

# Calidad poscosecha en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados con *Colletotrichum gloeosporioides* y tratados con extractos vegetales

Post harvest quality of mango fruits (*Mangifera indica* L.) inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides* and treated with plant extracts

**Karina BOLÍVAR<sup>1</sup>, María Elena SANABRIA<sup>1</sup>, Dorian RODRÍGUEZ<sup>✉1</sup>, Dilcia ULACIO<sup>1</sup>,  
María de CAMACARO<sup>2</sup>, Luís J. CUMANA<sup>3</sup> y Oscar CRESCENTE<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Fitopatología y <sup>2</sup>Programa de Horticultura, Postgrados de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Cabudare, estado Lara, Venezuela y <sup>3</sup>Universidad de Oriente. Núcleo de Sucre. Escuela de Ciencias. Cumaná, estado Sucre, Venezuela. E-mails: mesanabria@ucla.edu.ve, rdorian@ucla.edu.ve y dulacio@ucla.edu.ve. ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 10/06/2008                      Fin de primer arbitraje: 14/05/2009                      Primera revisión recibida: 14/07/2009  
Fin de segundo arbitraje: 27/07/2009                      Segunda revisión recibida: 30/07/2009                      Aceptado: 30/07/2009

## RESUMEN

El uso de los extractos vegetales (EV) en el control de enfermedades ha tomado auge en los últimos años y su aplicación constituye una alternativa importante en frutas para consumo fresco. En este sentido, el objetivo de esta investigación consistió en determinar el efecto de la aplicación de los EV de *Azadirachta indica*, *Phyllanthus niruri*, *Calotropis procera*, *Lippia origanoides*, *Gliricidia sepium* y *Heliotropium indicum* sobre la calidad de frutas de mango (*Mangifera indica* L.) durante la poscosecha. En la determinación del efecto de los EV sobre las variables físicas y químicas, se utilizaron frutos de mango ‘bocado’ inoculados con *Colletotrichum gloeosporioides*, cosechados en estado de madurez fisiológica, organizados en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y 13 tratamientos con los diferentes extractos, utilizando como testigo, frutos sin inocular inmersos en agua destilada. Los resultados obtenidos mostraron que las variables físicas: diámetro polar, ecuatorial y la pérdida de masa fresca, así como, las variables químicas no se vieron afectados significativamente por la presencia del hongo ni por la aplicación de los EV utilizados. A medida que avanzó el proceso de maduración, la tendencia del contenido de sólidos solubles totales (SST) y la relación SST/Acidez se incrementaron, mientras que los valores de acidez disminuyeron. La apariencia de los frutos tratados con EV se vio en menor proporción afectada por la presencia de *C. gloeosporioides*, en relación al tratamiento testigo. En conclusión, la calidad de los mangos no parece verse afectada al aplicar extractos vegetales para controlar la antracnosis.

**Palabras clave:** Extractos vegetales, mango, calidad de fruto.

## ABSTRACT

Using plant extracts (EV) to control plant diseases has increased in the last few years and its application is an important alternative in fresh fruits consumption. The objective of this research was to determine the effect of applying EV of ‘nim’ (*Azadirachta indica*), ‘flor escondida’ (*Phyllanthus niruri*), ‘algodón de seda’ (*Calotropis procera*), ‘orégano silvestre’ (*Lippia origanoides*), ‘mata ratón’ (*Gliricidia sepium*) and ‘rabo de alacrán’ (*Heliotropium indicum*) on mango (*Mangifera indica*) fruit quality at postharvest. Physiologically mature fruits were inoculated with *C. gloeosporioides* and placed in a completely random design with four replicates and 13 treatments of the different EV; water was used as a control treatment. Results showed that physic variables: polar and equatorial diameter, fresh matter loss as well as the chemical variables were not significantly affected by the presence of the fungus neither the EV application; although fresh matter tended to diminish in time. As maturity process progressed, total soluble solids (SST) and SST/Acidity relation increased, while acidity values diminished. Appearance of EV treated fruits was less affected by the presence of *C. gloeosporioides*, compared to the control. In conclusion, mango fruits quality seems no to be affected by using plant extracts to control anthracnose.

**Key words:** Vegetal extracts, mango, fruit quality.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico, los cultivos son afectados por enfermedades que causan pérdidas económicas significativas y el principal método de control se ha

basado en el uso de agroquímicos, con las consecuencias negativas para el medio ambiente, los animales y el hombre. Este método, parece haber perdido su eficacia debido a la generación de resistencia, por parte de los agentes que las ocasionan

(Ribeiro y Bendendo, 1999; Stauffer *et al.* 2000). Asimismo, en la actualidad se estudian alternativas de control biológico, entre las cuales está el uso de extractos vegetales (EV), demostrándose el efecto positivo que pueden tener sobre el crecimiento de organismos fitopatógenos, tales como los hongos, tanto *in vivo* como *in vitro* (Ribeiro y Bendendo, 1999; Stauffer *et al.* 2000; Zapata *et al.* 2003; Amorim *et al.* 2004; Rodríguez y Sanabria, 2005).

