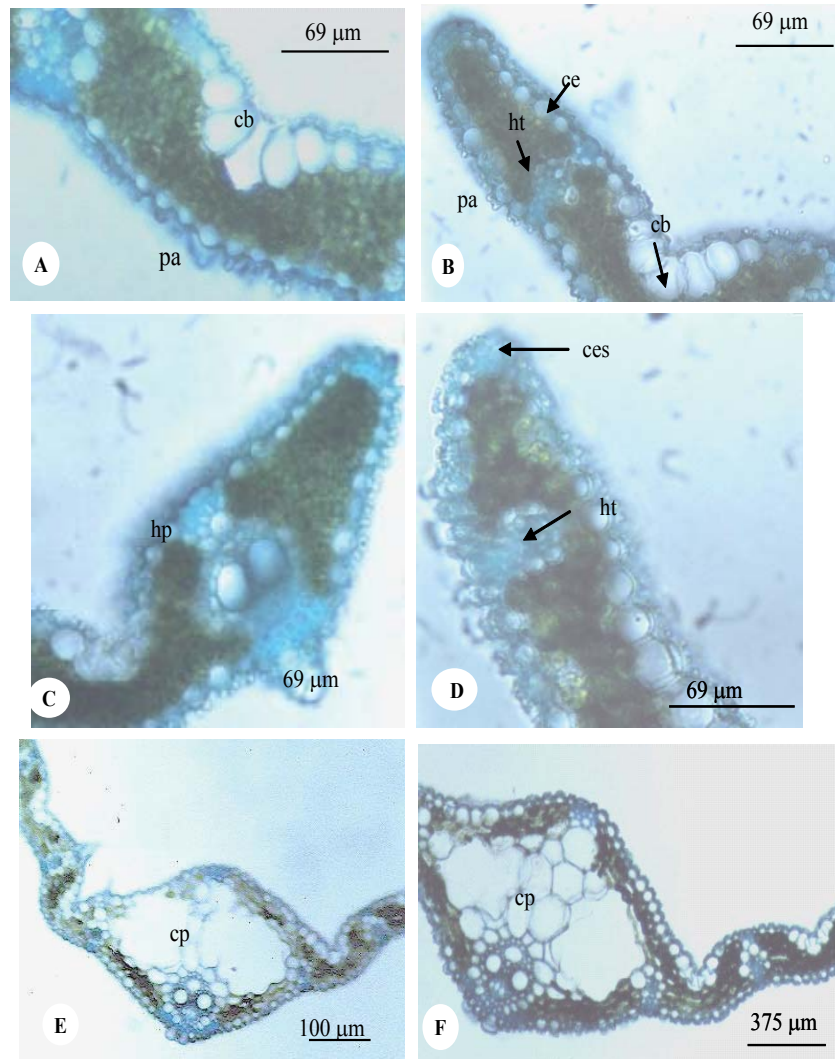


FIGURA 1. Fase Plantular: Estructura anatómica de la hoja *Oryza rufipogon* Griff. (A, C y E) y *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (B, D y F). Haz vascular de primer orden (hp). Haz vascular de tercer orden (ht). Células parenquimáticas incoloras (cp). Células buliformes (cb). Epidérmico (trc). Esclerenquima subepidérmico (ces). Papilas (pa)

CUADRO 1. Características anatómicas cuantitativas de la segunda hoja de *O. rufipogon* Griff. y *O. sativa* cv. FONAIAP 1 en plántulas de 10 días después de la siembra.

Nervadura Central						
Plantular	Tamaño μm	N° haces	Haz vascular 1 ^{er} orden μm	Mesofilo μm	N° células Buliformes	Tamaño cél. Bul. μm
<i>O. rufipogon</i>	348,06	5,00	52,50	48,75	5,88	26,55
FONAIAP 1	342,99	4,00	57,28	60,63	5,54	34,31
MEDIA	345,53	4,50	54,89	54,69	5,71	30,43
Probalidad	0,17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Plantular	Mesofilo alrededor haz vascular 1 ^{er} orden μm	Haz vascular 1 ^{er} orden μm	Mesofilo alrededor haz vascular 2 ^{do} orden μm	Haz vascular 2 ^{do} orden μm	Epidermis adax. μm	Epidermis abax. μm
<i>O. rufipogon</i>	95,35	39,54	64,12	27,45	10,18	7,88
FONAIAP 1	91,05	58,65	44,61	15,11	9,8	7,70
MEDIA	93,20	49,10	54,37	21,28	10,03	7,79
Probalidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,03	0,13

0,0000 se considera altamente significativo al nivel de $P < 0,05$.

Tejido vascular: en *O. rufipogon*, el tamaño de los HV de primero y segundo orden fue $79,76\mu\text{m}$ y $44,35\mu\text{m}$, respectivamente y en *O. sativa* cv. FONAIAP1 $137,28\mu\text{m}$ y $62,4\mu\text{m}$ (Cuadro 2).

Nervadura central: en *O. rufipogon* se contaron 8 haces, de los cuales 3 de ellos son de primer orden y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 se contaron 13, de los cuales 5 de ellos son de primer orden, todos ubicados en la cara abaxial, estos HV se encuentran interconectados con los HV de segundo orden por medio de células parenquimáticas incoloras que atraviesan el espacio aerífero presente en la nervadura (Figura 2C y 2D). El tamaño promedio de la nervadura fue de $746,2\mu\text{m}$ para *O. rufipogon* y $1\ 209,2\mu\text{m}$ en el cultivar (Cuadro 2).

CUADRO 2. Características anatómicas cuantitativas de la hoja de *O. rufipogon* Griff. y *O. sativa* cv. FONAIAP1 en plántulas de 45 días después de la siembra.

Plantular	Nervadura Central					
	Tamaño µm	Nº haces	Haz vascular 1 ^{er} orden µm	Mesofilo µm	Nº células Buliformes	Tamaño cél. Bul. µm
<i>O. rufipogon</i>	746,00	8,00	79,76	68,65	5,43	30,18
FONAIAP 1	1 209,00	13,00	90,00	40,00	5,73	34,63
MEDIA	977,50	10,50	84,88	54,33	5,58	32,41
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,004	0,0000
Plantular	Mesofilo alrededor haz vascular 1 ^{er} orden	Haz vascular 1 ^{er} orden µm	Mesofilo alrededor haz vascular 2 ^{do} orden µm	Haz vascular 2 ^{do} orden µm	Epidermis adax. µm	Epidermis abax. µm
<i>O. rufipogon</i>	172,50	79,76	62,16	44,35	13,20	7,58
FONAIAP 1	137,28	90,00	62,40	40,33	9,98	7,58
MEDIA	154,89	84,88	62,28	42,34	11,59	7,58
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,71	0,0000	1

0,0000 se considera altamente significativo al nivel de $P < 0,05$.

Las características cuantitativas descritas en esta fase también presentaron diferencias altamente significativas, en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 observándose los mayores valores en: el tamaño de las células buliformes estos resultados pudieran indicar que a elevada temperatura esta planta puede ser más eficiente en la retención de agua, en relación a el tamaño de la nervadura central y número de vasos presentes en ella, tamaño de los vasos de primer orden perteneciente al mesófilo; son características que de alguna manera aumentan el flujo y distribución del agua (Shields citado por Fanh, 1978). En *O. rufipogon* el mesófilo resultó con mayor espesor, se pudiera señalar que esta especie muestra una mayor eficiencia fotosintética y sus productos pudieran estar destinados a la producción de órganos vegetativos. Una característica de interés taxonómico pudiera ser el número de haces conductores presentes en la nervadura central de cada especie y la forma cómo estos se interconectan a través de células parenquimáticas (Figura 2C y 2D).

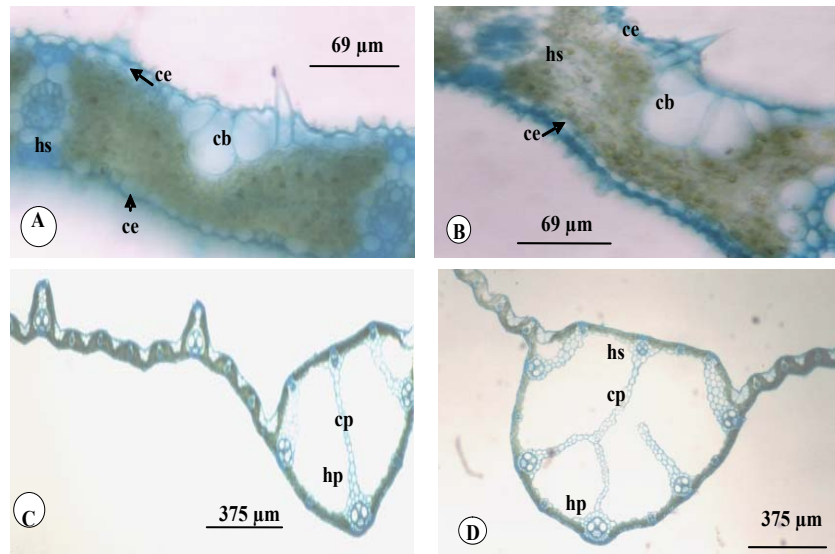


FIGURA 2. Fase Juvenil: Estructura anatómica de la hoja *Oryza rufipogon* Griff. (A y C) y *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (B y D). Haz vascular de primer orden (hp). Haz vascular de segundo orden (hs). Células parenquimáticas incolores (cp). Células buliformes (cb). Célula epidérmica (ce).

