

Características físicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales¹

Physicalchemical and physiological characteristics of guava fruits of Criolla Roja and San Miguel types from two commercial plantations¹

N. Laguado², E. Pérez², C. Alvarado² y M. Marín³

Resumen

Para estudiar las características físicoquímicas y fisiológicas en dos tipos de guayaba durante la maduración, se seleccionaron dos plantaciones de guayabo heterogéneas debido a su origen sexual, una tipo Criolla Roja y otra tipo San Miguel. El ensayo estuvo conformado por 8 tratamientos, 3 repeticiones y 4 frutos/tratamiento. Los frutos fueron tomados en base a un sólo estado de madurez (maduros fisiológicamente). Los factores de estudio fueron: tipo de guayaba y tiempo de observación (1,4,7 y 10 días). Las variables medidas fueron: peso, firmeza, grosor de la cáscara, índice de maduración, respiración, pH, sólidos solubles totales (°Brix), y acidez total titulable. Los frutos mostraron diferencias respecto a las variables físicoquímicas y fisiológicas entre los tipos estudiados, lo cual pudo deberse al origen sexual de los mismos. Los frutos del tipo Criolla Roja presentaron una mayor producción de CO₂ al compararlos con los frutos del tipo San Miguel, no correspondiéndose con la pérdida de peso (113 g y 147 g). Así mismo, arrojaron los mayores valores de acidez, favoreciéndose el incremento de los °Brix y la pérdida de firmeza. Todo ello refleja que los frutos del tipo Criolla Roja presentan cuantitativamente mayor calidad, pero se deterioran más rápidamente al compararlos con el tipo San Miguel.

Palabras clave: *Psidium guajava*, respiración, maduración.

Recibido el 11-06-1998 ● Aceptado el 03-06-1999

1. Proyecto de Investigación cofinanciado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) N° S1-2378; Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) N° 01736-98.

2. Posgrado de Fruticultura. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, Zulia 4005.

3. Departamento de Botánica, Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, Zulia 4005. Venezuela. E-mail: aval@telcel.net.ve

Abstract

To study the physicalchemical and physiology characteristics in two guava types during the maturation, two plantations of heterogeneous guayabo were selected by the sexual origin. The Criolla Roja type and the type San Miguel. The assay was conformed by 8 treatments, 3 replications and 4 fruits/replication. The fruits were only taken based on a state of ripen (ripe physiologically). The study factors were: guava type and time of observation (1,4,7 and 10 days). The variables measures were: fruits weight, firmness, endoderm thickness, ripen index, respiration, pH, total soluble solids (Brix), and titled total acidity. The fruits showed differences respect the physicalchemical and physiology variables between the studied types, that which could be due to the genetical origin. The fruits of the Criolla Roja type presented a bigger production from CO₂ when comparing them with the fruits of the type San Miguel, without any correspondence with the loss of weight (113 g and 147 g), and also, they showed the highest of acidity values, favoring the increase of those °Brix and the loss of firmness. It indicated that the fruits of the Criolla Roja type present quantitatively greather quality, even thought it gets deteriorated more rapidly when itis compared with the type San Miguel.

Key words: *Psidium guajava*, respiration, ripening.

Introducción

El guayabo (*Psidium guajava* L.) es un frutal que ha adquirido gran importancia durante los últimos diez años, en el Municipio Mara, estado Zulia, Venezuela; el cual se ha expandido ocupando unas 3.000 hectáreas sembradas. Tal aumento acelerado de la superficie plantada, manejado con sistemas tradicionales, trajo como consecuencia la aparición de graves problemas agronómicos que actualmente han atentado contra su permanencia, aunado a la inexistencia de cultivares bien definidos que permitan obtener una alta variabilidad genética. Así mismo, no se han establecido los atributos que definan su calidad de acuerdo a su comercialización, lo cual determina una menor rentabilidad.

La cosecha y poscosecha se realizan mediante métodos tradicionales muy deficientes, y se desconoce la respuesta del cultivo a prácticas culturales, técnicas y/o normativas de muestreos comunes utilizados por otros países y establecer las mas adecuadas a nuestras condiciones, que permitan obtener mayor rendimiento y calidad de los frutos.

Sin embargo, este cultivo posee un gran potencial y por ello es necesario implementar una infraestructura de investigación que promueva y realice todos los estudios y procedimientos relativos al manejo del guayabo, que conduzcan al dominio efectivo sobre la maduración y calidad de los frutos, bajo condiciones tales, que le permitan su ingreso exitoso a cualquier mercado

competitivo. El objetivo del presente trabajo fue determinar el índice de maduración, la curva de respiración y

las características físicoquímicas en dos tipos de guayaba Criolla Roja y San Miguel.

Materiales y métodos

Los frutos de guayabo utilizados en este ensayo fueron de los tipos Criolla Roja y San Miguel, procedentes de dos plantaciones comerciales, heterogéneas por el origen sexual de las mismas.

El guayabo Criolla Roja se caracteriza por ser un árbol de copa piramidal, con un hábito de crecimiento semierecto, con una dimensión desde el nivel del suelo de más de cinco (5) metros y una distribución de ramas irregular. Las hojas son de forma elípticas, de naturaleza ondulada. Flores solitarias y/o dispuestas en grupos. El fruto es una baya de forma esférica, cóncavo en sus extremos, con pulpa de color rojo, epidermis fina, casco delgado y de tamaño mediano y con un promedio de peso de 250 g (datos no publicados).