El mango (*Mangifera indica* L.) es de gran importancia económica a nivel mundial (Dantas *et al.* 2002). En Venezuela, es el cultivo frutícola que tiene mayor consumo, con una superficie de siembra de 9.500 ha, con periodos de almacenamiento muy cortos y con acelerados procesos de deshidratación, por lo que su comercialización y mercadeo, especialmente para exportación, exigen una excelente calidad (Laborem *et al.* 2002).

Umaña (1996) consideró que entre los métodos tradicionales de reducir la incidencia de las pudriciones en los frutos en poscosecha están el uso de la refrigeración, la aplicación de productos químicos y, más recientemente, el manejo integrado. Con respecto a los fungicidas, son pocos los de baja toxicidad durante este periodo y escasas las perspectivas de nuevos ingredientes activos en el mercado; aunado a esto, se han detectado cepas resistentes a algunos de los disponibles o son poco efectivos para controlar las enfermedades durante la poscosecha. Los extractos vegetales se han utilizado con éxito para el manejo de plagas agrícolas y representan un potencial para la protección de frutas durante la poscosecha (Hernández *et al.* 2007).

Los vegetales producen una diversidad de compuestos orgánicos como parte de su metabolismo, los metabolitos secundarios (MS) (Croteau *et al.* 2000) que son el resultado de la coevolución entre plantas y otros entes vivos, donde se incluyen virus, bacterias, nemátodos, insectos y mamíferos (Rausher, 2001; Theis y Lerda, 2003) y sus propiedades químicas han sido investigadas ampliamente desde mediados del siglo XIX (Croteau *et al.* 2000). El reconocimiento de las propiedades de los MS ha conducido a la búsqueda de nuevos fármacos, antibióticos, insecticidas y herbicidas tales como los piretroides sintéticos (Kurihara *et al.* 1997; Reigart y Roberts, 1999), la azadiractina, la nicotina, la rotenona, la sabadilla y la ryanina (Reigart y Roberts, 1999; Buss y Park-Brown, 2002).

A partir de las semillas del ‘nim’ (*Azadirachta indica* A. Juss.), un árbol nativo de la India, se obtiene aceite, el cual ha sido señalado con actividad insecticida y fungicida, con baja toxicidad para los mamíferos y además biodegradable (Buss y Park-Brown, 2002). El ‘algodón de seda’ (*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton), el ‘orégano silvestre’ (*Lippia origanoides* Kunth) y ‘mata ratón’ (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) han sido utilizados con éxito en el control de *Spongospora subterranea*, patógeno causante de la sarna polvorienta de la papa (Bittara *et al.* 2009). Estas plantas, conjuntamente con el ‘rabo de alacrán’ (*Heliotropium indicum* L.), fueron evaluadas para el control de la rizoctoniosis, la mancha sureña de maíz y los patógenos que las causan (Rodríguez y Sanabria, 2005).

Los EV han demostrado ser efectivos en el manejo de fitopatógenos, sin embargo, es escasa la información relacionada con el efecto de estos sobre las características físicas y químicas de la calidad de los frutos. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la aplicación de los extractos etanólicos (EE) de seis plantas sobre la calidad poscosecha de frutos de mango inoculados con *C. gloeosporioides*. El efecto de los extractos sobre el daño causado por el patógeno en los frutos fue reportado en otro trabajo (Bolívar *et al.* 2009).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los extractos etanólicos se obtuvieron en el laboratorio de Microtecnia, la cepa del hongo *C. gloeosporioides* se obtuvo de la colección del Laboratorio de Micología y los análisis de calidad se efectuaron en el laboratorio de Poscosecha de los Postgrados de Agronomía de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, en Tarabana, Municipio Palavecino, estado Lara. En la obtención de los EE de hojas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), flor escondida (*Phyllanthus niruri* L.), algodón de seda (*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton), orégano silvestre (*Lippia origanoides* Kunth), mata ratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) y rabo de alacrán (*Heliotropium indicum* L.), se utilizaron hojas aparentemente sanas y plenamente desarrolladas colectadas en diferentes localidades del estado Lara, las cuales se secaron a la sombra y se pulverizaron en una licuadora convencional Oster<sup>MR</sup>. El polvo resultante se maceró en etanol 96% por 24h, se filtró y se realizó la extracción del crudo por destilación en un rotavapor Brinkmann<sup>MR</sup>. Este proceso se repitió hasta que el líquido filtrado no

presentó coloración alguna. El EE se guardó en botellas ámbar a 15°C, hasta su utilización (Marcano y Hasegawa, 2002).

Los frutos de mango se colectaron en las plantaciones del campo experimental del Decanato de Agronomía, en estado de madurez fisiológica, según la metodología de Mitra y Baldwin (1977), con características homogéneas de color, tamaño, peso y sin daños físicos aparentes. Posteriormente, fueron lavados con agua corriente y jabón, se secaron y se sumergieron por 3 minutos en los EE de las seis plantas, diluidos a una concentración de 2,5%.

