

Evaluación de Tres Tipos de Empaque (bolsas de polietileno) para Almacenamiento de Guayaba Manzana (*Psidium guajava* var., *Klom sali*)

Luis Román Ardila Núñez*-Alfonso Parra Coronado**

RESUMEN

La Universidad Nacional de Colombia, a través del Departamento de Ingeniería Agrícola de Santafé de Bogotá, ha venido adelantando investigación sobre manejo postcosecha de productos hortofrutícolas, con miras a minimizar las pérdidas de estos productos y a conservar su calidad. En el presente artículo se muestran los resultados obtenidos de comportamiento del fruto guayaba manzana (*Psidium guajava* var. *Klom Sali*), al ser almacenado en frío con bolsas de polietileno de baja densidad de tres tipos: abierto, perforado y cerrado, a una temperatura de 10°C y humedad relativa de 95%. Se compararon los resultados durante los días del almacenamiento, tomando como base los índices de madurez del fruto, tales como la pérdida de peso, la intensidad respiratoria, la firmeza, el contenido de ácidos, el contenido de sólidos solubles y el pH. Además, se tomaron datos del almacenamiento de este fruto en bolsas abiertas del mismo tipo, en condiciones ambiente (temperatura 20,1°C y humedad relativa de 50,3%), lo cual se utilizó como testigo.

De esta investigación se concluyó que la mejor condición de almacenamiento es en frío con bolsa cerrada, pues el producto conserva mejor su calidad que en los otros dos tipos de empaques evaluados.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, entre 1990 y 1995, la importación de productos agrícolas pasó de 800.000 toneladas(t) a 3 millones de t; en el sector frutícola también aumentaron las importaciones, pero en contraste con el sector agroalimentario se presentó una expansión en el área y mercado de frutas que pasó de 70.000 a 120.000 ha. y de una producción de 550 mil t en 1983 a una producción de 2,3 millones de t en 1995 [1].

Un aumento en la producción de alimentos no asegura por sí misma que la demanda sea satisfecha. En Colombia, la ausencia de planeación y de prácticas tecnológicas adecuadas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y manejo cosecha y postcosecha, origina pérdidas cercanas al 40% de la producción.

Las pérdidas postcosecha se deben principalmente al desconocimiento de las características físicas y fisiológica del producto que conlleva a que no se le dé el tratamiento adecuado para mantener su calidad hasta que llegue al consumidor.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el sector frutícola se encuentra en una etapa de crecimiento en la que si se reducen las pérdidas postcosecha, puede cubrirse el mercado nacional y reducir la masiva importación de frutas.

I. CALIDAD DE PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS

Intensidad respiratoria [4]. La intensidad respiratoria, IR, es la cantidad de CO₂ producida (mg o ml) en el proceso respiratorio por unidad de peso fresco de producto y por unidad de tiempo.

A. ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Los factores más importantes que afectan la vida de almacenamiento de frutas y hortalizas son la temperatura, la humedad relativa y la composición de la atmósfera circundante. Si se mantienen las condiciones óptimas de almacenamiento para un producto se logra maximizar su vida útil.

1. LA TEMPERATURA.

Es el factor más importante en cuanto a condiciones de almacenamiento. Para los productos que no son susceptibles al daño por frío, la temperatura óptima de almacenamiento es la más baja, sin que alcance el punto de congelación. El almacenamiento a bajas temperaturas tiene muchas ventajas: Se reduce la velocidad de respiración, la producción de etileno, el proceso de maduración, la senescencia y la velocidad de pérdida de agua por transpiración. A bajas temperaturas también se reducen el crecimiento microbiano y el deterioro del producto. La temperatura debe ser la adecuada para cada producto.

*Ingeniero agrícola

**Ingeniero agrícola MSc. Profesor asociado, Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia

2. LA HUMEDAD RELATIVA.

Una alta humedad relativa durante el almacenamiento minimiza la transpiración y la pérdida de agua de los productos; también ayuda en algunos productos a mantener su vigor y a retardar la senescencia. Sin embargo, una humedad relativa alta puede ocasionar condensación, crecimiento de hongos en la superficie y mayor deterioro.