El guayabo denominado San Miguel es un híbrido que resultó del cruce de una planta del tipo Criolla Roja (introducción Dominicana) y una introducción de Filipinas, caracterizada esta última por presentar frutos de más de 1,200 kg de peso, pulpa de color blanco, epidermis muy delgada y mesocarpo grueso. Manifestando, por tanto, el tipo San Miguel características intermedias, tales como: árbol de copa irregular, con hábito de crecimiento extendido, de porte bajo menor de tres metros, distribución de ramas horizontal, hojas lanceoladas de naturaleza

ligeramente curvas. Las flores se disponen en las inflorescencias tanto solitarias como en grupo. El fruto es de forma ovoide, convexo con cuello en su ápice y deprimido o hundido en su base, con pulpa de color rosado, epidermis gruesa, mesocarpo grueso, fruto grande con un peso promedio de 800 g (datos no publicados).

Se seleccionaron dos granjas comerciales con tipos de guayabo diferentes: La agropecuaria Los Ciénegos, ubicada en el sector Ciénaga de Reyes se caracterizó por poseer guayaba del tipo Criolla Roja y la granja Buenos Aires, ubicada en el sector Ciruelo Bajo, guayaba del tipo San Miguel; las plantas de ambas granjas se encontraban sembradas a una distancia de siembra de 7m x 7m y una edad de cuatro años. Para el mantenimiento de la plantación se llevo a cabo una serie de prácticas culturales propias del cultivar.

Las características climáticas y edáficas de la zona donde se encuentran ubicadas las granjas han sido descritas previamente (11). Para la realización del presente ensayo se evaluaron ocho tratamientos, distribuido en tres repeticiones y cada tratamiento formada por cuatro frutos como un dad experimental, para un total de 96 frutos analizados. Los tratamientos fueron: Tipo de guayaba (Criolla Roja y San Miguel) y cuatro tiempos de

observación (1, 4, 7, 10 días).

Los frutos se cosecharon fisiológicamente maduros (verdes hechos), en forma aleatoria, considerando la uniformidad; los cuales se transportaron refrigerados para bajar la temperatura y por ende la respiración. La fruta se cosechó a mano y se colocó a madurar a 28 °C, efectuándose observaciones y análisis a intervalos de tres días (1, 4, 7 y 10 días). Las variables medidas fueron: peso, firmeza, grosor de la cáscara, índice de maduración, respiración, pH, sólidos solubles totales (°Brix) y acidez total titulable.

Las guayabas se pesaron en una balanza electrónica (Mettler PC4400). La firmeza se determinó mediante la presión ejercida sobre la cáscara del fruto, utilizando para ello el Penetrómetro, modelo universal Tester, expresado en kg cm⁻². El estado de maduración se estableció tomando como índice una escala descrita por Arenas *et al* (2). El grosor de la cáscara se determinó utilizando un vernier, con el cual se midió la altura del casco en ambos lados del mismo. El índice de maduración se estableció haciendo uso de una escala de clasificación del fruto (cuadro 1) de acuerdo al color de la corteza, presencia del aroma y firmeza al tacto, obtenida de las evaluaciones efectuadas en los frutos del presente trabajo de investigación. Una vez hecha la clasificación, se procedió a calcular el índice de maduración haciendo uso de la siguiente ecuación:

IM: $[(\sum N \text{ frutos}) \times \text{Clase}] / N \text{ frutos muestra}$. Donde: $\sum N \text{ frutos}$: Sumatoria del número de frutos que corresponden a una escala. Clase: Clase a la cual pertenecen los frutos de la sumatoria. N frutos muestra: El número de frutos que integra la muestra sobre la cual se está evaluando el índice de madurez.

La respiración se midió por un método de intercambio gaseoso. Para ello se utilizó un sistema cerrado, en donde se evaluaron los cambios en la concentración de CO₂ en una (1) hora, para un peso de muestra conocido (5).

Una vez medidas las variables físicas a cada muestra, constituida por cuatro frutos por cada tratamiento, los mismos fueron cortados y homogeneizados en un procesador de alimentos (General Electric, Modelo E-110). El homogeneizado obtenido fue empacado en bolsas de polietileno con cierre hermético. El pH: se midió directamente en una dilución 1:1 del homogeneizado, mediante el uso del potenciómetro (Metrohm Herisau, Modelo E-520). Los °Brix: se determinaron según la Asociación Oficial de Análisis Químico (1), mediante el uso de un refractómetro (Carl Zeiss 130486). La acidez total titulable según las normas Venezolanas (7). Para el análisis de los datos se utilizó el modelo correspondiente a un diseño completamente aleatorizado, al cual se le aplicaron estadísticas del tipo descriptiva.

Cuadro 1. Escala de clasificación de frutas de guayaba para la variable índice de maduración.

Clase	Escala	Descripción escala
1	Verde	Verde sin olor, firme al tacto.
2	Pintona	Verde indicios de olor, inicios de aroma, firme al tacto.
3	V + A	Predominio del color verde sobre el amarillo, desarrollo de aroma, indicios de ablandamiento.
4	A + V	Predominio del color amarillo sobre el verde, blanda pero firme al tacto, aroma.
5	Madura	Totalmente amarilla, aroma penetrante, blanda al tacto.

Fuente: Estimaciones Propias, 1997.

Resultados y discusión

Índice de maduración (IM).