Para la inoculación, se realizaron tres punciones de 2 mm de profundidad a los mangos con una aguja de disección, luego se colocaron tres gotas (150 µL) de una suspensión de inóculo de *C. gloeosporioides*, a una concentración de  $6 \times 10^6$  conidios·mL<sup>-1</sup>, en los orificios. Luego de 1h, los mangos inoculados fueron sometidos a los tratamientos con los EE por 3 min. El experimento fue organizado en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, con 10 mangos por repetición, donde los tratamientos y los testigos se organizaron de la manera siguiente: T1: Fruto inmerso en agua destilada, T2: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de nim, T3: Fruto inmerso en EE de nim, sin inocular, T4: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de flor escondida, T5: Fruto inmerso en EE de flor escondida, sin inocular, T6: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de algodón de seda, T7: Fruto inmerso en EE de algodón de seda, sin inocular, T8: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de orégano silvestre, T9: Fruto inmerso en EE de orégano silvestre, sin inocular, T10: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de mata ratón, T11: Fruto inmerso en EE de mata ratón, sin inocular, T12: Fruto inoculado con el hongo e inmerso en EE de rabo de alacrán y T13: Fruto inmerso en EE de rabo de alacrán, sin inocular.

Los frutos tratados se colocaron en cajas plásticas y las mismas se mantuvieron en el laboratorio una temperatura promedio de  $25 \pm 3$  °C. El período de evaluación fue de 11 días, tomando en cuenta lo establecido por Lakshminarayana (1973), en el sentido de que este fruto, después de cosechado tiene una vida de almacenamiento muy corta, la cual oscila entre los 10 y 12 días, a temperatura ambiente.

### Determinación de las variables físicas

Dimensiones de los frutos (diámetro polar y ecuatorial en milímetros) y pérdida de masa (g) se realizó para cada fruto individual, a los 2, 4, 7, 9 y 11 días durante la ejecución del ensayo, utilizando para ello una balanza de precisión y un vernier digital, respectivamente. Otra variable determinada fue la apariencia del fruto en función del grado de brillo, turgencia, marchitez y aspecto general, para lo cual se utilizó la escala propuesta por Zambrano y Materano (1999) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de apariencia del fruto de mango (*Mangifera indica*) en función del grado de brillo, turgencia, marchitez y aspecto general.

Escala	Descripción
1	No aceptable
2	Medianamente aceptable
3	Aceptable comercialmente
4	Bueno
5	Excelente

### Las variables químicas

Contenido de sólidos solubles totales (SST) (°Brix), pH, acidez (miligramos de ácido cítrico·100 g<sup>-1</sup> de masa fresca) se determinaron en los frutos de mango sometidos a los tratamientos anteriormente descritos y se realizaron mediciones individuales para cada uno en los mismos períodos de evaluación anterior. Para el pH, se pesaron 10 g del licuado del mesocarpio para cada fruto y la medición se realizó directamente utilizando un potenciómetro.

En cuanto al contenido de sólidos solubles totales (°Brix), una gota del filtrado obtenido a partir del licuado del mesocarpio del fruto, se colocó en el sensor de un refractómetro digital Atago<sup>MR</sup>, tomándose la lectura directamente. Para la determinación de la acidez titulable, se pesaron 10 g del licuado del mesocarpio del fruto, se diluyeron en 50 mL de agua destilada, se tituló con NaOH (0,1N), hasta pH 8.1. Los resultados de la acidez se expresaron como miligramo·100 g<sup>-1</sup> de muestra fresca de ácido cítrico. Los resultados de las variables físicas y químicas de calidad de los frutos fueron sometidos al análisis de varianza y prueba de medias según Tukey (p=0.05), utilizando el programa estadístico Statistix 8.0.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Pérdida de masa fresca**

**Variables físicas de frutos de mango**

**Diámetro polar y ecuatorial**

No se presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos para las variables diámetro polar y ecuatorial de los frutos de mango sometidos al efecto de los EE evaluados durante la poscosecha. De manera general, se pudo observar una pequeña disminución de estos valores a medida que transcurrían los días del ensayo, manteniéndose entre 70 y 78 mm, para la primera variable y entre 56 y 63 mm, para la segunda, probablemente debido a la deshidratación por pérdida de agua (Cuadros 2 y 3).

En base a los resultados obtenidos, se pudo demostrar que el diámetro polar y ecuatorial de los frutos de mango no se vieron afectados significativamente ( $P > 0,05$ ) por la presencia del hongo, ni por la aplicación de los EE utilizados, evidenciándose que la escogencia de los mismos, previa al inicio del ensayo fue homogénea en cuanto a tamaño.