3. LA COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA DE ALMACENAMIENTO.

Es el tercer factor que debe considerarse. Hay aproximadamente 79% de N₂, 21% de O₂ y 0,03% de CO₂ y trazas de otros gases en la atmósfera. Otro componente gaseoso cuya presencia debe ser considerada es el etileno. Este gas es producido en forma natural por muchas frutas; algunos productos hortofrutícolas son muy sensibles al etileno, y pueden presentarse daños considerables cuando la concentración de este gas es del orden de 1 ppm; en forma análoga, otros productos son poco sensibles al etileno durante el almacenamiento.

Durante el almacenamiento ocurre la maduración del fruto, la cual está caracterizada por la ocurrencia de transformaciones químicas que se reflejan en cambios de sabor, consistencia, color y aroma. Las reacciones que predominan son las **hidrólisis**, procesos en los cuales el almidón se transforma en azúcares, que son los responsables del endulzamiento del fruto. La propectina, sustancia cementante de las células, se rompe y origina ácidos pécticos que producen el reblandecimiento. Los pigmentos verdes (clorofilas) se descomponen y aparecen las coloraciones rojas y amarillas características de la fruta madura, debido a los carotenos y xantófilas, respectivamente. Durante la maduración, desaparecen los taninos, disminuye la acidez mientras simultáneamente aumenta la vitamina C, sustancias nitrogenadas y los azúcares.

La guayaba manzana (*Psidium guajava* var., *Klom Sali*). La guayaba es un árbol popular en climas tropicales y subtropicales. Se cultiva en muchos países y crece en forma silvestre. Su fruto es de sabor agradable, de alto valor nutricional, excepcionalmente rico en ácido ascórbico y minerales. Los árboles de guayaba exceden la gran mayoría de los cultivados en el trópico y subtrópico en adaptabilidad, producción y tolerancia a climas templados y fríos suaves. Según Samsom, L. (1985) se cultiva en un amplio rango de condiciones edáficas con humedades variables cercanas al estrés y suelos salinos, comparados con la mayoría de frutales en este tipo de climas.

Según Singh *et al.* (1992), la guayaba es importante en la actividad de la economía mundial de los países de climas templados. En muchos países del trópico y subtrópico es muy

apetecida por sus valores nutricionales altos y por su facilidad de industrialización en productos como jugos, conservas y fruta fresca. Debido a sus propiedades astringentes, sus frutos, hojas y raíces son usados en medicina para el tratamiento de gastroenteritis, diarrea y disentería. El consumo regular de esta fruta reduce la cantidad total de colesterol, triglicéridos y ocasiona efectos benéficos en la presión de la sangre, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

II. METODOLOGÍA [5]

La materia prima para la realización de este estudio fueron frutos de guayaba manzana (*Psidium guajava*, variedad *Klom sali GU10*) producida en el municipio de Espinal (Tolima). Éstos fueron recolectados en la finca Mandalay, y seleccionados en el Centro de Acopio ubicado en el municipio de Espinal (allí se seleccionan los frutos en cuatro categorías, según sus características físicas: calidad excelente, corriente, segundas y terceras ; en este estudio se trabajó con calidad excelente).

El transporte de la materia prima desde la zona de producción (municipio de Espinal), al lugar de almacenamiento, Laboratorio de Frutas y Hortalizas del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia (sede Santafé de Bogotá, D.C.), se realizó en canastillas plásticas para evitar daño mecánico. Allí se realizó el almacenamiento a una temperatura promedio de 20,1°C y humedad relativa de 51,3%, para la primera condición y temperatura promedio de 10°C y humedad relativa de 95%, para las tres últimas condiciones, así:

Condición 1: empaque abierto y sin refrigeración.

Condición 2: empaque abierto y refrigeración.

Condición 3: empaque cerrado y refrigeración.

Condición 4: empaque cerrado perforado y refrigeración.

Los empaques que se evaluaron fueron bolsas de polietileno de baja densidad proporcionadas por la empresa Sellopack Ltda., con cierre hermético y perforadas y con bolsas de similares características proporcionadas por la empresa Frutas del Edén (no tenían cierre ni perforaciones), las cuales se emplearon para evaluar el almacenamiento de las condiciones 1 y 2.

Se trabajó con aproximadamente 500 frutos de guayaba manzana, los cuales fueron suministrados en dos entregas, tratando de eliminar los posibles efectos de recolección en condiciones diferentes.