En la figura 1 se presenta el IM en función del tiempo, observándose la misma tendencia para los dos tipos de guayaba, es decir, aumenta el índice con el tiempo, sin embargo, la pendiente de la curva, en los primeros cuatro días, es más pronunciada en la Criolla Roja (madura más rápidamente), y luego, al décimo día ambos tipos alcanzan aproximadamente el mismo IM. En la guayaba del tipo Criolla Roja, los IM fueron: 1; 3,83; 4,75 y 5; y en la San Miguel: 1; 2; 3,92 y 4,92 para los días 1, 4, 7 y 10, respectivamente. En la criolla roja, en cuatro días el IM incrementó en 3,83, casi el doble de la San Miguel. Es decir, durante los primeros cuatro días en la tipo Criolla Roja la velocidad de degradación de la clorofila casi duplica la velocidad de degradación de la misma en la San Miguel. El valor absoluto de los IM, refleja que durante

la maduración ocurren cambios en el color, que va desde el verde al amarillo, lo que se debe al anabolismo de los pigmentos en los organelos celulares, tales como: las flavonas, las antocianinas y los carotenoides que proporcionan al fruto los colores secundarios, sobre una base de color primario, generalmente verde o amarillo, determinada por la presencia de clorofila o de xantófila. Con el IM también está asociado los cambios en el aroma y en la firmeza al tacto, en este último caso dado por cambios estructurales tales como: cambios en el grosor de la pared celular, permeabilidad del plasmalema y la cantidad de espacios intercelulares que contribuyen al ablandamiento de los tejidos, que es considerada una primera indicación de madurez (15). La protopectina constituyente de las paredes celulares (laminilla media y pared primaria) da lugar, durante el

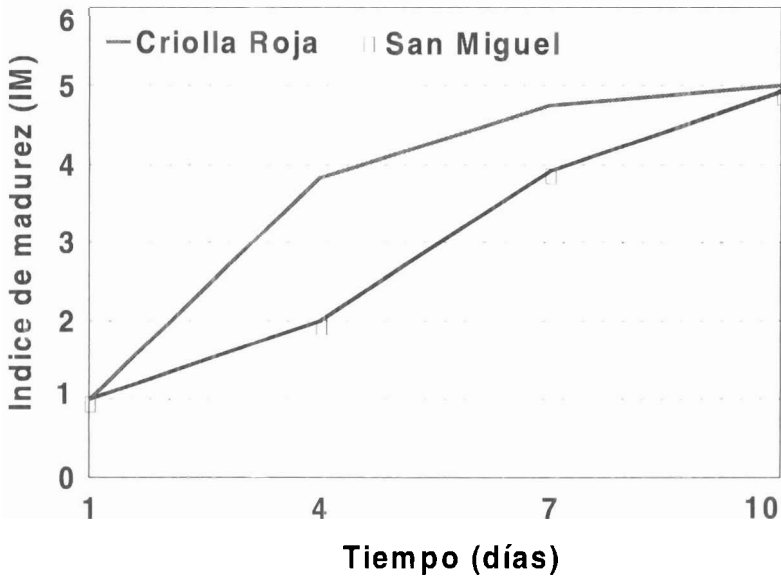


Figura 1. Variación del Índice de Madurez (IM)

proceso de maduración a ácido péctico, ácido pectínico y pectinas, sustancias gelificadoras, que en presencia de azúcar y de ácidos orgánicos forman geles que provocan un ablandamiento de la pulpa y una disminución de la textura de los frutos. También la celulosa se puede degradar a glucosa, que se utiliza en la respiración, ayudando esta transformación a la pérdida de rigidez de los tejidos del fruto (8).

Con respecto al desarrollo de aroma se detectó organolepticamente que los frutos una vez iniciado el proceso de maduración, avanzaban en su estado de madurez, debido a un aumento en la producción de compuestos volátiles, tales como: ésteres, aldehídos, alcoholes y cetonas (3).

Respiración. En la figura 2 se

presentan las gráficas correspondientes a la evaluación de la respiración en los dos conjuntos de frutos estudiados, Criolla Roja y San Miguel, expresados en $\text{mg de CO}_2\text{Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, en los que se observa una diferencia marcada en la velocidad de respiración entre ambos tipos, los valores promedio obtenidos fueron: 148,12; 274,06; 340,82 y 452,25 $\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$; para el tipo Criolla Roja y 118,05; 69,33; 261,08 y 413,32 $\text{mg de CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, para el tipo San Miguel, para los días 1, 4, 7 y 10, respectivamente. La tendencia en ambos tipos fue a aumentar la respiración en el tiempo, presentando la tipo Criolla Roja los valores mas altos, mientras que en la San Miguel durante los primeros cinco días se observó un descenso por debajo de los 100 $\text{mg de CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, para luego incrementar hasta alcanzar valores similares a los de la tipo Criolla Roja.