Cuadro 2. Diámetro polar (mm) de frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia organoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)				
	2 ns	4 ns	7 ns	9 ns	11 ns
Solo agua	70,4	70,0	70,2	70,2	69,2
Nim+hongo	76,9	76,1	75,7	76,4	75,2
Solo Nim	76,0	77,1	76,8	76,3	76,3
Fe+hongo	74,6	74,4	73,5	73,7	73,2
Solo Fe	74,9	75,1	74,8	74,5	74,7
As+hongo	77,1	76,9	76,2	77,5	77,0
Solo As	78,8	78,6	77,5	77,4	77,6
Os+hongo	76,9	77,7	77,1	77,2	76,6
Solo Os	76,1	76,5	76,7	76,7	75,5
Mr+hongo	71,2	71,0	71,0	70,0	70,1
Solo Mr	77,5	77,6	77,3	77,2	76,9
Ra+hongo	72,8	72,9	72,8	72,5	72,4
Solo Ra	72,3	72,0	71,8	71,8	71,4

Promedios obtenidos a partir de dos repeticiones del ensayo. ns = No significativo ( $p > 0,05$ )

Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de la primera a la cuarta evaluación y no significativa en la quinta (Cuadro 4). A los 2 días de iniciado el ensayo, los valores mas bajos de pérdida de masa fresca se presentaron en aquellos frutos inoculados y tratados con EE de algodón de seda (T6), seguido por los que se trataron con orégano silvestre (T8) y mata ratón (T10). Los valores mas altos de esta variable se observaron en los tratados con EE de nim (T3); rabo de alacrán (T13); solo con agua (T1) y nim+hongo (T2), rabo de alacrán+hongo (T12) y por último flor escondida+hongo.

Los resultados muestran una tendencia a disminuir la masa fresca a medida que avanza el periodo del ensayo, esto debido a la pérdida de agua y deshidratación a través del proceso de transpiración y senescencia natural en el tiempo. Según Pérez *et al.* (1996), estos resultados pueden ser atribuidos al avance del proceso de maduración y a la temperatura de almacenamiento, ya que ambos factores son determinantes de la calidad poscosecha de los frutos. Asimismo, una vez transcurridos los 11 días del ensayo, el fruto, después de cosechado, tiene una vida

Cuadro 3. Diámetro ecuatorial (mm) de frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia organoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)				
	2 ns	4 ns	7 ns	9 ns	11 ns
Solo agua	58,6	58,5	58,8	58,7	54,8
Nim+hongo	62,6	62,3	62,1	62,1	61,7
Solo Nim	60,6	60,0	60,2	59,8	59,4
Fe+hongo	61,0	61,3	61,4	61,6	61,4
Solo Fe	61,4	60,9	60,9	60,5	60,3
As+hongo	63,8	63,5	62,6	63,1	62,5
Solo As	62,2	61,6	61,3	60,8	60,1
Os+hongo	63,0	62,9	62,5	62,8	62,2
Solo Os	62,2	61,7	61,5	61,0	59,7
Mr+hongo	58,2	57,1	57,1	57,4	56,6
Solo Mr	62,6	62,2	62,1	61,3	60,8
Ra+hongo	59,5	58,8	58,7	58,6	58,4
Solo Ra	59,5	59,3	59,3	58,6	58,5

Promedios obtenidos a partir de dos repeticiones del ensayo. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ).

de almacenamiento de 10 a 12 días, es decir en esta etapa comienzan a sufrir daños que van a depender también de la variedad y de las condiciones del almacenamiento (Lakshminarayana, 1973), donde los frutos almacenados a temperaturas altas ( $\pm 28$  °C) presentan las mayores pérdidas de masa fresca según lo reportado para piña por Pérez *et al.* (1996) y para mango bocado por Valor y Manzano (2000).

### Evaluación de la apariencia en los frutos de mango.

La apariencia de los frutos de mango fue evaluada en función del grado de brillo, turgencia, marchitez y aspecto general. En la primera evaluación, todos presentaron una excelente apariencia con características homogéneas de color, masa y tamaño (Cuadro 5). En general, de la segunda a la quinta evaluación, los frutos no inoculados con el hongo, pero si inmersos en los EE (T1, T3, T5, T7, T9, T11 y T13) permanecieron siempre a un grado mayor al transcurrir las evaluaciones, siendo más sobresalientes el T1 en la evaluaciones 2 y 3, igualándose después en la 4 y 5. Los frutos inoculados con el hongo e inmersos en el EE (T2, T4, T6, T8, T10 y T12) disminuyeron su apariencia en las últimas dos evaluaciones. Estos resultados pueden atribuirse a la presencia del hongo, logrando esto afectar al fruto, por cuanto se tornó opaco, con manchas negras y a medida que avanzaba el grado de madurez mostraba podredumbre. Los EE también

jugaron un papel importante en este ensayo permaneciendo los frutos tratados con los mismos, con una apariencia aceptable comercialmente hasta el final.

Para el consumidor, la calidad esta asociada a una buena apariencia del fruto y muchos productores le dan importancia a la misma, principalmente la no presencia de defectos visuales; así mismo, el cultivar debe ofrecer altos rendimientos, resistencia al ataque del patógeno, al transporte y facilidad de cosecha. Es importante señalar que una buena apariencia no necesariamente significa buen sabor y calidad nutricional, es por ello que no solo debe tomarse en cuenta el aspecto externo del fruto al momento de reflejar las preferencias del consumidor (Flores, 2000).