Fase adulta

Epidermis adaxial: la epidermis más cutícula presentó un espesor promedio de: 11,21 μ m en *O. rufipogon* y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 9,96 μ m (Cuadro 3). Las células buliformes se observaron organizadas en grupos de 5 a 8 células, siendo más numerosas hacia la nervadura central. La célula buliforme central presentó una longitud de 29,36 μ m en *O. rufipogon* y 41,75 μ m en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (Figura 5A, 5B y Cuadro 3). Los estomas son de tipo parasíticos con células acompañantes en forma de domo, estos se ubican intercalados con células epidérmicas normales (Figura 3A, 3B, 3C y 3D) y con un tamaño promedio de 25,55 μ m en *O. rufipogon* y 33,22 μ m en *O. sativa* cv. FONAIAP 1, esta epidermis arrojó un índice estomático de 0,23 para *O. rufipogon* y 0,30 para *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (Cuadro3).

CUADRO 3. Características anatómicas cuantitativas de la hoja de *O. rufipogon* Griff. y *O. sativa* cv. FONAIAP1 en plantas de 120 días después de la siembra.

Nervadura Central						
	Tamaño μm	N° haces	Haz vascular 1 ^{er} orden μm	Mesofilo μm	N° células Buliformes	Tamaño cél. Bul. μm
<i>O. rufipogon</i>	772,06	8,00	84,61	130,66	5,23	29,36
FONAIAP 1	568,60	7,00	82,66	110,80	5,23	41,75
MEDIA	670,33	7,50	83,64	120,73	5,23	35,56
Probabilidad	0,0000	0,0030	0,0030	0,0000	1	0,0000
	Mesofilo alrededor haz vascular 1 ^{er} orden μm	Haz vascular 1 ^{er} orden μm	Mesofilo alrededor haz vascular 2 ^{do} orden μm	Haz vascular 2 ^{do} orden μm		
<i>O. rufipogon</i>	172,58	84,61	150,16	52,31		
FONAIAP 1	149,86	82,66	84,40	34,83		
MEDIA	161,22	83,64	117,28	43,57		
Probabilidad	0,0000	0,0036	0,0000	0,0000		
Epidermis		Tamaño estomas		Índice estomático		
	adaxial μm	abaxial μm	adaxial μm	abaxial μm	adaxial	abaxial
<i>O. rufipogon</i>	11,21	7,80	25,55	27,08	0,23	0,25
FONAIAP 1	9,96	8,90	33,22	34,24	0,3022	0,3653
MEDIA	10,59	8,35	29,39	30,66	0,2661	0,30765
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

0,0000 se considera altamente significativo al nivel de $P < 0,05$.

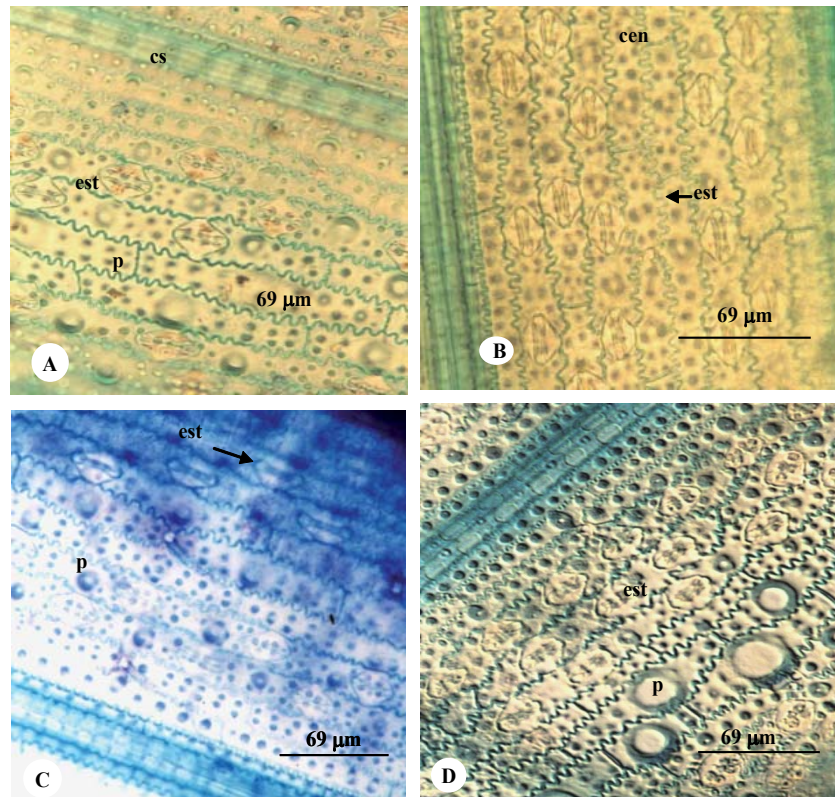


FIGURA 3. Fase Adulta: Vistas de las epidermis de *Oryza rufipogon* Griff. (A y C) y *O. sativa* cv. FONAIAP1 (B y D). Epidermis adaxial (A y B). Epidermis abaxial (C y D). Estomas (est) triseriados y biseriados. Papilas (P) de gran tamaño dispuestas en zig-zag en las células interestomáticas, en *O. sativa* cv. FONAIAP1 (D).

Epidermis abaxial: el conjunto de las células epidérmicas más la cutícula presentó un grosor de 7,86 μ m para la maleza y 8,9 μ m en el cultivar. Los estomas mostraron un tamaño promedio de 27,08 μ m en *O. rufipogon* y 34,24 μ m en el cultivar (Cuadro 3); esta epidermis evidenció un índice estomático de 0,25 para la maleza y 0,36 en el cultivar (Cuadro 3). Además se pudo visualizar claramente a través del microscopio electrónico de barrido un arreglo muy particular de las papilas, las de menor tamaño

presentan un arreglo más o menos lineal en ambas especies, y en el caso del *O. sativa* cv. FONAIAP 1 las papilas de mayor tamaño se disponen en dos filas en forma de zigzag (Figura 3D y 4D).

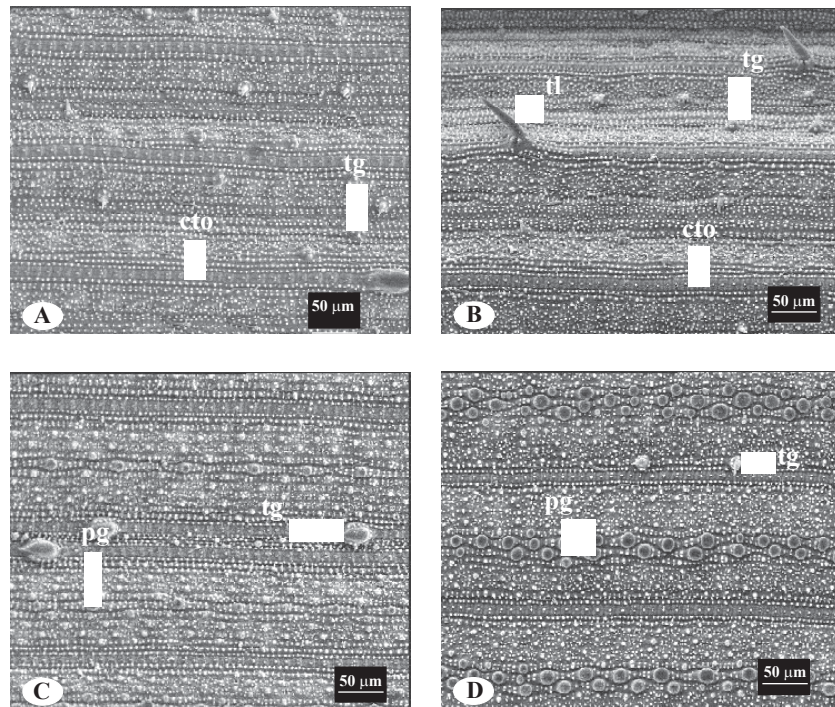


FIGURA 4. Fase Adulta: Vistas de las epidermis al Microscopio Electrónico de Barrido de *Oryza rufipogon* Griff. (A y C) y *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (B y D). Epidermis adaxial de *O. rufipogon*, tricomas en forma de ganchos (tg) en la zona costal e intercostal y en *O. sativa*, tricomas alargados (tl). Epidermis abaxial en *O. rufipogon* con papilas (pg) en toda la superficie de la zona intercostal (p) y en *O. sativa* cv. FONAIAP1 de mayor tamaño dispuestas en zig-zag (pg). Células tipo *Oryza* (cto).