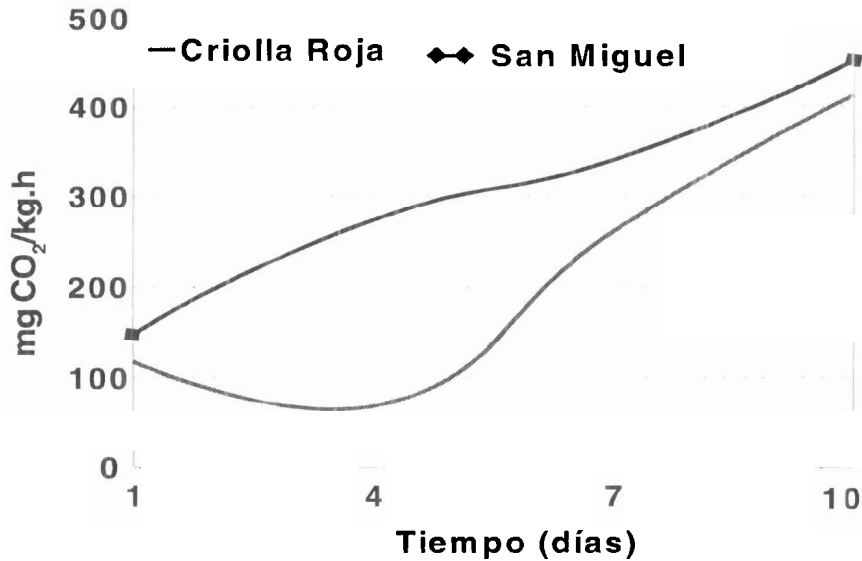


Figura 2. Variación de la respiración a través del tiempo

Estos resultados indican que en el conjunto de frutos estudiados para ambos tipos aumenta la producción de CO₂ en la medida que transcurre el tiempo, presentando un incremento paulatino de la respiración acompañado de la producción autocatalítica de etileno, lo cual acelera las reacciones metabólicas del fruto favoreciéndose una serie de actividades bioquímicas que conducen a la maduración y/o senescencia de los productos, manifestándose a través de cambios de color, pérdida de firmeza, pérdida de peso, cambios en el aroma, degradación de azúcares, entre otros (4).

Sin embargo, estas curvas de respiración no se corresponden con la de un fruto climatérico típico durante el proceso de maduración, la cual es mínima en la madurez y permanece más bien constante, aún después de la cosecha. Sólo cuando va a efectuarse

la maduración, la tasa de respiración asciende hasta el pico climatérico y luego declina de manera lenta. Se debe reconocer que aunque en el máximo período climatérico la velocidad del proceso sea notable con relación al nivel de la respiración en poscosecha, por lo general es sólo unas cuantas veces mayor que la del fruto maduro, y es muy pequeña en comparación con la que registra un fruto joven (15).

El comportamiento respiratorio obtenido pudo deberse a que el tiempo en el cual se hizo la evaluación de la respiración de los frutos (1 hora), no fue suficiente como para que se estableciera un equilibrio entre la atmósfera circundante y la respiración de los mismos; no pudiéndose garantizar que el CO₂ medido fuese producto de la respiración y no el que ya estaba en el envase. Así mismo, se observa que la velocidad de la

respiración en los frutos de ambos tipos de guayaba difieren, donde la Criolla Roja presenta una mayor producción de dióxido de carbono en el tiempo. Las diferencias entre los tipos podrían determinar este comportamiento, la Criolla Roja se caracteriza por ser más succulenta, presenta epidermis más delgada, menor grosor de casco y menor peso, a diferencia de la San Miguel, lo cual favorece un incremento en el intercambio gaseoso dada la menor superficie de contacto para los primeros, redundando en una elevación del proceso respiratorio y por ende en un deterioro más acelerado de los frutos.

Peso de los frutos y grosor de casco: El mayor peso promedio de los frutos se presentó en la guayaba tipo San Miguel con valores de: 192, 170, 192 y 190 g, (figura 3) mientras que la Criolla Roja registró los siguientes pesos promedio: 153, 150, 151 y 150 g (figura 3) para el conjunto de frutos estudiados en los días 1, 4, 7 y 10, respectivamente. El mayor peso de los frutos de la variedad San Miguel puede ser característico del tipo. La mayor pérdida de peso acumulada se observó en la tipo San Miguel (147 g) y el menor valor para la Criolla Roja (113 g). Esta pérdida de peso fue gradual durante todo el período de observación para la tipo Criolla Roja, mientras que para la San Miguel, se registró una pérdida mayor en la última evaluación.

La mayor producción de CO₂ de los frutos no se correspondió con la mayor pérdida de peso de los mismos, probablemente por la diferencia varietal en cuanto a peso. La explicación puede estar relacionada con el menor

tamaño de los frutos de la tipo Criolla Roja, ya que representa una mayor superficie de exposición y en consecuencia habrá mayor intercambio gaseoso entre el interior celular y la atmósfera, pero en términos absolutos la cantidad de agua perdida es menor.

En la figura 4, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del grosor del casco del fruto, en los dos tipos de guayaba. La tipo San Miguel presentó el casco de mayor grosor, lo que está relacionado con el mayor peso y volumen de este tipo.

La pérdida de peso de los frutos estuvo relacionada con la pérdida de grosor de la cáscara de los mismos, lo que ocurrió de igual forma para los dos tipos. Sin embargo, al décimo día se observó un mayor grosor del casco para la San Miguel (0,9 cm) que para la Criolla Roja (0,71 cm) (16).

Firmeza. En la figura 5, se presentan los valores de firmeza para cada uno de los tipos de guayaba estudiados, en función del tiempo, expresados kg.cm⁻². Se observa que los frutos verdes, pero fisiológicamente maduros de ambos tipos, el primer día de evaluación presentaron la mayor firmeza, y luego ésta tendió a disminuir con el tiempo. Sin embargo, la tipo San Miguel experimentó un ligero incremento al cuarto y décimo día de la evaluación, mientras que la tendencia de la Criolla Roja fue a disminuir en el tiempo (19,22,23). Es evidente que a medida que el fruto avanza en su estado de madurez disminuye la firmeza del mismo, y es sabido que las principales causas de ello son los cambios en la estructura y composición de las paredes celulares mediante la