### Variables químicas de calidad de los frutos de mango

#### pH

Los valores de pH obtenidos son muy similares entre si para las evaluaciones respectivas (Cuadro 6), lo que demostró que no hubo alteraciones en los frutos al ser tratados con los EE, ni por efecto de la inoculación del hongo *C. gloeosporioides*. Sin embargo, se presentó diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ) a los 2 y 9 días después de iniciado el ensayo. En la primera, los valores de pH para aquellos

Cuadro 4. Pérdida de masa fresca (gramos) en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia organoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)									
	2		4		7		9		11 ns	
Solo agua	0,90	ab	0,50	bc	0,60	bc	0,55	ab	3,40	
Nim+hongo	0,65	ab	0,55	bc	0,55	bc	0,35	ab	0,65	
Solo Nim	1,00	ab	0,75	abc	1,05	bc	0,40	ab	0,60	
Fe+hongo	0,40	ab	0,20	bc	0,10	c	0,15	b	0,45	
Solo Fe	1,20	a	0,70	abc	0,80	bc	0,50	ab	1,00	
As+hongo	0,10	b	0,25	bc	0,55	bc	0,10	b	0,40	
Solo As	0,85	ab	0,70	abc	0,75	bc	0,35	ab	0,70	
Os+hongo	0,15	b	0,30	bc	0,45	bc	0,35	ab	0,15	
Solo Os	1,30	a	0,90	ab	1,00	bc	1,10	ab	5,60	
Mr+hongo	0,20	b	0,15	c	0,25	bc	0,35	ab	2,35	
Solo Mr	1,15	a	1,35	a	2,40	a	1,65	a	2,25	
Ra+hongo	0,45	ab	0,50	bc	1,30	ab	0,70	ab	2,25	
Solo Ra	0,95	ab	0,70	abc	1,15	ab	0,35	ab	0,60	

Promedio provenientes de dos repeticiones por tratamiento. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ); Medias con las mismas letras no difieren significativamente en las pruebas de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

frutos inoculados con el hongo y en presencia del EE de flor escondida, rabo de alacrán, orégano silvestre y mata ratón; los no inoculados y en presencia de EE de orégano silvestre y rabo de alacrán, mostraron valores comprendidos entre 4 y 5, comparados con aquellos que sólo tenían agua cuyo pH fue de 3,5. En general, en este ensayo se observó que los valores de pH aumentaron con el tiempo de almacenamiento (11 días) a temperatura ambiente, estos resultados coinciden con los obtenidos para mango bocado por Valor y Manzano (2000). Pérez *et al.* (1996) obtuvieron los mayores valores de pH a temperaturas ambiente y en los estados de madurez mas avanzados para frutas de piña. Igualmente, Manzano y Cañizares (1999) reportaron los mayores valores de pH a  $\pm 28$  °C y los mismos aumentaron con el tiempo de almacenamiento de 3,40 a 3,82.

**Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)**

Los valores promedios de SST fueron muy similares para las evaluaciones por día, con lo que se demostró que la misma no se alteró al tratarlos con los EE de las plantas, ni por la presencia del hongo (Cuadro 7). Los valores de SST se incrementaron a medida que avanzaba el estado de madurez de los frutos y/o el tiempo de almacenamiento; los valores estuvieron comprendidos entre 6,6 y 14,75° Brix, los cuales se correspondieron con los señalados para el mango criollo bocado por Valor y Manzano (2000) y

Cuadro 5. Apariencia física de los frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia origanoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).Escala según Zambrano y Materano (1999).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)				
	2	4	7	9	11
Solo agua	5	4	4	3	1,5
Nim+hongo	5	2	2	1	1
Solo Nim	5	3	3	3	2
Fe+hongo	5	2	2	1	1
Solo Fe	5	3	3	3	1,5
As+hongo	5	2	2	1	1
Solo As	5	3	3	3	2
Os+hongo	5	3	3	1	1
Solo Os	5	3	3	3	3
Mr+hongo	5	2	2	1	1
Solo Mr	5	3	3	3	3
Ra+hongo	5	2	2	1	1
Solo Ra	5	3	3	3	3

Cuadro 6. Valores de pH en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia origanoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)				
	2	4 ns	7 ns	9	11 ns
Solo agua	3,54 b	4,54	4,94	5,14 ab	4,74
Nim+hongo	3,78 ab	4,99	4,89	5,25 ab	5,43
Solo Nim	3,85 ab	4,71	4,90	5,27 ab	5,42
Fe+hongo	4,15 a	4,86	5,16	5,36 ab	3,72
Solo Fe	3,91 ab	4,42	4,90	5,39 ab	5,52
As+hongo	4,02 ab	4,70	4,93	4,47 b	4,94
Solo As	3,86 ab	4,35	5,16	4,82 ab	5,60
Os+hongo	4,05 a	4,78	5,25	5,46 a	5,53
Solo Os	4,07 a	4,98	4,87	4,79 ab	4,81
Mr+hongo	4,05 a	4,22	5,09	5,19 ab	4,85
Solo Mr	3,91 ab	4,44	4,85	5,42 a	5,22
Ra+hongo	4,09 a	4,71	4,89	5,65 a	5,33
Solo Ra	4,15 a	4,53	4,66	5,35 ab	6,34

Promedio provenientes de dos repeticiones por tratamiento. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ); Medias con las mismas letras no difieren significativamente en las pruebas de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

fueron inferiores a 18,02 °Brix reportado para el mismo tipo de mango por Aular y Rodríguez (2005). Del mismo modo, Zambrano *et al.* (2000) determinaron valores similares (7,06 a 10,09 °Brix) en las variedades de mango Palmer, Keitt, Spring Fels, Kent y Andersson, almacenados a 13 °C y durante 18 días.