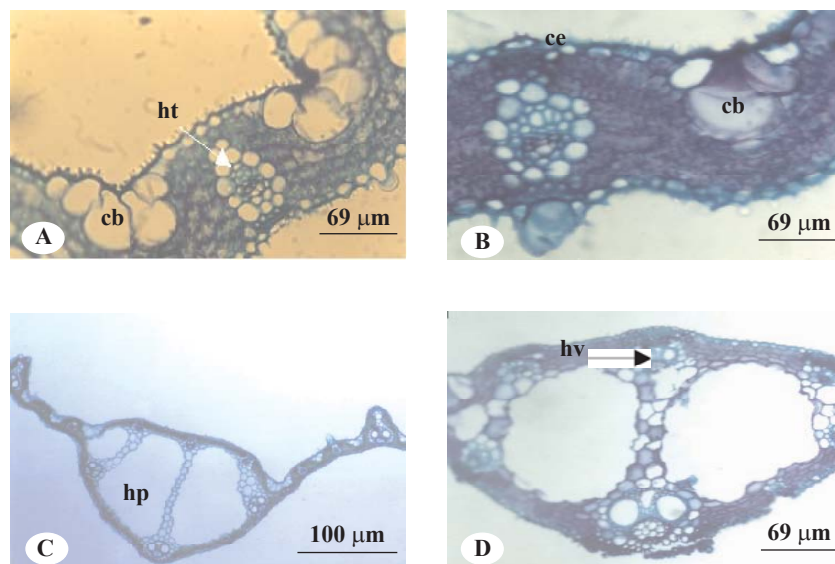


FIGURA 5. Fase Adulta: Estructura anatómica de la hoja *Oryza rufipogon* Griff. (A, C) y *O. sativa* cv. FONAIAP1 (B, D). Haz vascular de primer orden (hp). Haz vascular de segundo orden (hs). Células parenquimáticas incoloras (cp). Células buliformes (cb). Célula epidérmica (ce).

Sistema fundamental: en *O. rufipogon* el espesor de éste medido desde la epidermis adaxial a la epidermis abaxial, en la zona de los HV de primer y segundo orden fue de 172,58µm y 150,16µm, respectivamente, y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 fue de 149,86µm y 84,4µm (Cuadro3).

Tejido conductor: en *O. rufipogon* los HV de primer y segundo orden presentaron un tamaño de 84,61µm y 52,31µm, respectivamente y en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 82,66µm y 34,83µm (Cuadro3).

Nervadura central: en sección transversal se observan hasta 8 HV en *O. rufipogon* y 7 en *O. sativa* cv. FONAIAP 1 (Figuras 5C y 5D), los de primer orden se disponen en la cara abaxial, interconectándose por células parénquimáticas que atraviesan el espacio aerífero hasta los HV de segundo orden. En *O. rufipogon* Griff., esta estructura presentó un tamaño promedio de 772,06µm, mientras que *O. sativa* cv. FONAIAP 1

presentó un tamaño promedio de 568,60 (Cuadro3). Al igual que en las dos fases anteriores descritas, las características anatómicas cuantitativas presentaron diferencias significativas entre las especies.

Así por ejemplo el grosor de la epidermis más cutícula, tamaño de los HV de primer y segundo orden, el tamaño de la nervadura central y el número de HV presentes en ésta, en la maleza resultaron con los mayores valores, siendo esto un indicativo de adaptación a condiciones de elevadas temperaturas y alta intensidad de luz que permite un uso mas eficiente en la retención del agua en esta fase, pero la célula buliforme central resultó de mayor tamaño en *O. sativa* cv. FONAIAP 1, lo que permite una disminución de la transpiración debido al doblez de la lámina (Shields citado por Fanh, 1978).

El índice estomático resultó diferente en ambas caras y para las diferentes especies, esta característica es considerada de valor taxonómico debido a que es un carácter más estable (Tichá, 1982). Los resultados encontrados indican los mayores valores siempre en la cara abaxial en ambas especies. En *O. sativa* cv. FONAIAP 1 el índice estomático resultó mayor mientras que en *O. rufipogon* fue menor, pero para ésta, los estomas presentaron mayor tamaño. La epidermis adaxial con costillas pronunciadas (característica que presentó los mayores valores en *O. rufipogon*) y epidermis papilosa, estos rasgos xeromorfos pudieran interpretarse como respuesta adaptativa a ambientes más secos (Alisconi, 2000); sin embargo, esta maleza es una especie que vive en condiciones de inundación.

El arreglo particular de las papilas en la pared tangencial externa de la epidermis abaxial en ambas especies (uniseriada y en zigzag) pudiera ser considerada una característica de interés taxonómico y pudiera tener alguna relación con las condiciones ambientales, ya que estas estructuras son consideradas como características de gramíneas de ambientes secos (Metcalf, 1960) y de lugares salinos (Ellis, 1979). Páez (2001) señala que en muestreos hechos en Calabozo, estado Guárico, la especie *O. rufipogon* Griff., sólo crecía en los tanques donde se desarrollaba el cultivo.

CONCLUSIONES

- En términos generales las características anatómicas observadas, en las tres fases del ciclo ontogenético tales como: tamaño de la nervadura

central, número de HV en la nervadura central, tamaño de los HV, tamaño del mesófilo, número y tamaño de las células buliformes, espesor de la epidermis (adaxial y abaxial), disposición y tamaño de las papilas en la epidermis y el índice estomático fueron variables en ambas especies.

- Estas características resultan importantes desde el punto de vista ecofisiológico, como mecanismo de adaptación a diferentes ambientes. En *Oryza rufipogon* Griff., se observó un mayor grosor del mesófilo en todas las fases, lo que pudiera indicar una mayor eficiencia fotosintética.
- En tal sentido el conocimiento de las características anatómicas ayudaría en la selección de labores apropiadas, para el control de la maleza y un eficiente manejo agronómico del cultivo, además pudieran tener importancia taxonómica para la identificación de las especies en la fase vegetativa.

SUMMARY

The knowledge of the mesophyll structure of the weed “red rice”, *Oryza rufipogon* Griff., has agronomical importance as it could lead to more efficient management practices of the rice crop with regards to weed control during early developmental phases. The objective of this study was to anatomically compare leaves of *Oryza rufipogon* Griff. and *Oryza sativa* (L.) cv. FONAIAP 1, during three phases of their ontogenetic cycle: seedling, juvenile and adult. Plants were grown in green house conditions; sampling was carried out by randomly selecting five plants from each species and taking the most recently fully expanded leaf per plant. Studies under the light microscope were performed by sectioning the widest part of the mesophyll leaves and preserving them in FAA solution 70%. Sections were obtained by hand and stained with toluidine blue. Epidermis was assayed with a scanning electron microscope using specimens prepared by the cyanocrylate technique Castillo and Ferrarotto; tissue measurements were taken by using a Leitz photomicroscope fitted with a micrometered ocular eyepiece. Statistical analysis on the comparison of the obtained variables was made by using the t-Student test (5% significance). Results showed significant differences between the studied phases for each species in relation to anatomical parameters such as: size of central vein, number of vascular bundles, mesophyll

size, number and size of bulliform cells, width of the adaxial and abaxial epidermis and stomatal index measured during adult phase. All these characteristics are important from an ecophysiological point of view as adaptation mechanisms of the two species, in particular *Oryza rufipogon* Griff., to different environments.

Key Words: ontogenetic cycle; anatomy; leaf; *Oryza rufipogon* Griff.; *Oryza sativa* cv. FONAIAP 1.

BIBLIOGRAFÍA

ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Editorial BLUME. Barcelona, España. 45-76 p.

ALISCONI, S. 2000. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (Poaceae, panicoideae, paniceae). *Darwiniana* 38(3-4):187-207.

CASTILLOA, J. and M. FERRAROTTO. 1998. Cyanocrylate Glues: Alternative Method for Making Fast, Inexpensive, and Study Plant Epidermis Impressions for Scanning Microscopy Observation. *The Journal Of Scanning Microscopies* 20(3):246.

DIARRA, A., R. SMITH and R. TALBERT. 1985. Growth and Morphological Characteristics of Red Rice (*Oryza sativa*) Biotypes. *Weed Science*. Vol. 33: 310-314.

ELLIS, R. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12:641-671.

ESAU, K. 1972. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, S.A. 779 p.

FAHN, A. 1978. Plant Anatomy. Third Edition Great Britain 175-284 p.

FAHN, A. 1982. Anatomía Vegetal. Ed. H. BLUME. MADRID. 189 p.

GRIST, D. H. 1975. Rice. 5th Edition. Printed in Great Britain. 601 p.

KWON, S., R. SMITH and R. TALBERT. 1992. Comparative Growth and Development of Red Rice (*O. sativa*) and Rice (*O. sativa*). *Weed Science* Vol. 40:57-62.

LABRADA, R. 2000. El arroz rojo-maleza y contaminante del cultivo del arroz. **In:** Taller Global de Control de Arroz Rojo. Varadero, Cuba. Plant Production and Protection Division. FAO, ROME. 5-8 p.

MATSUO, T., K. KUMASAW, R. ISHII, K. ISHIARA y H. HIRATA. 1995. Science of the rice plant Vol. Two Physiology 491-531 p.

ORTIZ, A., L. LÓPEZ y J. LIZASO. 2000. Comparación de algunos componentes del rendimiento, latencia de las semillas y dimensiones de los granos entre poblaciones de arroz rojo y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Revista Facultad de Agronomía (Maracay) 26:39-51.