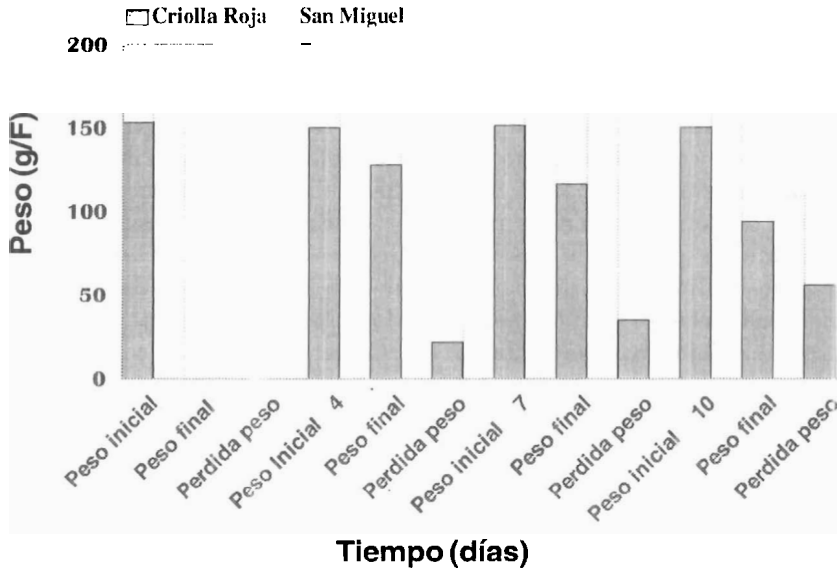


Figura 3. Variación de la pérdida de peso de los frutos

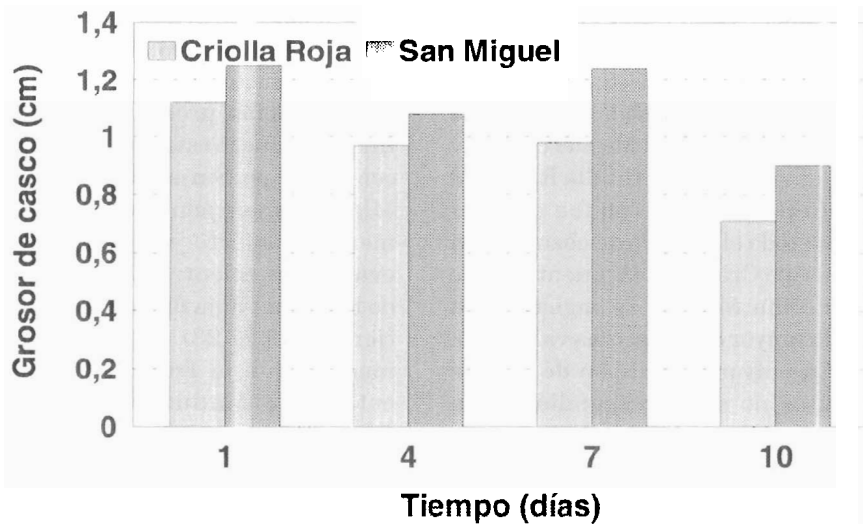


Figura 4. Variación del grosor del casco en los frutos de guayaba

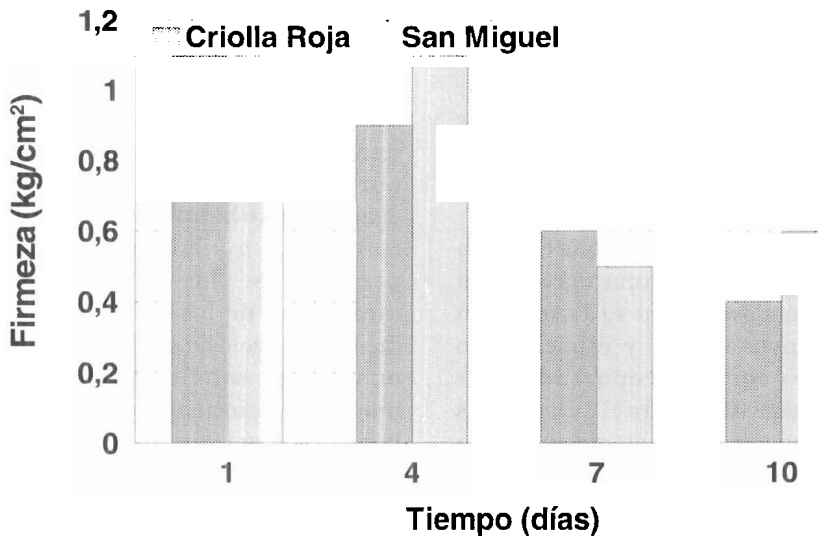


Figura 5. Variación de la firmeza en frutos de guayaba

degradación o hidrolización enzimática de sustancias celulósicas pecticas y ácidos poligalacturónicos (15, 17).

Según Nelmes y Preston (14), se ha encontrado que hay diferencias en la estructura de la pared celular en diferentes etapas de maduración del fruto. Durante la maduración se registra un ablandamiento de la estructura celulósica fibrilar, dependiendo del grado de solubilidad de las sustancias pecticas y hemicelulósicas incrustantes que se encuentran entre las microfibrillas. Los cambios que siguen, son en esencia de la composición. Con los cambios en el grosor de la pared celular, la morfología de la célula se hace redondeada y tiende a disociarse (20). Sin embargo, se observa que para el día 10 la firmeza sufrió un ligero aumento en el tipo San Miguel (0,623 kg.cm⁻²), lo cual pudo deberse a que la epidermis de los frutos se torna más

flexible a medida que maduran, como consecuencia de la pérdida de agua que sufren durante el proceso, interfiriendo con la correcta medición del penetrómetro.