Al noveno día de iniciado el ensayo, se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, siendo el mayor valor de SST para aquellos frutos sin inocular con el hongo y tratados con el EE de nim, con un valor de 14,75 °Brix, mientras que el menor valor (7,150 °Brix) se obtuvo en aquellos inoculados y tratados con el EE de algodón de seda. El resto de los tratamientos se comportó de forma similar y con valores comprendidos entre 7,50 y 13,80 °Brix; ésta diferencia podría atribuirse al grado de madurez avanzado que presentaban los frutos de mango al momento de la evaluación y sugiere la degradación del almidón a azúcar (Zambrano *et al.* 2000).

Según Camacho y Ríos (1972), el contenido de SST en mango debe oscilar entre 9 y 15, por lo tanto aquellos obtenidos por debajo de primer valor deben considerarse como bajos, sin embargo, habría que considerar la variedad y la temperatura de almacenamiento.

### Acidez

Los valores promedios determinados para la variable acidez son muy similares en todas las evaluaciones, no presentando diferencias entre ellos (Cuadro 8), con lo que se demuestra que la aplicación de los EE y la inoculación con el patógeno no tuvo ningún efecto sobre la variable. En general, se observó una disminución paulatina de los valores de acidez, en función del estado de madurez del fruto y/o a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento. Los valores estuvieron comprendidos entre 0,051 y 1,158 mg de ácido cítrico·100g<sup>-1</sup>; rangos similares a los reportados por Valor y Manzano (2000) en mango bocado (0,16mg de ácido cítrico·100g<sup>-1</sup> de muestra). Sin embargo, esta cuarta evaluación se realizó al noveno día y presentó significancia entre los tratamientos, obteniéndose el mayor valor 0,275 mg de ácido cítrico·100g<sup>-1</sup> en aquellos frutos inoculados con el *C. gloeosporioides* y en presencia del EE de algodón de seda; en su defecto se obtuvo menor valor de acidez para aquellos frutos sin inocular y en presencia del EE de nim con un valor de 0,051 mg de ácido cítrico·100g<sup>-1</sup>, mientras que para los porcentajes de °Brix (Cuadro 6), el T3 correspondió al mayor valor y el T6 al menor, lo que es lógico, por cuanto a mayor SST en el fruto de mango, menor será la acidez. Esta diferencia podría atribuirse al grado de madurez que presentaron los mismos para el momento de la evaluación.

Cuadro 7. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia origanoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)				
	2 ns	4 ns	7 ns	9	11 ns
Solo agua	8,60	12,25	12,70	13,80 ab	9,10
Nim+hongo	8,80	11,30	9,05	7,50 ab	11,65
Solo Nim	8,20	11,30	13,25	14,75 a	10,60
Fe+hongo	9,65	11,70	13,80	9,20 ab	9,30
Solo Fe	9,15	10,55	12,35	13,80 ab	12,35
As+hongo	8,50	12,40	13,00	7,15 b	13,45
Solo As	8,35	11,65	13,85	11,00 ab	13,05
Os+hongo	8,85	12,00	14,50	11,75 ab	10,45
Solo Os	9,85	10,50	14,75	13,70 ab	11,45
Mr+hongo	8,55	10,90	13,60	12,00 ab	11,65
Solo Mr	6,60	12,30	14,30	13,40 ab	14,95
Ra+hongo	8,25	12,65	14,15	13,75 ab	10,15
Solo Ra	8,15	12,10	12,90	13,65 ab	12,45

Promedio provenientes de dos repeticiones por tratamiento. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ); Medias con las mismas letras no difieren significativamente en las pruebas de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**Relación entre Sólidos solubles totales y la acidez (SST/Acidez)**

Se observó un incremento sostenido en el índice SST/Acidez a medida que avanzaba la madurez del fruto y/o el tiempo de almacenamiento (Cuadro 9). Los valores estuvieron comprendidos entre 58,970

y 296,250 para la última evaluación, rangos comprendidos entre los reportados por Aular y Rodríguez (2005). Asimismo, la tendencia observada en cuanto a los valores de la relación SST/Acidez en este ensayo fue similar a la señalada por Valor y Manzano (2000). Estos autores afirmaron que durante la maduración de los frutos del mango ocurren