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El conocimiento de las características físicas es de gran importancia para solucionar problemas relacionados con el

comportamiento del producto en operaciones de manejo y en el diseño de máquinas o equipos de cosecha, limpieza, selección, clasificación, empaque, transporte, almacenamiento y procesamiento de productos perecederos.

- Forma y tamaño [2]. La forma y el tamaño son características físicas inseparables y necesarias, si se desea describir satisfactoriamente el producto. Estas características se determinaron de la siguiente manera:
- Dimensiones : se tomaron 25 individuos de la muestra de forma aleatoria y se le determinaron tres dimensiones axiales perpendiculares entre sí, denotadas por las letras a, b y c.
- Forma : la forma del producto se establece mediante los parámetros de esfericidad y redondez. Esta característica se determinó tomando 25 individuos del producto recién cosechado y siguiendo el procedimiento utilizado por Parra A. (1997).

B. GRADOS DE MADUREZ

Para su determinación se efectuaron ensayos periódicos (cada dos o tres días) para cada condición de almacenamiento. Se realizaron las siguientes determinaciones:

1. INTENSIDAD RESPIRATORIA

Se tomaron cinco muestras al azar (tres a cuatro individuos por muestra) para cada una de las condiciones de almacenamiento; estos individuos se marcaron respectivamente con el fin de utilizar las mismas frutas en cada uno de los ensayos. Las muestras deben estar secas superficialmente, con el fin de eliminar barreras a la emisión del CO₂ producido en la respiración. La muestra, de aproximadamente un kilogramo, es colocada en la cámara de respiración del respirómetro; esta cámara debe ser sellada herméticamente con cinta de enmascarar. La determinación de este parámetro se realizó por titulación, siguiendo el procedimiento utilizado por Parra A. (1997).

2. VARIACIÓN DE PESO

Se tomaron 25 individuos al azar por cada entrega y se determinó para cada condición de almacenamiento la pérdida periódica de peso (con una frecuencia de dos a tres días), mediante una balanza electrónica marca Mettler PC2000, precisión 0,01g. En cada uno de los ensayos siguientes y en cada condición de almacenamiento, se tomaron cinco individuos al azar

3. FIRMEZA (RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN)

A cada individuo se le tomaron tres lecturas de resistencia a la penetración en tres puntos equidistantes entre sí ubicados en el eje transversal del fruto.

4. CONTENIDO DE ÁCIDO

Se maceró el fruto para obtener jugo; de cada fruto se tomaron de 5 a 15 gramos, se le adicionaron dos gotas de fenolftaleína como indicador y se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N. Se verificó el cambio de color natural del jugo del fruto a color violeta, suspendiendo la titulación y tomando el dato de NaOH gastado.

5. SÓLIDOS SOLUBLES

A cada individuo se le extrajo jugo, se depositó una gota en el refractómetro, el cual suministra directamente el contenido de sólidos solubles en ° Brix.

6. PH

El jugo extraído de cada uno de los individuos se colocó en los electrodos de un potenciómetro digital, el cual da directamente la lectura del pH.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A. PROPIEDADES FÍSICAS

1. FORMA, TAMAÑO Y PESO.

La guayaba manzana, cuyas dimensiones características promedio en el momento de la cosecha son de 8,29 cm, con un peso promedio de 252,12 g , presenta en términos generales una forma muy cercana a una esfera oblonga, lo cual es ratificado por los valores obtenidos para esfericidad y redondez ; éstas fueron de 0,79 y 0,63, respectivamente. La desviación estándar encontrada para esfericidad y redondez fue de 0,11 y 0,10, respectivamente, lo cual indica que estas características son relativamente uniformes para este producto. La desviación estándar para el tamaño es de 0,61, lo cual indica que esta propiedad física es relativamente uniforme, contrario a lo que ocurre con el peso, cuya desviación estándar es de 40,69 , presentándose variación de este parámetro entre 170,56 y 331,89 gramos. Se observó, además, que el peso promedio obtenido es ligeramente menor que el reportado en la literatura.