Así mismo, puede observarse en la figura 5, que aún cuando los frutos de ambos tipos siguen un comportamiento fisiológico normal, hay diferencias en cuanto a la velocidad de reacción de los procesos, ya que la pérdida de la firmeza de la Criolla Roja es más rápida que la de la San Miguel. Ello se puede deber al tipo de guayaba, presentando la criolla Roja menor tamaño, peso, grosor de casco y epidermis más delgada, lo que favorece la pérdida de agua por transpiración y un mayor intercambio gaseoso o proceso de respiración, siendo este tipo de frutos más sensibles a la pérdida de firmeza y por ende al deterioro. Los frutos del tipo San Miguel, que se caracterizan por presentar mayor

tamaño, mayor peso, cutícula o epidermis mas gruesa y un mayor grosor de casco, tienen la particularidad de sufrir en una forma menos acentuada los procesos de deterioro, durando la fruta por mucho mas tiempo en almacén, es decir, alcanzan una mayor vida útil.

Esto permite inferir que este tipo de frutos, garantiza una mayor vida útil, pudiendo asegurar su distribución en un mayor tiempo y espacio. Ello coincide con lo reportado por Coountaceau (6) y Mitra (13), los cuales establecen que estos factores influyen en la medida que estas técnicas modifican la acción del medio, pudiendo ser favorable al mejorar las condiciones naturales.

Sólidos solubles totales (°Brix). En la figura 6, se presentan los valores de °Brix del conjunto de frutos estudiados, correspondientes a la tipo Criolla Roja y San Miguel. Para la primera se obtuvo valores promedio de 5; 6 y 8,5 y para la segunda de 4; 7,9 y 6,8, en las tres primeras observaciones. Es decir, los frutos pintones y maduros de ambos tipos son los de mayor porcentaje de sólidos solubles totales, lo cual se puede deber a que durante la maduración de los frutos aumentan los sólidos solubles totales, sobre todo los azúcares, a expensas de la hidrólisis de carbohidratos poliméricos como el almidón (9, 10, 21).

Aunado a ello, se observa que el conjunto de frutos analizados del tipo Criolla Roja, alcanzan mayores valores de °Brix en función del tiempo de maduración, al compararlos con los valores obtenidos del tipo San Miguel, lo cual se podría deber a que el tipo de guayaba Criolla Roja, en las últimas

observaciones, presenta un menor peso y tamaño de fruto, traduciéndose en una mayor superficie de exposición y en un mayor intercambio gaseoso, es decir, en una mayor velocidad de respiración y por ende un incremento en la degradación o hidrólisis de los azúcares complejos a azúcares sencillos, perdiéndose la calidad o valor nutricional de los frutos con mayor facilidad y velocidad de reacción. Así mismo, las condiciones de manejo intensivas, principalmente fertilización y riego, hacen que las plantas sean altamente productoras, determinando un mayor número de frutos por planta, pero de menor tamaño y más succulentos, lo que favorece el incremento de la velocidad de reacción del metabolismo de carbohidratos y por ende la pérdida acelerada del valor nutritivo de los frutos.

Acidez iónica (pH). Con respecto a la variable pH, se observa (figura 7) una variación en cuanto a los resultados obtenidos para cada uno de los tipos estudiados, que van desde: 4,14 a 4,22; 3,99 a 4,16 y 3,80 a 4,00, en la Criolla Roja y 4,13 a 4,25; 3,97 a 4,09 y 4,03 a 4,7, en la San Miguel para los días 1, 4 y 7, respectivamente. Es decir, hay una disminución en el pH de la pulpa a medida que madura el fruto, lo que se puede deber al aumento de los ácidos orgánicos libres. La disminución fue más evidente en la Criolla Roja (10,18,21,23).

Acidez total titulable. La figura 8 muestra como los valores obtenidos en los frutos de ambos tipos de guayaba tienden a aumentar en la medida que avanza su estado de maduración (Criolla Roja 0,46, 0,437, 0,403, 0,579 % y San Miguel 0,361,