Cuadro 8. Contenido de acidez (miligramos de ácido cítrico·100g<sup>-1</sup> de muestra) en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia organoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamientos	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)					
	2 ns	4 ns	7 ns	9	11 ns	
Solo agua	1,158	0,390	0,115	0,109	ab	0,259
Nim+hongo	0,944	0,138	0,119	0,141	ab	0,090
Solo Nim	1,059	0,256	0,124	0,051	b	0,070
Fe+hongo	0,864	0,256	0,092	0,096	ab	0,106
Solo Fe	0,845	0,473	0,096	0,070	b	0,138
As+hongo	0,938	0,227	0,090	0,257	a	0,157
Solo As	1,213	0,528	0,061	0,163	ab	0,061
Os+hongo	1,024	0,246	0,061	0,086	ab	0,083
Solo Os	0,819	0,326	0,083	0,070	b	0,214
Mr+hongo	0,813	0,496	0,080	0,083	ab	0,168
Solo Mr	1,219	0,230	0,112	0,070	b	0,051
Ra+hongo	0,752	0,243	0,077	0,054	b	0,166
Solo Ra	0,832	0,228	0,102	0,076	b	0,067

Promedio provenientes de dos repeticiones por tratamiento. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ); Medias con las mismas letras no difieren significativamente en las pruebas de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Cuadro 9. Relación entre la SST/Acidez en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) inoculados o no con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* e inmersos en los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri* (Fe), *Azadirachta indica* (nim), *Calotropis procera* (As), *Lippia organoides* (Os), *Gliricidia sepium* (Mr) y *Heliotropium indicum* (Ra).

Tratamiento	Evaluaciones (días después de iniciado el ensayo)					
	2 ns	4 ns	7 ns	9	11 ns	
Solo agua	8,129	38,774	110,240	128,290	ab	58,970
Nim+hongo	10,713	82,555	122,360	53,960	ab	135,740
Solo Nim	7,811	81,650	105,940	288,090	a	191,370
Fe+hongo	14,721	44,534	159,740	96,889	ab	88,810
Solo Fe	11,037	22,815	162,330	196,020	ab	125,090
As+hongo	9,172	54,650	163,540	29,864	b	86,080
Solo As	7,794	24,312	228,650	110,780	ab	220,530
Os+hongo	9,195	48,600	238,890	138,930	ab	130,180
Solo Os	13,330	34,427	187,990	202,320	ab	221,480
Mr+hongo	10,727	33,303	170,920	154,690	ab	103,100
Solo Mr	5,608	53,236	128,040	190,340	ab	246,250
Ra+hongo	10,986	51,541	191,180	262,720	a	63,160
Solo Ra	9,720	59,920	127,700	177,610	ab	191,620

Promedio provenientes de dos repeticiones por tratamiento. ns = No significativo ( $p > 0,05$ ); Medias con las mismas letras no difieren significativamente en las pruebas de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



cambios tales como el incremento del contenido de SST y aumento de la relación SST/acidez, así como, la disminución de la acidez.

### CONCLUSIONES

- Las variables físicas (diámetro polar, ecuatorial y pérdida de masa fresca) evaluadas a nivel de poscosecha en los frutos de mango no se alteraron por la presencia del hongo, ni por los extractos etanólicos. Sin embargo, se produjo una disminución de la masa la cual se asocia con la pérdida de humedad a temperatura ambiente y con la senescencia de los frutos.
- Las variables químicas (pH, SST, acidez titulable y relación SST/acidez) evaluadas a nivel de poscosecha en los frutos de mango no se alteraron por la presencia de *C. gloeosporioides* y de los extractos etanólicos. A medida que avanzó el proceso de maduración en los frutos la tendencia de los sólidos solubles totales (°Brix) y la relación SST/acidez fue a incrementar y los contenidos de acidez fue a disminuir.
- La apariencia de los frutos de mango tratados con extractos etanólicos se vio en menor proporción afectada por la presencia de *C. gloeosporioides*, asignándosele una escala de tres (aceptables comercialmente) en relación al tratamiento testigo (frutos sin inocular y con aplicación de extracto), el cual se le asignó una escala de dos (medianamente aceptables).