B. COMPORTAMIENTO DE LA GUAYABA MANZANA DURANTE EL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO

1. INTENSIDAD RESPIRATORIA.

La guayaba manzana es un fruto climatérico. En la figura 1 se puede observar que el climaterio para los frutos almacenados en empaque abierto y sin refrigeración ocurrió en el día 5, mientras que para el empaque abierto, el cerrado y el perforado, en refrigeración éste ocurrió en los días 14,18 y 21, respectivamente; entonces, la mejor condición es aquella en la que se presenta una menor intensidad respiratoria (empaque cerrado refrigerado), pues las acciones metabólicas se reducen retardando ampliamente el daño en los tejidos del fruto.

2. VARIACIÓN DE PESO

Se determinó el cambio relativo en porcentaje, promediando las variaciones diarias. Se obtuvo la figura 2 que relaciona las cuatro condiciones de almacenamiento. En ella puede observarse la drástica variación porcentual de peso para la guayaba almacenada en condiciones ambientales con empaque abierto (perdió aproximadamente el 6% de su peso total durante todo el período de almacenamiento), mientras que el producto en empaque abierto, perforado y cerrado en refrigeración, sólo perdió aproximadamente 4%, 2,5% y 1,5%, respectivamente.

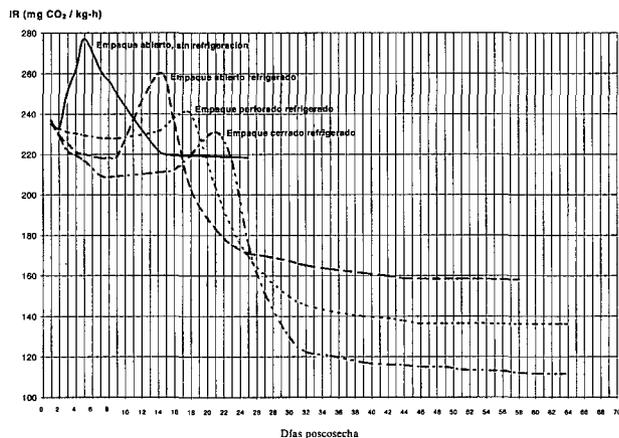


Figura 1 Intensidad respiratoria durante el almacenamiento de guayaba manzana

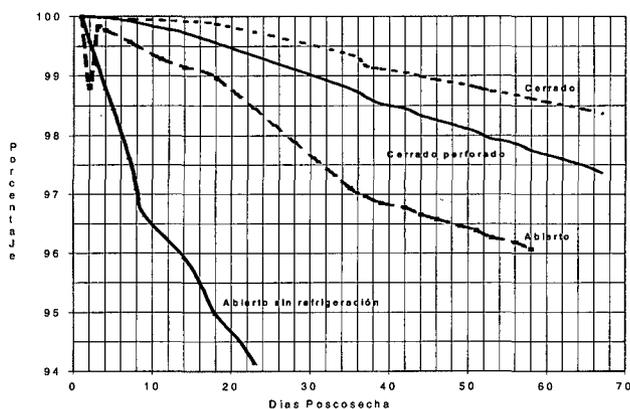


Figura 2 Cambio relativo de peso durante el almacenamiento de guayaba manzana

Se observó cómo la refrigeración retarda los procesos metabólicos del fruto, y logra conservar durante un período más prolongado la calidad del mismo. Además, se apreció que el empaque cerrado logró inhibir la pérdida de humedad del producto (lo que no se consigue con los otros dos tipos de empaque); al final del período de almacenamiento se obtuvo una menor reducción en el peso del fruto, lo que influyó tanto

en sus características organolépticas, como en su calidad final.

3. FIRMEZA (RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN)

Se determinó la resistencia a la penetración durante el tiempo de almacenamiento y se promedió con el número total de individuos para cada una de las condiciones como se muestra en la figura 3. En ella se puede observar una tendencia similar a la variación de peso para cada una de las condiciones de almacenamiento en frío, las cuales presentaron firmezas finales entre 7 y 8 libras. En esta figura se observan los beneficios del almacenamiento en frío, pues los frutos que se almacenaron en condiciones ambientales presentaron una drástica pérdida de firmeza, mientras que los frutos refrigerados mostraron firmezas similares a lo largo del período de almacenamiento. Debido a la capacidad del empaque cerrado para inhibir las pérdidas de humedad y, por tanto, para mantener la turgencia del fruto, el producto almacenado con este empaque presentó una mayor firmeza al final del período de almacenamiento.