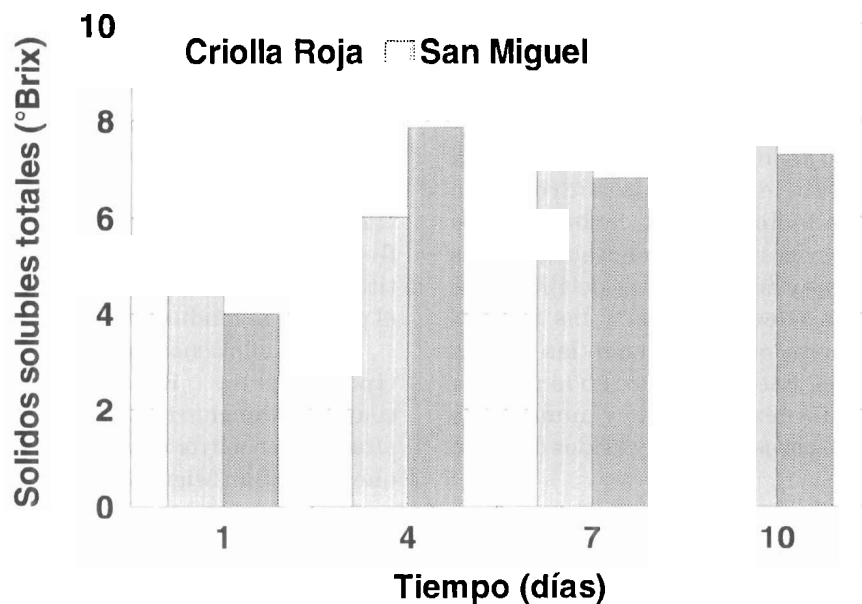


Figura 6. Variación de los solidos solubles totales en la pulpa de guayaba

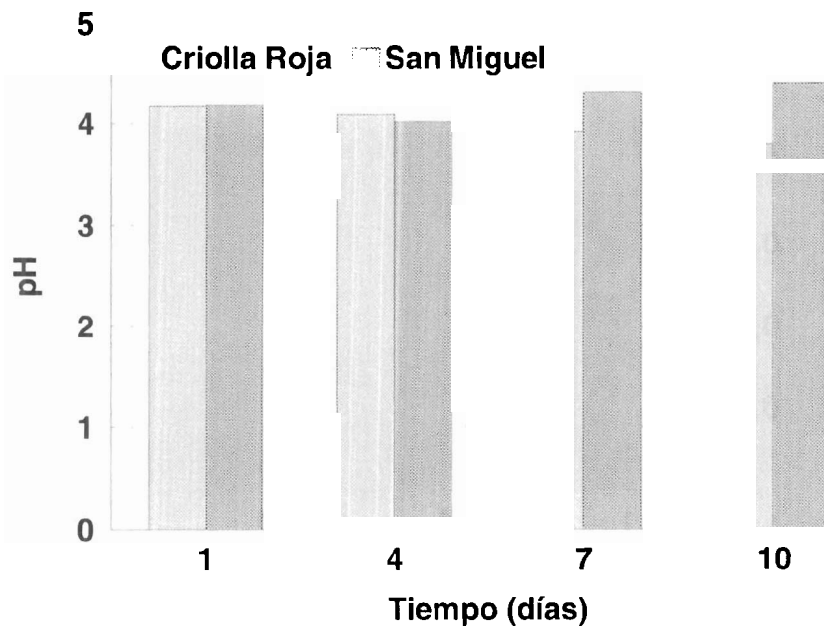


Figura 7. Variación de los valores pH en frutos de guayaba

0,449, 0,432, 0,53 % para los 1,4,7 y 10 días). Así mismo, se observa que los frutos del tipo Criolla Roja presentan mayor acidez, favoreciéndose el incremento de los °Brix y el descenso de la firmeza, debido a la hidrólisis o degradación de los carbohidratos poliméricos especialmente sustancias pecticas y hemicelulosas, debilitándose las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen las células unidas. Esto se traduce en la pérdida de la firmeza del fruto y aumento de los azúcares solubles y ácidos durante

el proceso de maduración. Por otro lado, los ácidos libres en los frutos aumentan al comenzar el crecimiento, pero la concentración de ácidos disminuye por dilución, aumentando el pH a medida que el fruto madura (12). Yusof y Mohamed (23), reportan fluctuaciones significativas de acidez titulable en frutos de guayaba durante el proceso de maduración.

Todo ello denota que los frutos del tipo Criolla Roja preser tan cuantitativamente mayor calidad, pero alcanzan con mayor rapidez su deterioro que el tipo San Miguel.

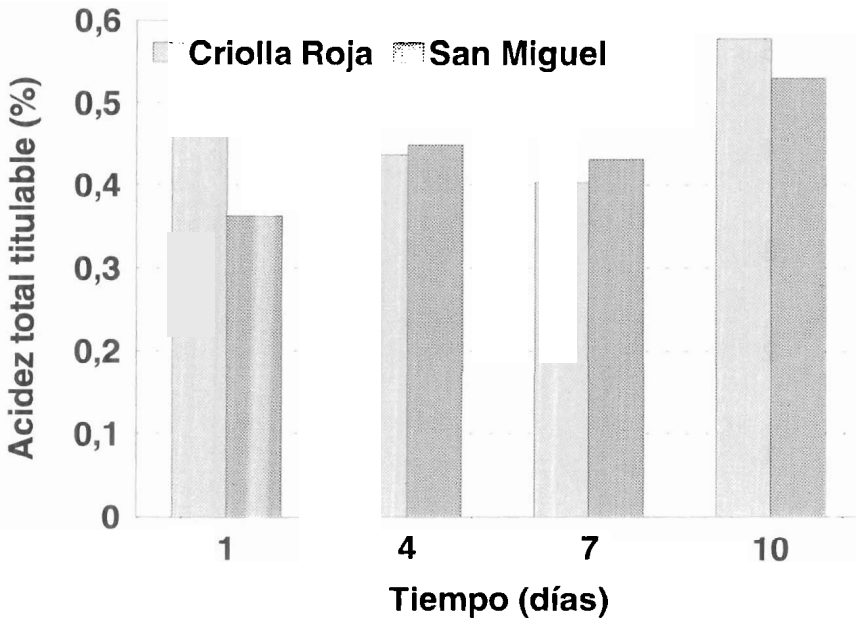


Figura 8. Variación de la acidez total titulable

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran variación entre las respuestas medidas en los dos tipos de frutos de guayabo para las variables físicas, químicas y fisiológicas, lo cual pudo deberse al origen sexual de los mismos.

El índice de madurez presentó la tendencia a aumentar con el tiempo, sin embargo, la curva de los frutos para el tipo Criolla Roja manifestó un incremento al cuarto día, para luego igualarse con la curva del tipo San Miguel al décimo día.