PÁEZ, C. 2001. Algunos Aspectos Fitosociológicos y Anatómicos de las Principales Gramíneas Malezas en Campos de Arroz en el Sistema de Riego Río Guárico. Tesis de Postgrado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. p. 162.

RODRÍGUEZ, P. 1989. Nota de Apoyo al Estudio de las Gramíneas. Editorial Americana. Caracas Venezuela. p. 171.

ROTH, I. 1992. Anatomía de las plantas superiores. Tercera edición. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 273-287 p.

SALISBURY, F. y C. Ross. 1996. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamérica. México. 759 pp.

TICHÁ, I. 1982. Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 7. Stomata density and sizes. Photosynthetica 16:375-471.

AGRONOMÍA TROPICAL

Volumen 55

ÍNDICE ACUMULATIVO

ÍNDICE DE AUTORES

- ABARCA, O. I.
55(1):35-61
55(2):183-201; 233-263;
289-313
- ACOSTA, Y.
55(2):217-232
- AMAYA, F.
55(4):553-567
- ASKUE, J. I.
55(4):569-585
- AVILÁN R., L.
55(4):535-550
- AVILÁN, W.
55(2):265-288
- BAUTISTA, D.
55(2):203-215
- BRICEÑO, S.
55(4):461-473
- CABRERA de BISBAL, E.
55(2):163-181
- CASTAÑÓN NÁJERA, G.
55(3):429-446
- CASTRO, L.
55(1):133-149
55(4):497-505
- CEROVICH, M.
55(3):343-361; 381-396
- CORTEZ, A.
55(3):327-342
- DE SOUSA-VIEIRA, O.
55(1):133-149
- DELGADO, R.
55(2):163-181
- DIAMONT PÉREZ, D. I.
55(4):569-585
- DÍAZ, D.
55(3):397-410
- DÍAZ, E.
55(1):133-149
- FIGUEROA, R.
55(3):381-396
- FLORENTINO, A.
55(4):475-496
- FUCHS, M.
55(1):133-149
- GARCÍA, P. M.
55(3):363-380
- GIRALDO-VANEGAS, H.
55(4):553-567
- GONZÁLEZ, V.
55(1):133-149
- GUTIÉRREZ, Z.
55(1):133-149

ÍNDICE DE AUTORES

- | | |
|--|--|
| HERNÁNDEZ, E.
55(4):553-567 | MENDOZA ELOS, M.
55(3):429-446 |
| IZAGUIRRE, M. I.
55(1):63-81 | MEZA, N.
55(2):203-215 |
| LABOREM E., G.
55(2):265-288 | MIRANDA, F.
55(3):343-361; 381-396 |
| LATOURNERIE MORENO, L.
55(3):429-446 | MONTAÑO, N.
55(3):411-427 |
| LAYRISSE, A.
55(1):103-116 | MONTEVERDE, E. E.
55(2):265-288 |
| LINDARTE, J. O.
55(4):553-567 | NASS, H.
55(4):553-567 |
| LÓPEZ, M.
55(4):475-496 | NÚÑEZ, M. C.
55(3):327-342 |
| LÓPEZ BENITEZ, A.
55(3):429-446 | ORTIZ DOMÍNGUEZ, A.
55(1):7-34; 83-101 |
| MARCANO CUMANA, A. E.
55(3):411-427 | OVALLES, F. A.
55(3):327-342 |
| MARÍN, C.
55(4):535-550 | PAOLINI, J.
55(2):217-232 |
| MARÍN R., C.
55(3):343-361; 397-410 | PÉREZ, M.
55(4):535-550 |
| MARIÑO SALCEDO, N. M.
55(4):569-585 | PUGH, T.
55(1):103-116 |
| MATERANO, W.
55(1):117-132
55(4):461-473 | QUINTERO, I.
55(1):117-132
55(4):461-473 |
| MEJÍA, J.
55(3):363-380 | QUIROZ G., J. G.
55(1):35-61 |

ÍNDICE DE AUTORES

- | | |
|---|---|
| RAMÍREZ, F.
55(4):553-567 | RODRIGUEZ REYES, J. C.
55(3):411-427 |
| RAMÍREZ, M.
55(4):553-567 | RUIZ, J.
55(4):535-550 |
| RAMÍREZ PIMENTAL, J. G.
55(3):429-446 | RUIZ, J. R.
55(2):265-288 |
| RAMIS, C.
55(3):381-396 | RUIZ, M.
55(4):507-534 |
| RAMÓN, M.
55(4):553-567 | SALAZAR, E.
55(4):497-505 |
| RANGEL LUCIO, J. A.
55(3):429-446 | SAN VICENTE G., F. M.
55(3):397-410 |
| REA, R.
55(1):133-149 | SÁNCHEZ, B.
55(4):507-534 |
| REY, J. C.
55(3):327-342 | SOTO, E.
55(4):535-550 |
| RÍOS, M. M.
55(4):507-534 | TORREALBA, D.
55(4):497-505 |
| RODRÍGUEZ, M.
55(2):265-288
55(4):535-550 | TORREALBA, M.
55(4):497-505 |
| RODRÍGUEZ, M. F.
55(3):327-342 | TORRES, D.
55(4):475-496 |
| RODRÍGUEZ, N.
55(3):381-396 | TRUJILLO, A.
55(3):381-396 |
| RODRIGUEZ, S.
55(2):233-263 | VALERA, A.
55(1):117-132 |
| RODRIGUEZ HERRERA, S. A.
55(3):429-446 | VARGAS, A.
55(4):553-567 |

ÍNDICE DE AUTORES

VIELMA B., M.
55(3):343-361

ZAMBRANO, A. Y.
55(1):133-149

ZAMBRANO, J.
55(1):117-132
55(4):461-473

ÍNDICE DE TÍTULOS

- Actividad de la enzima deshidrogenasa en un suelo Calciorthids enmendado con residuos orgánicos.
55(2):217-232
- Análisis de medias generacionales para estimar parámetros genéticos de la resistencia al achaparramiento en maíz.
55(3):429-446
- Análisis geoestadístico de la variabilidad temporal, a una escala anual y mensual, de parámetros climáticos en un campo experimental, estado Aragua, Venezuela.
55(3):327-342
- Calidad de los frutos de mango 'Bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica.
55(4):461-473
- Caracterización ambiental e hidráulica- estructural de la red de acueductos de la población de El Limón, estado Aragua.
55(2):233-263
- La caseína hidrolizada inhibe el desarrollo de callos provenientes de anteras de cacao cultivadas *in vitro*.
55(4):497-505
- Comportamiento fenológico híbridos Guatemalteca por Antillana de aguacate en la región centro-norte costera de Venezuela.
55(5):535-550
- Conflictos de intensidad de uso de la tierra en las estaciones experimentales de la Universidad Central de Venezuela. Análisis espacial con sistemas de información geográfica.
55(2):289-313
- Control químico de malezas en maíz en un sistema de siembra directa.
55(3):363-380
- Diferencias anatómicas en hojas de dos especies del género *Oryza* (*Oryza rufipogon* Griff. y *Oryza sativa* L. cv. FONAIAP) en tres fases del ciclo ontogenético.
55(4):569-585
- Distribución geográfica, nodulación y comportamiento agronómico de tres especies de *Sesbania* nativas de zonas inundables en Venezuela.
55(1):63-81
- Efecto de períodos de interferencia del arroz rojo sobre el rendimiento y sus componentes en las variedades de arroz Zeta 15 y FONAIAP 2000
55(1):7-34

ÍNDICE DE TÍTULOS

- Efectos de la concentración de soluto y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros.
55(1):117-132
- Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de híbridos de maíz de alta calidad de proteína (QPM) en Venezuela.
55(3):397-410
- Evaluación del naranjo California (Washington navel) *Citrus sinensis* Obs. sobre diez portainjertos en los valles altos de Carabobo-Venezuela 1994-2000.
55(2):265-288
- Fenología de la floración en dos variedades de níspero.
55(2):203-215
- Incidencia del saltahoja verde de la caña *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en siete cultivos de caña de azúcar en el Valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela.
55(4):553-567
- Influencia de la semilla certificada de maíz en la productividad de los sistemas de producción de maíz en grano de los estados Portuguesa y Guárico.
55(3):343-361
- Interferencia del arroz rojo y variedades de arroz: Características morfofisiológicas
55(1):83-101
- Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, estado Aragua.
55(4):508-534
- Mejoramiento de la caña de azúcar mediante la inducción de mutaciones en cultivo de callos.
55(1):133-149
- Metodología de bajo costo para el levantamiento planimétrico de predios agrícolas con sistemas de información geográfica.
55(2):183-201
- Modelado cartográfico de riesgo de incendios en el Parque Nacional Henri Pittier. Estudio de caso: Vertiente sur, área colindante con la ciudad de Maracay.
55(1):35-61
- Pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía en un Ultisol degradado bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal en Chaguanas-Guárico.
55(3):475-496
- Rendimiento del pimentón en respuesta al compost Nutribora combinado con un fertilizante mineral y a diferentes distancias de siembra.
55(3):411-427
- Un sistema integral de enseñanza, evaluación y transferencia de tecnología para una agricultura sustentable en Venezuela.
55(2):163-181