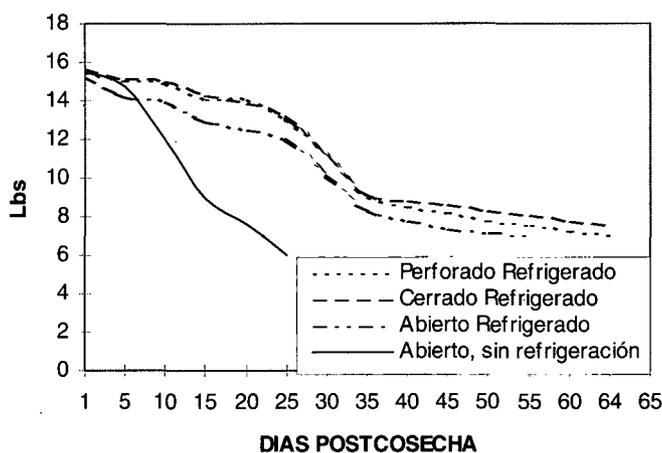


Figura 3 Variación de la resistencia a la penetración (firmeza) durante el almacenamiento de guayaba manzana.

4. CONTENIDO DE ÁCIDO.

Esta característica presentó un comportamiento muy similar a la variación de peso durante el almacenamiento, variando entre 0,68% y 0,46% para el inicio y fin de dicho período, respectivamente. Se pudo observar que el almacenamiento en frío también logra mantener durante un período más largo el contenido de ácidos, pues para empaque abierto se presentó un contenido de ácidos de 0,46% en el día 23 aproximadamente, mientras que para el mismo tipo de empaque en refrigeración, este contenido de ácidos se presentó en el día 58. Por otra parte, los productos refrigerados se mueven en un rango relativamente similar de contenido de ácidos (sin embargo, el empaque abierto para esta condición presenta una disminución ligera en el contenido de ácidos), por lo que no se puede asegurar que al almacenar el producto refrigerado, el tipo de

empaque tenga una influencia directa sobre este parámetro.

5. PH, SÓLIDOS SOLUBLES Y RELACIÓN DE MADUREZ.

El comportamiento de estas propiedades es idéntico al contenido de ácidos, sólo que aquí el contenido de sólidos solubles y la relación de madurez se incrementan a través del período de almacenamiento; este incremento fue mayor para los frutos almacenados en condiciones ambiente, mientras que los productos refrigerados tuvieron una similar tendencia, sin importar el tipo de empaque en el que se almacenaron.

6. CALIDAD GLOBAL.

El producto es de una calidad excelente y en conjunto es un fruto parejo, de peso, tamaño y coloración similar y con índices de madurez al final del almacenamiento superiores a los registrados. Se observó que el contenido de ácidos fue de aproximadamente 0,46%, mayor al reportado en la literatura (0,37%). Además, el contenido de sólidos solubles fue mayor al final del almacenamiento (13,89 a 14,79 °Brix) que el registrado en la literatura (varia de 6 a 7 °Brix), obteniéndose frutos dulces de sabor agradable, de buena consistencia y apariencia.

Las pérdidas iniciales de calidad (se presentaron aproximadamente en el 20% de los frutos) se ocasionaron por aparición de manchas color marrón en la superficie de algunos frutos, pero estas no alteraron de modo significativo las propiedades internas del mismo. Posteriormente (en aproximadamente el 60% de los frutos), se apreció la aparición leve de moho y de algunas manchas de color más oscuro, pero más zonificadas, lo cual no implica el daño total del fruto, debido al ataque masivo del moho y la podredumbre.

En particular, para el empaque cerrado se observó que debido a la producción y acumulación de etileno por parte del fruto, éste presentó una mejor coloración en comparación con los otros frutos, los cuales perdieron totalmente su calidad, conservando hasta su senescencia el mismo color verde con el que se cosecharon. Según lo observado, almacenar guayaba manzana en empaques cerrados, a una temperatura de 10°C y una humedad relativa de 95%, es la mejor condición de almacenamiento de este fruto (de las estudiadas), pues esta condición supera a las demás, debido a su menor tasa respiratoria y, por tanto, menor pérdida de peso, mayor duración, mayor firmeza y similar porcentaje de ácidos. A pesar de que el almacenamiento con este empaque no permite la evacuación del agua condensada, es un excelente método para prolongar la vida del producto, entregándolo en las mejores condiciones al consumidor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La guayaba manzana utilizada en el presente estudio, proveniente de un cultivo altamente tecnificado, es un fruto de forma esférica y ligeramente oblongo, con una redondez de 0,63 y una esfericidad de 0,79, con desviación estándar de 0,10 y 0,11, respectivamente.