Los valores obtenidos de °Brix en el conjunto de frutos estudiados, en cada uno de los tipos de guayaba, mostraron la tendencia a aumentar con la maduración, presentándose pocas diferencias que podrían estar afectadas por la tasa de respiración, debido a que a mayor respiración mayor será la velocidad de degradación o hidrólisis de los carbohidratos poliméricos.

La mayor producción de CO₂ de los frutos de ambos tipos de guayaba no se correspondió con la mayor

cantidad de peso perdido, probablemente por la diferencia varietal en cuanto a peso.

Dado que el índice de maduración presenta una relación directa con los °Brix, acidez total titulable, pérdida de peso y respiración, los frutos del tipo San Miguel poseen una mejor condición de estas variables, que mantienen su calidad y minimizan el proceso de deterioro, siendo ello provechoso para el productor a la hora de almacenar o distribuir el producto a grandes distancias.

La acidez total titulable presentó una relación inversa con el pH en los frutos de ambos tipos de guayaba, a medida que avanzaba su estado de madurez.

El tipo de guayaba Criolla Roja, resultó ser más susceptible al deterioro y posee menor vida útil, dadas las características intrínsecas del fruto, limitándose la posibilidad de distribuir estas frutas a grandes distancias, ya que a los tres días alcanzaron madurez total.

Recomendaciones

Resulta importante llevar a cabo otros ensayos, en los cuales se estudie y compare en forma individual cada tipo de guayaba bajo condiciones de manejo diferente.

Se recomienda evaluar la respiración para un mayor tiempo (03

horas) con el objeto de garantizar el equilibrio de las concentraciones de CO₂ entre el envase y el fruto, así mismo efectuar las mediciones a intervalos menores para poder establecer la curva de respiración en forma continúa

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Agr. Carlos Díaz V., y al personal del laboratorio

de Tecnología de alimentos del I.I.A. por el apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

Literatura citada

1. AOAC, 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Fifteenth edition.
2. Arenas de M, L, M. Marín, C. Castro de R, y L. Sandoval. 1995. Determinación por HPLC de los azúcares en los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) de una plantación comercial del municipio Mara. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12(4): 467-483.
3. Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de Fruticultura. Editorial América. Vol. 2. Caracas.
4. Brown, B. and R. Wills. 1983. Post-harvest changes in guava fruits of different maturity. *Scientia Horticulturae* (19): 237-243.
5. Claypool, L.L. and R.M. Keefer. 1942. A colorimetric method for CO₂ determination in respiration studies. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40:177-186.
6. Coountaceau, M. 1965. Fruticultura. Ediciones de Occidente S.A. Barcelona, España.
7. Covenin. 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. En normas Venezolanas. Caracas. Venezuela. N° 1.151-77.
8. Harris, W. M. and A. R. Spur. 1969. Chromoplasts of tomato fruit. II. The red tomato. *Amer. J. Bot.* 56:380.
9. Kumar, R. and M. Hoda. 1974. Fixation of maturity standards of guava (*Psidium guajava* L.). *Indian J. Hort.* 31(2):140-144.
10. Laguado, N., M. Marín y S. Oliveros. 1997. Estudio exploratorio de plantaciones de guayabo del Municipio Mara, Estado Zulia. III. Características de los frutos. En: Resúmenes VI Congreso Nacional de Fruticultura. Barquisimeto. p: 85.
11. Marín, M., A. Abreu de Vargas, L. Sosa, C. Castro de Rincón. 1993. Variación de las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del municipio Mara del estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 10(3):297-310.
12. Mattoo, A. K., T. Murata, E. B. Pantastico, K. Chachin, K. Ogata and C. T. Phan. 1975. Chemical changes during ripening and senescence. In: *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetable*. E. B. Pantastico Ed. Westport, Conn. AVI. Publishing Co. 1975. Chapter 7. 103-127.
13. Mitra, S. 1987. Studies on guava nutrition with special reference to potassium and nitrogen. *Abstracts . Trop. Agr.* 1990. 15(2)69778.
14. Nelmes, B.V. y R.D. Preston. 1968. Wall development in apple fruit: A study of the life history of a parenchyma cell. *J. Expt. Bot.* 19, 496.
15. Pantastico, E. 1979. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutos y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental, S.A. Primera edición. México.
16. Parodi, G., F. Barrios y K. Bedersky. 1998. Evaluación de algunos cambios fisico-químicos en tres variedades de chirimoya cosechadas en tres momentos. En: Resúmenes 1^{er} Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. Hermosillo, México. p: 23.
17. Primo-Yúfera, E. 1979. Química Agrícola. III. Alimentos. Editorial Alhambra, S.A. España.

18. Robert, P. and T. Good. 1983. Relationship of guava (*Psidium guajava* L.) fruit detachment force to stage of fruit development and chemical composition. HortScience 18(1): 65-67.
19. Rolz, C. 1972. Chemical changes and fruits quality during ripening of tropical fruits. Turrialba 22(1): 65-72.
20. Sacher, J.A. 1967. Studies on permeability, RNA and protein turnover during ripening of fruit and leaf tissues. Symp. Soc Expt. Biol. 21: 269.
21. Salunkhe, D. and B. Desai. 1984. Guava. In: Postharvest biotechnology of fruit. Vol II. CRC Press, Inc. Florida. p: 39-46.
22. Yamdagni, R., S. Siddiqui and R.K. Godara. 1987. Physicochemical changes in the fruits of guava (*Psidium guajava* L.) during different stages of ripening. Abst. 1988. 058-09349.
23. Yusof, S. and S. Mohamed. 1987. Physicochemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food. Agri. 38:31-39.