ÍNDICE DE TÍTULOS

Uso de patrones isoenzimáticos
para caracterizar la calidad gené-
tica de la semilla certificada de
arroz en Venezuela.
55(3):381-396

Utilización de generaciones avan-
zadas de híbridos simples como
progenitores de híbridos dobles
de maíz.
55(1):103-116

ÍNDICE DE MATERIAS

- Abono verde
* Serbia
** Siembra, 55(1):63-81
** *Oryza sativa*, 55(1):63-81
** Teras inundables, 55(1):63-81
** Venezuela, 55(1):63-81
- Acrisoles
* Conservación de suelos
** Guárico, 55(4):475-496
- Actividad enzimática
* Materia orgánica, 55(2):217-232
** Suelo, Península de Paraguaná. 55(2):217-232
** Falcón, 55(2):217-232
* Oxidorreductasa, 55(2):217-232
- Acueducto
* Cuencas hidrográficas
** El Limón, Maracay, 55(2):233-263
** Aragua, 55(2):233-263
- Agricultores
* Extensión, 55(2):163-181
** Transferencia de tecnología, 55(2):163-181
** Difusión de la información, 55(2):163-181
** Sostenibilidad, 55(2):163-181
** Venezuela, 55(2):163-181
- Agricultura
* Planes de desarrollo
** Fincas experimentales, 55(2):289-313
** Universidades, 55(2):289-313
** Venezuela, 55(2):289-313
* Simulación, 55(2):163-181
** Sostenible, 55(2):163-181
- Agricultura sostenible, véase sostenibilidad
- Agricultura sustentable, véase sostenibilidad
- Aguacate, véase *Persea americana*
- Altitud
* Cambio climática
** Microorganismos, 55(4):507-534
** Respiración, 55(4):507-534
** Dióxido de carbono, 55(4):507-534
* Materia orgánica del suelo
** Sustancias húmicas, 55(4):507-534
- Amarillamiento foliar, véase Clorosis
- Análisis estadísticos, véase Métodos Estadísticos
- Anatomía de la planta
* Hojas
** Ciclo ontogenético
** *Oryza rufipogon*, 55(4):569-585
** *Oryza sativa*, 55(4):569-585
* Microscopia, 55(4):569-585

ÍNDICE DE MATERIAS

- Aragua
- * Fincas experimentales
 - ** Climatología
 - ** Variación estacional, 55(3):327-342
 - ** Precipitación atmosférica, 55(3):327-342
 - ** Temperatura, 55(3):327-342
 - * Fotogrametría
 - ** Cartografía, 55(2):183-201
 - ** Topografía, 55(2):183-201
 - * Parque Nacional Henri Pittier
 - ** Incendios, 55(1):35-61
 - ** Vegetación, 55(1):35-61
 - * Sistemas de información geográfica, 55(1):35-61
 - ** Tierras agrícolas, 55(2):183-201
 - ** Utilización de la tierra, 55(2):183-201
 - * *Zea mays*
 - ** Fitomejoramiento, 55(1):103-116
 - ** Siembra directa, 55(3):363-380
 - ** Control químico, 55(3):363-380
 - ** Malezas, 55(3):363-380
- Aragua, El Limón, Maracay
- * Cuencas hidrográficas
 - ** Acueducto, 55(2):233-263
 - ** Hidrografía, 55(2):233-263
- Aragua, río Maracay
- * Cuencas hidrográficas
 - ** Biomasa, 55(4):507-534
 - ** Materia orgánica del suelo, 55(4):507-534
- Arroz, véase *Oryza sativa*
- Arroz rojo
- * Malezas
 - ** Competencia vegetal
 - ** Siembra, 55(1):7-34; 83-101
 - ** *Oryza sativa*, 55(1):7-34; 83-101
 - * Variedades
 - ** FONAIAP 2000, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Zeta 15, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Cojedes, 55(1):7-34; 83-101
 - * Malezas
 - ** Tratamiento anterior a la siembra, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Glifosato, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Dosis de aplicación, 55(1):7-34; 83-101
- Arroz rojo, véase también *Oryza rufipogon*
- Asociación de Agricultores
- * Compra
 - ** Híbridos, 55(3):343-361
 - ** Certificación de semillas, 55(3):343-361
 - ** Guárico, 55(3):343-361
 - ** Portuguesa, 55(3):343-361
- Biología vegetal
- * *Theobroma cacao*, 55(4):497-505
- Bolívar
- * *Capsicum annuum*
 - ** Siembra en líneas
 - ** Variedades, 55(3):411-427
 - ** Júpiter, 55(3):411-427
 - ** Aplicación de abonos, 55(3):411-427

ÍNDICE DE MATERIAS

- Cacao, véase *Theobroma cacao*
- Callogénesis
- * *Theobroma cacao*
 - ** Callo, 55(4):497-505
 - ** Medio de cultivo, 55(4):497-505
- Campo experimental, véase Fincas experimentales
- Caña de azúcar, véase *Saccharum officinarum*
- Capacitación
- * Agricultores
 - ** Desarrollo rural interno
 - ** Venezuela, 55(2):163-181
- Capsicum annuum*
- * Aplicación de abonos
 - ** Abonos inorgánicos, 55(3):411-427
 - ** Abonos orgánicos, 55(3):411-427
 - * Enmiendas orgánicas
 - ** Compost, 55(3):411-427
 - * Rendimiento de cultivos
 - ** Evaluación
 - ** Respuesta de la planta, 55(3):411-427
 - * Siembra en líneas, 55(3):411-427
 - ** Esparcimiento, 55(3):411-427
 - * Variedades
 - ** Júpiter, 55(3):411-427
 - ** Semillero, 55(3):411-427
 - ** Transplante, 55(3):411-427
 - ** Bolívar, 55(3):411-427
- Carabobo
- * *Citrus sinensis*
 - ** Portainjertos, 55(2):265-288
 - ** Productividad, 55(2):265-288
- Cartografía
- * Fotografía
 - ** Reconocimiento aéreo, 55(2):289-313
 - * Parque Nacional Henri Pittier
 - ** Vegetación, 55(2):289-313
 - ** Incendios, 55(2):289-313
 - ** Causas del incendio, 55(1):35-61
 - * Sistema de posicionamiento global, 55(2):289-313
 - * Sistema de información geográfica, 55(2):289-313
 - * Utilización de la tierra
 - ** Aragua, 55(2):183-201
 - * Venezuela, 55(2):289-313
- CENIAP
- * Fincas experimentales
 - ** Climatología, 55(3):327-342
 - ** Métodos estadísticos, 55(3):327-342
 - ** Técnicas de predicción, 55(3):327-342
 - ** Pronóstico de tiempo, 55(3):327-342
- Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas, véase CENIAP
- Certificación de semillas
- * Híbridos
 - ** *Zea mays*, 55(3):343-361
 - ** Compra, 55(3):343-361
 - ** Asociación de productores, 55(3):343-361

ÍNDICE DE MATERIAS

Ciclo ontogenético

- * Anatomía de la planta
 - ** Hojas, 55(4):569-585
 - ** *Oryza rufipogon*, 55(4):569-585
 - ** *Oryza sativa*, 55(4):569-585

Citrus sinensis

- * Frutas
 - ** Calidad, 55(2):265-288
- * Portainjertos
 - ** Profundidad, 55(2):265-288
 - ** Carabobo, 55(2):265-288
- * Variedades
 - ** California, 55(2):265-288

Climatología

- * Cambio climático, 55(3):327-342
- * Fincas experimentales
 - ** Instituciones de investigación, 55(3):327-342
 - ** CENIAP, Aragua, 55(3):327-342
- * Método estadísticos
 - ** Técnicas de predicción
 - ** Pronóstico del tiempo, 55(3):327-342
- * Variación estacional
 - ** Precipitación atmosférica, 55(3):327-342
 - Temperatura, 55(3):327-342

Closterovirus tristeza del citrus

- * Inmunodiagnóstico
 - ** Elisa, 55(2):265-288
- * Portainjertos
 - ** Resistencia a la enfermedad
 - ** *Citrus sinensis*, 55(2):265-288
 - ** Carabobo, 55(2):265-288

Cojedes

- * Siembra
 - ** *Oryza sativa*
 - ** Variedades
 - ** FONAIAP 2000, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Zeta 15, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Evaluación
 - ** Rendimiento, 55(1):7-34

Compost

- * Abonos orgánicos
 - ** Mezclado
 - ** *Eichhornia crassipes*, 55(3):411-427
 - ** Estiercol, 55(3):411-427

Conservación de suelos

- * Acrisoles
 - ** Guárico, 55(4):475-496
- * Manejo del suelo
 - ** Abonos inorgánicos, 55(4):475-496
 - ** Abonos orgánicos, 55(4):475-496
 - ** Labranza mínima, 55(4):475-496

Contenido de azúcar, véase contenido de carbohidratos

Control químico

- * Malezas
 - ** Dosis de aplicación, 55(3):363-380
 - ** *Zea mays*,
 - ** Siembra directa
 - ** Aragua, 55(4):363-380