La guayaba manzana presentó un peso promedio de 252,12 gramos, con desviación estándar de 40,69 y un tamaño promedio 8,29 centímetros, con una desviación estándar de 0,67.

El análisis de los resultados obtenidos de la evaluación de los tres tipos de empaque para almacenamiento de guayaba manzana (*Psidium guajava* var. *Klom sali*), conduce a las siguientes conclusiones:

- Coincidiendo con los estudios realizados en la Universidad de Hawai, la fruta produce pequeñas cantidades de etileno, lo cual hace que la fruta se torne de un color más amarillo y con un olor más penetrante, cuando se almacena en empaque semihermético, mejorando así las características organolépticas.
- La guayaba manzana es un fruto climatérico, con alta intensidad respiratoria (variando en este estudio entre 120 mg y 275 mg de CO₂ / kg. – h), lo cual indica que es un producto de baja durabilidad en almacenamiento. Para los frutos almacenados en empaque abierto y sin refrigeración, el climaterio se presentó en el día 5, mientras que para el empaque abierto, el perforado y el cerrado, ocurrió en los días 14, 18 y 21, respectivamente
- La refrigeración logra mantener la calidad del producto por un período considerablemente mayor, debido a que en esta condición se obtienen pérdidas menores de peso y se mantiene por más tiempo la firmeza de la guayaba manzana, habida cuenta de que la misma firmeza que se obtiene para el día 15 sin refrigeración (9 libras), se obtiene aproximadamente el día 34 al refrigerarse el fruto, para empaque abierto. Puede afirmarse, que debido a la refrigeración se disminuye la intensidad respiratoria, la pérdida de peso, la pérdida de firmeza y aumenta el período de almacenamiento.
- Para el almacenamiento refrigerado con empaque cerrado, se observa la menor pérdida de peso de todos los ensayos, y llega aproximadamente al 1,5% del peso total, para el día 64, en el cual aún no se perdió totalmente la calidad de los frutos almacenados. Igualmente, su respiración alcanzó el valor más bajo de los ensayos, aproximadamente 230 mg de CO₂/kg-h en el climaterio. Los frutos de esta condición presentaron una firmeza y contenido de sólidos solubles superiores a los de la condición anterior y un contenido de ácidos similar.

Por los anteriores resultados se concluye que de las condiciones estudiadas, la mejor condición para almacenar guayaba manzana en empaques cerrados corresponde a una temperatura de 10°C y una humedad relativa de 95%.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARDILA, Luis Roman, *Evaluación de tres tipos de empaque para almacenamiento de guayaba manzana (Psidium guajava var. Klom sali)*, Tesis presentada a la Universidad Nacional de Colombia; Facultad de Ingeniería; Departamento de Ingeniería Agrícola, Santafé de Bogotá D.C., 1998.
2. MOHSEENIN, Nuri N. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Vol. 1, Gordon and Breach, Science Publishers Ltd. New York, U.S.A., 1970.
3. PANTASTICO, E.B, *Fisiología de la Postrecolección, Manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*, 1ª edición. en español, Compañía Editorial Continental, México D.F, México. 1979.
4. PARRA, C. A. y HERNÁNDEZ, H. J.E. *Fisiología postcosecha de frutas y hortalizas*, 2ª edición, Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería, Santafé de Bogotá D.C, Colombia, 1997.
5. PARRA C, A. *Diseño de una metodología para la determinación de las características físicas y fisiológicas necesarias para el adecuado manejo cosecha y postcosecha de pera en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá)*, Tesis presentada a la Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Santafé de Bogotá, 1997.
6. VALERO, Armando, *Guayaba Manzana. La reina de las guayabas*. Documento de divulgación de la empresa "Frutos del Edén", 1996.
7. YADAVA, Umedi L. *Guava Production in Georgia under Cold-protection Structure*. Arlington Virginia: ASHS Press. Web site: <http://www.ashs.edu/postharv96v5n1.htm#RIPENING>, junio 17 de 1996.