### LITERATURA CITADA

- Amorim, A.; M. Cardoso, J. Pinto, P. de Souza and N. Filho. 2004. Fungitoxic activity evaluation of the hexane and methanol extracts of copaiba plant leaves *Copaifera langsdorffi* Desfon. *Ciência e Agrotecnologia* 28 (2): 316-324.
- Aular, J. y Y. Rodríguez. 2005. Características físicas y químicas, y prueba de preferencias de tres mangos criollos venezolanos. *Bioagro* 17 (3): 171-176.
- Bittara F.; D. Rodríguez, M. E. Sanabria, J. Monroy, y J. L. Rodríguez. 2009. Evaluación de fungicidas y productos vegetales en el combate de la sarna polvorienta de la papa. *Interciencia* 34 (4): 265-269.
- Bolívar K.; M. E. Sanabria, D. Rodríguez, M. Pérez de Camacaro, D. Ulacio, L. Cumana y O. Crescente. 2009. Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo *in vitro* del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc. y de la antracnosis en frutos de mango. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 175-181.
- Buss, E. and S. Park Brown. 2006. Natural products for insect pest management (en línea). Department of Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Florida, US. Consultado 06/06/2008. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN19700.pdf>.
- Camacho, S. y D. Ríos. 1972. Factores de calidad de algunas frutas cultivadas en Colombia. *Revista I.C.A. (Bogotá)* 17 (1): 11-31.
- Croteau, R.; T. Kutchan and N. Lewis. 2000. Natural products (secondary metabolites). *In Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. B. B. Buchanan, W. Gruissem and R. L. Jones (Editors). American Society of Plant Physiologists. Rockville, US. p. 1250-1318.
- Dantas, P.; H. Cunba, J. Nunes e R. Alves. 2002. Punto de colheita de mangas 'Tommy Atkins' destinadas a ao mercado europeu. *Rev. Brás. Frut. (Jaboticabal)* 24 (3): 671-675.
- Flores, A. 2000. Manejo poscosecha de frutos y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. San Carlos, estado Cojedes. 225 p.
- Hernández, A.; S. Bautista y M. Velásquez. 2007. Prospectivas de extractos vegetales para controlar enfermedades poscosecha hortofrutícolas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30 (2): 119-123.
- Kurihara, N.; J. Miyamoto, G. Paulson, B. Zeeh, M. Skidmore, R. Hollingworth and H. Kuiper. 1997. Chirality in synthetic agrochemicals: Bioactivity and safety consideration. *Pure and Applied Chemistry* 69 (6): 1335-1348.
- Lakshminarayana, S. 1973. Respiration and ripening patterns in the life cycle of the mango fruits. *The J. of Horticultural Sci.* 48 (3): 227-233.

- Laborem, G.; C. Marín, L. Rangel y M. Espinosa. 2002. Influencia del pre-enfriamiento sobre la maduración de 27 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.). *Bioagro* 14 (2): 113-118.
- Manzano, J. y A. Cañizares. 1999. Efecto de tratamientos poscosecha sobre la calidad del mango criollo 'Hilacha'. I. Parámetros químicos. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 1 (2): 156-164.
- Marcano, D. y M. Hasegawa. 2002. *Fitoquímica Orgánica*. Caracas. UCV-CDCH. 520 p.
- Mendoza, C.; M. Moreno, M. Weill y F. Elango. 2007. Evaluación del efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de *Phytophthora palmivora* Butl. y *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. *Tierra Tropical* 3 (1): 81-89
- Mitra, S. K. and E. A. Baldwin. 1997. Mango. *In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. Ed. Sisir Mitra. CAB International. p. 85-122.
- Pérez de Camacaro, M.; L. Laskowski, J. Zambrano y H. Piña. 1996. Comportamiento poscosecha de los frutos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) tratados con retardantes de la maduración almacenados a diferentes temperaturas. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ)* 14: 393-398
- Rausher, M. 2001. Co-evolution and plant resistance to natural enemies. *Nature* 411: 857-864.
- Reigart, J. y J. Roberts. 1999. Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. 5<sup>ta</sup> edición. (En línea). Environmental Protection Agency (EPA). Washington, US. Consultado 06/06/ 2008. Disponible en <http://www.epa.gov/oppfod01/safety/spanish/healthcare/handbook/contents.htm>
- Ribeiro, L. e I. Bendendo. 1999. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* - agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. *Scientia Agricola* 56 (4): 1267-1271.
- Rodríguez, D. y M. E. Sanabria. 2005. Efecto del extracto de tres plantas silvestres sobre la rizoctoniosis, la mancha sureña de maíz y los patógenos que las causan. *Interciencia* 30 (12): 739-744.
- Stauffer, A.; F. Orrego y A. Aquino. 2000. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. *Revista de Ciencia y Tecnología Dirección de Investigaciones UNA* 1 (2): 29-33.
- Santiago, K.; H. Tinoco, O. Lacerda, M. Pereira, A. Bomfin, A. Alves, G. Luna, A. Prado, A. Rebouças e G. Macedo. 2006. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. *Rev. Bras. Frutic. (Jaboticabal)* 28 (1): 131-133.
- Theis, N. and M. Lerdau. 2003. The evolution of function in plant secondary metabolites. *International Journal of Plant Sciences* 164 (3): S93-S102.
- Umaña, G. 1996. Control biológico de enfermedades poscosecha en frutos. Memoria del X Congreso Nacional Agronómico y III Congreso de Fitopatología. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica. p. 63-66.
- Valor, O. y J. Manzano. 2000. Efecto del tratamiento hidrotérmico, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el mango criollo "Bocado" (*Mangifera indica* L.). II. Parámetros químicos. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 3 (1): 11-15.
- Zambrano, J.; W. Materano y S. Briceño. 2000. Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L. *Rev. Fac. de Agron. (LUZ)* 17: 164-172.
- Zambrano, J. y W. Materano. 1999. Efecto del tratamiento de inmersión en agua caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango. *Agronomía Tropical* 49 (1): 81-92.
- Zapata, R.; M. E. Sanabria y D. Rodríguez. 2003. Reducción del desarrollo de hongos fitopatógenos con extractos de cardón lefaría (*Cereus deficiens* Otto & Diert). *Interciencia* 28: 302-306.