Cuencas hidrográficas

- * Acueducto

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Aragua, el Limón, Maracay, 55(2):233-263
- * Sucesión ecológica
 - ** Aragua, río Maracay
 - ** Biomasa, 55(4):507-534
 - ** Materia orgánica del suelo, 55(4):507-534
- Cultivos de anteras
 - * Callogénesis
 - ** *Theobroma cacao*, 55(4):497-505
 - * Medio cultivo
 - ** Callo, 55(4):497-505
 - ** *Theobroma cacao*, 55(4):497-505
- Cultivo *in vitro*
 - * *Saccharum*
 - ** Clones, 55(1):133-149
 - ** Caracterización molecular, 55(1):133-149
 - ** Marcadores genéticos, 55(1):133-149
 - ** RAPD, 55(1):133-149
- Deficiencia del suelo
 - * Escorrentía
 - ** Erosión por el agua, 55(4):475-496
 - ** Deficiencia de minerales
 - ** Nitrógeno, 55(4):475-496
- Delphacidae
 - * *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Dinámica de población, 55(4):553-567
 - ** Evaluación
 - ** Siembra en línea
 - ** *Saccharum officinarum*
 - ** Fincas experimentales
 - ** Táchira, 55(4):553-567
- ** Infestación
- ** Hojas 55(4):553-567
- ** Inhibidores desarrollo insectos, 55(4):553-567
- ** Humedad relativa, 55(4):553-567
- ** Precipitación atmosférica, 55(4):553-567
- Densidad de siembra, véase espaciamiento
- Desarrollo rural integrado
 - * Agricultores
 - ** Capacitación
 - ** Venezuela, 55(2):163-181
- Deshidratación (tratamiento), véase secado
- Deshidrogenasas, véase oxidorreductasas
- Desviación del uso de la tierra
 - * Fincas experimentales
 - ** Universidades
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
- Dinámica de población
 - * Delphacidae
 - ** *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Evaluación, 55(4):553-567
 - ** Métodos estadísticos
 - ** *Saccharum officinarum*
 - ** Fincas experimentales
 - ** Táchira, 55(4):553-567
- Eichhornia crassipes*
 - * Elaboración del compost
 - ** Abonos orgánicos, 55(3):411-437

ÍNDICE DE MATERIAS

- Elaboración del compost
 - * Mezclado
 - ** *Eichhornia crassipes*, 55(3):411-427
 - ** Estiercol, 55(3):411-427
- Electroforesis en gel, véase electroforesis
- Elisa
 - * Inmunodragóstico
 - ** Closterovirus trizteza del citrus
 - ** *Citrus sinensis*
 - ** Carabobo, 55(2):265-288
- Enfermedades virosis, véase virosis
- Epistasia, véase interacción de genes
- Erosión por el agua
 - * Escorrentía
 - ** Deterioro del suelo
 - ** Acrisoles
 - ** Guárico, 55(4):475-496
- Extensión
 - * Transferencia de tecnología
 - ** Agricultores
 - ** Venezuela, 55(2):163-181
- Factores ambientales
 - * Precipitación atmosférica, 55(4):535-550
 - * Temperatura, 55(4):535-550
 - * Venezuela, 55(4):535-550
- Falcón, península de Paraguaná
 - * Suelo
 - ** Materia orgánica
 - ** Actividad enzimática
 - ** Oxidorreductosa, 55(2):217-232
- Fenología
 - * Floración
 - ** *Manilkara achras*, 55(2):203-215
 - ** *Persea americana*, 55(4):535-550
 - ** Factores ambientales
 - ** Venezuela, 55(4):535-550
- Fincas experimentales
 - * Climatología
 - ** Instituciones de investigación
 - ** CENIAP
 - ** Aragua, 55(3):327-342
 - * Desviación del uso de la tierra
 - ** Universidades
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
 - * Planes de desarrollo
 - ** Agricultura
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
 - * *Saccharum officinarum*
 - ** Delphacidae
 - ** *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Dinámica de población
 - ** Táchira, 55(4):553-567
- Fisiología Postcosecha
 - * Frutas
 - ** *Mangifera indica*
 - ** Respiración
 - ** Dióxido de carbono, 55(4):461-473
- Fitomejoramiento
 - * *Zea mays*
 - ** Aragua, 55(1):103-116

ÍNDICE DE MATERIAS

- Floración
 - * Fenología
 - ** *Manilkara achras*, 55(2):203-215
 - ** *Persea americana*, 55(2):203-215
- Fosfoglucosa isomerasa, véase glucosa 6 fosfato isomerasa
- Fotografía
 - * Reconocimiento aéreo
 - ** Aragua
 - ** Tierras agrícolas, 55(2):183-201
 - Utilización de la tierra, 55(2):183-201
- Fotogrametría
 - * Cartografía
 - ** Aragua
 - ** Tierras agrícolas, 55(2):183-201
 - ** Utilización de la tierra, 55(2):183-201
 - * Topografía, 55(2):183-201
- Frutas
 - * Maduración
 - ** *Mangifera indica*
 - ** Mercadeo
 - ** Trujillo, 55(4):461-473
- Granjas experimentales, véase fincas experimentales
- Guárico
 - * Acrisoles, 55(4):475-496
 - * Asociación de agricultores, 55(3):343-361
 - * Deterioro del suelo
 - ** Propiedades fisico-químicas del suelo
 - ** Escorrentía
 - ** Agua de lluvia, 55(4):475-496
 - * Manejo del suelo
 - ** Abonos inorgánicos, 55(4):475-496
 - ** Abonos orgánicos, 55(4):475-496
 - ** Labranza mínima, 55(4):475-496
 - * Régimen hídrico del suelo
 - ** Escorrentía
 - ** Erosión por el agua
 - ** Acrisoles, 55(4):475-496
 - * *Zea mays*
 - ** Híbridos
 - ** Rendimiento, 55(3):343-361
- Harina de maíz
 - * Valor nutritivo
 - ** Alimentación de los animales, 55(3):397-410
 - ** Alimentación humana, 55(3):397-410
 - ** Aminoácidos esenciales, 55(3):397-410
- Heterosis, véase vigor híbrido
- Híbridos
 - * Semillas
 - ** *Zea mays*
 - ** Interacción genotipo ambiente
 - ** Ensayos de variedades
 - ** Venezuela, 55(3):397-410
- Híbridos F₁
 - * *Persea americana*

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Fenología
- ** Venezuela, 55(4):535-550
- Híbridos F₂
- * Fitomejoramiento
 - ** Aragua, 55(1):103-116
- * *Zea mays*
 - ** FM-6 (FONAIAP), 55(1):103-116
 - ** HIMECA exp. 395 55(1):103-116
 - ** HIMECA 92, 55(1):103-116
 - ** PB-8 (FONAIAP), 55(1):103-116
- Híbridos dobles, véase híbridos F₂
- Híbridos simples, véase híbridos F₁
- Hidrografía
 - * Cuencas hidrográficas
 - ** Aragua, el Limón, Maracay 55(2):233-263
- Hongos patógenos, véase organismos patógenos
- Inhibidores del crecimiento
 - * Caseína
 - ** Dosis de aplicación
 - ** Medio de cultivo
 - ** *Theobroma cacao*, 55(4):497-505
- Incendios
 - * Riesgo
 - ** Vegetación
 - ** Parque Nacional Henri Pittier
 - ** Aragua, 55(1):35-61
- Isoenzimas
 - * Electroforesis
- ** Fosfogluconato deshidrogenasa, 55(3):381-396
- ** Glucosa 6 fosfato isomerasa, 55(3):381-396
- ** Isocitrato deshidrogenasa, 55(3):381-396
- ** Malato deshidrogenasa, 55(3):381-396
- ** *Oryza sativa*, 55(3):381-396
- Jarabe de frutas
 - * *Mangifera indica*
 - ** Glucosa
 - ** Contenido de carbohidrato, 55(1):117-132
 - ** Procesamiento
 - ** Solutos, 55(1):117-132
- LLuvia artificial, véase precipitación artificial
- Maduración
 - * Frutas
 - ** *Mangifera indica*
 - ** Fisiología postcosecha, 55(4):461-473
- Maíz, véase *Zea mays*
- Malezas
 - * Arroz rojo
 - ** Siembra, 55(1):7-34; 83-101
 - ** *Oryza sativa*
 - ** Competencia vegetal
 - ** Cojedes, 55(1):7-34; 83-101
 - * Control química
 - ** Siembra directa
 - ** *Zea mays*
 - ** Aragua, 55(1):7-34; 83-101
 - * Tratamiento anterior a la siembra

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Glifosato
- ** Dosis de aplicación, 55(1):7-34; 83-101
- Mangifera indica*
- * Calidad
 - ** Valor nutritivo, 55(4):461-473
- * Composición aproximada, 55(4):461-473
- * Frutas, 55(4):461-473
 - ** Maduración
 - ** Fisiología postcosecha, 55(4):461-473
 - ** Propiedades físico-químicas, 55(4):461-473
 - ** Respiración
 - ** Dióxido de carbono, 55(4):461-473
 - ** Procesamiento
 - ** Secado
 - ** Pulpa de frutas, 55(1):117-132
- * Jarabe de frutas, 55(1):117-132
- Mango, véase *Mangifera indica*
- Manilkara achras*
- * Floración
 - ** Fenología, 55(2):203-215
- * Variedades
 - ** Santiago, 55(2):203-215
 - ** Delfina, 55(2):203-215
- * Lema (planta)
 - ** Crecimiento, 55(2):203-215
 - ** Maduración, 55(2):203-215
- Marcadores moleculares, véase marcadores genéticos
- Materia orgánica del suelo
 - * Altitud, 55(1):461-473
- * Biomasa
 - ** Microorganismos
 - ** Respiración
 - ** Dióxido de carbono, 55(4):507-534
- * Cuencas hidrográficas
 - ** Río Maracay
 - ** Aragua, 55(4):507-534
- Medio de cultivo
 - * Cultivo de anteras
 - ** *Theobroma cacao*, 55(4):497-505
- Métodos Estadísticos
 - * Técnicas de predicción
 - ** Pronóstico del tiempo
 - ** Fincas experimentales
 - ** CENIAP, Aragua, 55(3):327-342
- México
 - * *Zea mays*
 - ** Experimentación en campo,
 - ** Herencia genética
 - ** Resistencia a la enfermedad, 55(3):429-446
- Microorganismos
 - * Biomasa
 - ** Cuencas hidrográficas
 - ** Río Maracay, Aragua, 55(4):507-534
 - ** Sucesión ecológica, 55(4):507-534
- Microscopia
 - * Anatomía de la planta
 - ** Hojas
 - ** *Oryza rufipogon*, 55(4):569-585

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** *Oryza sativa*, 55(4):569-585
- * Lema (planta)
 - ** *Manilkara achras*, 55(2):203-215
- Microscopia electrónica, véase Microscopia
- Mineralización
 - * Oxidorreductasa
 - ** Materia orgánica
 - ** Suelo, península de Paraguaná
 - ** Falcón, 55(2):217-232
- Modelos simulados, véase simulación
- Naranja, véase *Citrus sinensis*
- Níspero, véase *Manilkara achras*
- Organismos patógenos
 - * Resistencia a la enfermedad
 - ** *Citrus sinensis*
 - ** Carabobo, 55(2):265-288
- Oryza rufipogon*
 - * Hojas
 - ** Anatomía de la planta
 - ** Ciclo ontogenético, 55(4):569-585
- Oryza sativa*
 - * Altura, 55(1):83-101
 - * Biomasa, 55(1):83-101
 - * Calidad
 - ** Semillas
 - ** Certificación
 - ** Sector agroindustrial
 - ** Venezuela, 55(3):381-196
 - * Certificación de semillas
- ** Pureza
- ** Análisis enzimático
- ** Electroforesis, 55(3):381-196
- ** Isoenzimas, 55(3):381-196
- * Competencia vegetal
 - ** Arroz rojo, 55(1):83-101
- * Crecimiento, 55(1):83-101
- * Evaluación
 - ** Rendimiento
 - ** Cojedes, 55(1):7-34
 - ** Hojas
 - ** Anatomía de la planta
 - ** Ciclo ontogenético, 55(4):569-585
- * Macollamiento, 55(1):83-101
- * Semillas
 - ** Variedades
 - ** FONAIAP 200, 55(1):7-34; 83-101
 - ** *Zeta mays*, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Cojedes, 55(1):7-34; 83-101
- * Variedades
 - ** Araure 4, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Cimarrón, 55(3):381-396
 - ** FONAIAP 1, 55(3):381-396
 - ** Palmar, 55(3):381-396
- * Venezuela, 55(3):381-396
- Oxidorreductasa
 - * Actividad enzimática,
 - ** 55(2):217-232
 - * Materia orgánica
 - ** Suelo
 - ** Falcón, Península de Paraguaná, 55(2):217-232
 - * Mineralización, 55(2):217-232
- Parque Nacional Henri Pittier
 - * Cartografía
 - ** Aragua, 55(1):35-61

ÍNDICE DE MATERIAS

Persea americana

- * Híbridos F1
 - ** Fenología
 - ** Factores ambientales
 - ** Venezuela, 55(4):507-534
- * Variedades
 - ** Caja seca, 55(4):535-550
 - ** CENIAP-4, 55(4):535-550
 - ** Choquette, 55(4):535-550
- * Variedades
 - ** Figueroa, 55(4):535-550
 - ** Gripita-5, 55(4):535-550
 - ** Pollock, 55(4):535-550
 - ** Princesa, 55(4):535-550

Pimentón, véase *Capsicum annuum*

Sesbania

- * Abono verde
 - ** Siembra
 - ** *Oryza sativa*
 - ** Tierras inundables
- * Venezuela, 55(1):63-81
- * Características agronómicas, 55(1):63-81
 - ** Fijación de nitrógeno, 55(1):663-81
 - ** Nudosidades radiculares, 55(1):63-91

Portainjertos

- * Productividad
 - ** *Citrus sinensis*
 - ** Carabobo, 55(2):265-288
- * Resistencia a la enfermedad
 - ** Closterovirus tristeza del citrus
 - ** Carabobo, 55(2):265-288
- * Organismos patógenos, 55(2):265-288

Portuguesa

- * Asociación de agricultores, 55(3):343-361
- * *Zea mays*
 - ** Híbridos, 55(3):343-361
 - ** Rendimiento, 55(3):343-361

Potyvirus mosaico caña de azúcar

- * Resistencia a la enfermedad
 - ** *Saccharum*, 55(1):133-149
- * Síntomas
 - ** Clorosis, 55(1):133-149

Precipitación artificial

- * Erosión por el agua
 - ** Acrisoles
 - ** Guárico, 55(2):475-496

Pulpas de frutas

- * Procesamiento
 - ** Secado, 55(1):117-132
 - ** *Mangifera indica*, 55(1):117-132

RAPD

- * Clones
 - ** *Saccharum*
 - ** Caracterización molecular, 55(1):133-149
 - ** Maracadores genéticos, 55(1):133-149

Rendimiento de cultivos

- * *Oryza sativa*
 - ** Cojedes, 55(1):7-34

Respiración del suelo

- * Cuencas hidrográficas
 - ** Maracay, Aragua, 55(4):507-534
- * Vegetación

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Sabanas, 55(4):507-534
- ** Bosque nublado, 55(4):507-534
- ** Selva de galería 55(4):507-534
- Saccharosydne saccharivora*, véase bajo Delphacidae
- Saccharum*
 - * Cultivo *in vitro*
 - ** Mutación inducida
 - ** Radiación gamma, 55(1):133-149
 - * Potyvirus mosaico caña de azúcar
 - ** Resistencia a la enfermedad, 55(1):133-149
 - * Resistencia a la enfermedad
 - ** Variación genética, 55(1):133-149
- Saccharum officinarum*
 - * Delphacidae
 - ** *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Evaluación
 - ** Infestación, 55(4):553-567
 - ** Hojas, 55(4):553-567
 - ** Táchira, 55(4):553-567
 - * Siembra en líneas
 - ** Fincas experimentales, 55(4):553-567
 - * Variedades
 - ** B67-49, 55(4):553-567
 - ** B74-118, 55(4):553-567
 - ** B80-529, 55(4):553-567
 - ** B80-549, 55(4):553-567
 - ** B81-49, 55(4):553-567
 - ** V71-39, 55(4):553-567
 - ** V75-6, 55(4):553-567
- Semilla certificada, véase Certificación de semillas
- Sesbania exasperata*
 - * Crecimiento, 55(1):63-81
 - * Nodulación, 55(1):63-81
 - ** Tierras inundadas
 - ** Venezuela, 55(1):63-81
- Sesbania punicea*
 - * Crecimiento, 55(1):63-81
 - * Nodulación, 55(1):63-81
 - ** Tierras inundadas
 - ** Venezuela, 55(1):63-81
- Sesbania sericea*
 - * Crecimiento, 55(1):63-81
 - * Nodulación, 55(1):63-81
 - ** Tierras inundadas
 - ** Venezuela, 55(1):63-81
- Siembra
 - * *Oryza sativa*
 - ** Abono verde
 - ** Tierras inundables
 - ** Venezuela, 55(1):63-81
 - ** Evaluación
 - ** Rendimiento
 - ** Cojedes, 55(1):7-34
 - ** Variedades
 - ** FONAIAP 2000, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Zeta 15, 55(1):7-34; 83-101
- Siembra directa
 - * *Zea mays*
 - ** Control químico
 - ** Malezas
 - ** Aragua, 55(3):363-380
- Siembra en líneas
 - * *Capsicum annum*
 - ** Aumento de producción
 - ** Abonos orgánicos
 - ** Bolívar, 55(3):411-427
 - * *Saccharum officinarum*

Sesbania exasperata

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Evaluación
 - ** Delphacidae
 - ** *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Fincas experimentales
 - ** Táchira, 55(4):553-567
- Simulación
- * Agricultura
 - ** Sostenibilidad, 55(2):163-181
- Sistemas de explotación
- * Sostenibilidad
 - ** Venezuela, 55(2):163-181
 - * *Zea mays*
 - ** Híbridos
 - ** Rendimiento
 - ** Guárico, 55(3):343-361
 - ** Portuguesa, 55(3):343-361
- Sistema de información geográfica
- * Aragua, 55(1):335-61
 - * Bases de datos
 - ** Cartografía
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
 - * Cuencas hidrográficas
 - ** Acueducto
 - ** Aragua, El Limón - Maracay, 55(2):233-263
 - * Desviación del uso de la tierra
 - ** Fincas experimentales
 - ** Universidades
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
 - * Fotografía
 - ** Reconocimiento aéreo
 - ** Tierras agrícolas, 55(2):183-201
 - ** Utilización de la tierra, 55(2):183-201
 - ** Aragua, 55(2):183-201
 - * Programas de ordenador
- ** Evaluación
 - ** Hidrografía, 55(1):35-61
 - ** Infraestructura, 55(1):35-61
 - * Tenencia
 - ** Fincas experimentales
 - ** Universidades, 55(1):35-61
- Sistemas de producción, véase sistemas de explotación
- Sostenibilidad
- * Venezuela
 - ** Agricultura
 - ** Simulación, 55(2):163-181
 - ** Sistemas de explotación, 55(2):163-181
- Táchira
- * Fincas experimentales
 - ** Siembra en líneas
 - ** *Saccharum officinarum*
 - ** Infestación
 - ** Delphacidae
 - ** *Saccharosydne saccharivora*
 - ** Evaluación, 55(4):553-567
- Tenencia
- * Fincas experimentales
 - ** Universidades
 - ** Venezuela, 55(2):289-313
- Tenencia de la tierra, véase tenencia
- Theobroma cacao*
- * Biotecnología vegetal, 55(4):497-505
 - * Cultivo de anteras
 - ** Callogénesis
 - ** Inhibidores del crecimiento
 - ** Caseína, 55(4):497-505
 - * Medio de cultivo
 - ** Callo, 55(4):497-505

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Cultivo de tejidos,
55(4):497-505
- * Reproducción asexual,
55(4):497-505
 - ** Biotecnología vegetal,
55(4):497-505
- * Variedades
 - ** OC 61, 55(4):497-505
- Tierras agrícolas
- * Sistemas de información geográficas
 - ** Aragua, 55(2):183-201
- Topografía
- * Tierras agrícolas
 - ** Aragua, 55(2):183-201
- Transferencia de tecnología
- * Agricultores
 - ** Difusión de información
 - ** Venezuela, 55(2):163-181
- Tristeza del cultivo, véase Closterovirus tristeza del citrus
- Ultisoles, véase Acrosoles
- Uso de la tierra, véase Utilización de la tierra
- Utilización de la tierra
- * Sistemas de información geográfica
 - ** Aragua, 55(2):183-201
- Variabilidad genética, véase Variación genética
- Variedades
- * *Capsicum annuum*
 - ** Júpiter, 55(3):411-437
- * *Citrus sinensis*
 - ** California, 55(2):265-288
- * *Manilkara achras*
 - ** Delfina, 55(2):203-215
 - ** Santiago, 55(2):203-215
- * *Oryza sativa*
 - ** Araure 4, 55(3):381-396
 - ** Cimarrón, 55(3):381-396
 - ** FONAIAP 1, 55(3):381-396
 - ** FONAIAP 2000,
55(1):7-34; 83-101
 - ** Palmar, 55(3):381-396
 - ** Zeta 15, 55(1):7-34; 83-101
- * *Oryza sativa*
 - ** Siembra
 - ** Evaluación
 - ** Rendimiento
 - ** Zeta 15, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Cojedes, 55(1):7-34; 83-101
 - ** Venezuela, 55(3):381-396
- * *Saccharum officinarum*
 - ** B67-49, 55(4):553-567
 - ** B74-118, 55(4):553-567
 - ** B80-529, 55(4):553-567
 - ** B80-549, 55(4):553-567
 - ** B81-49, 55(4):553-567
 - ** V71-39, 55(4):553-567
 - ** V75-6, 55(4):553-567
- Vegetación
- * Incendios, riesgo
 - ** Parque Nacional Henri Pittier
 - ** Aragua, 55(1):35-61
- Venezuela
- * Agricultores
 - ** Capacitación
 - ** Desarrollo rural integrado,
55(2):163-181
 - ** Sostenibilidad,

ÍNDICE DE MATERIAS

- 55(2):163-181
 - ** Transferencia de tecnología
 - ** Difusión de información, 55(2):163-181
- * Cartografía, 55(2):289-313
- * Desarrollo rural integrado
 - ** Agricultores
 - ** Capacitación, 55(2):163-181
- * Desviación del uso de la tierra, 55(2):289-313
- * Factores ambientales
 - ** Fenología
 - ** *Persea americana*, (55(4):507-534
- * Fincas experimentales, 55(2):289-313
- * Sesbania
 - ** Abono verde, 55(1):63-81
- * Sistemas de información geográfica, 55(2):289-313
- * Tenencia, 55(2):289-313
- * Variedades
 - ** *Oryza sativa*
 - ** Araure 4, 55(3):381-396
 - ** Cimarrón, 55(3):381-396
 - ** FONAIAP1, 55(3):381-396
 - ** Palmar, 55(3):381-396
- Yema (planta)
 - * *Manilkara achras*
 - ** Floración, 55(2):203-215
 - ** Microscopía, 55(2):203-215
- Zea mays*
 - * Análisis de costos y beneficios
 - ** Asociación de agricultores
 - ** Guárico, 55(3):343-361
 - ** Portuguesa, 55(3):343-361
 - * Certificación de semillas
 - ** Híbridos
 - ** Compra
 - ** Asociación de agricultores, 55(3):343-361
 - ** Guárico, 55(3):343-361
 - ** Portuguesa, 55(3):343-361
- * Enfermedades fungosas
 - ** *Fusarium*, 55(3):429-446
- * Evaluación
 - ** Características agronómicas, 55(1):103-116
- * Fitomejoramiento
 - ** Aragua, 55(1):103-116
- * Granos
 - ** Calidad de procesamiento, 55(3):397-410
 - ** Calidad proteico, 55(3):397-410
 - ** Contenido proteico, 55(3):397-410
- * Herencia genética
 - ** Endogamia, 55(3):429-446
 - ** Genes dominantes, 55(3):429-446
 - ** Interacción de genes, 55(3):429-446
 - ** Resistencia a la enfermedad, 55(3):429-446
 - ** Vigor híbrido, 55(3):429-446
- * Hibridación intraespecífica
 - ** Experimentación en campo
 - ** Aragua, 55(1):103-116
- * Híbridos
 - ** Caracteres de rendimiento, 55(3):397-410
 - ** Características agronómicas, 55(3):397-410
 - ** Estabilidad genética, 55(3):397-410
- * Rendimiento
 - ** Sistemas de explotación
 - ** Guárico, 55(3):343-361

ÍNDICE DE MATERIAS

- ** Portuguesa, 55(3):343-361
- * Híbridos F₁
 - ** Rendimiento, 55(1):103-116
- * Híbridoa F₂
 - ** Rendimiento
 - ** FM-6 (FONAIAP),
 - ** Himeca exp. 395, 55(1):103-116
 - ** Himeca 92, 55(1):103-116
 - ** PB-8 (FONAIAP), 55(1):103-116
- * Interacción genotipo ambiente, 55(1):103-116
- * México, 55(3):429-446
- * Rendimiento
 - ** Evaluación
 - ** Métodos estadísticos, 55(3):397-410
 - ** Venezuela, 55(3):397-410
- * Selección recurrente
 - ** Vigor híbrido
- ** Resistencia a la enfermedad, 55(3):429-446
- * Siembra directa
 - ** Control químico
 - ** Malezas
 - ** Rendimiento
 - ** Aragua, 55(3):363-380
- * Valor nutritivo
 - ** Harina de maíz
 - ** Alimentación de los animales, 55(3):397-410
 - ** Alimentación humana, 55(3):397-410
 - ** Vírosis
 - ** Síntomas, 55(3):429-446
 - ** Vectores
 - ** *Dalbulus*, 55(3):429-446
 - ** *Graminella*, 55(3):429-446
 - ** *Stirellus*, 55(3):429-446

AGRONOMIA 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 en un disquette transcrito en MS Word 6,0 o superiores.

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.

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 2^{do} y apellidos completos. Después de los nombres se usarán asteriscos para identificar al pie de página el cargo, la institución y dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o sigla entre paréntesis. Al pie de página puede identificarse, si es necesario, la institución que financió el trabajo, o si es parte de una tesis de grado.

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

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

Introducción. Debe estar formada por una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; igualmente debe incluir 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 deben 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.

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 asteriscos 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 Harvard 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,	μ m (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,	μ g (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.

Composición: Carmen Elena Solórzano
Montaje: Nury Castillo
Fotolito: Mario Pino
Impresión: Juan Salas

Impreso en el Taller Gráfico del INIA
Maracay, estado Aragua, Venezuela
Agosto de 2006

