

Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente

Study of the Color Index variation during pineapple fruit (Cayena Lisa variety) conservation at environment temperature

Yelene García Taín¹, Annia García Pereira², Antihus Hernández Gómez² y Jesús Pérez Padrón³

RESUMEN. La evaluación y monitoreo de la calidad de frutos y vegetales durante las etapas pre y poscosecha resultan de gran importancia para el manejo y toma de decisiones adecuados. El objetivo de este trabajo está dirigido a estudiar la variación del Índice de color (IC) durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. Para la realización de este estudio 100 frutos de piña, variedad (Cayena Lisa), cosechados en la empresa Ho Chi Minh del Municipio Jaruco, Mayabeque, fueron evaluados en cuanto al índice de color para monitorear los cambios en esta propiedad bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, usando la técnica de fotografía y el software especializado Adobe Photoshop 6.0. El experimento comprendió la evaluación de cambios de color registrados en el exocarpio de la fruta durante la maduración. Los resultados revelan que los frutos bajo condiciones de almacenamiento con temperatura promedio de 25 °C y humedad relativa de 84 % tienen nueve días de vida útil durante la cual se puede apreciar claramente la variación que sufre el IC y que representa en la escala de colores. También se obtuvo que el período óptimo para ser comercializadas las frutas se encuentra del tercero al noveno día y consumidas entre el quinto y el octavo día acorde a los estados de maduración según su coloración, se estableció los estados de maduración por los que atraviesa la piña durante la conservación y la escala de colores que los caracteriza.

Palabras clave: piña, índice de color, almacenamiento de la piña.

ABSTRACT. Fruit and vegetables quality evaluation and monitoring during pre and post harvest stage are very important for the adequate support decision and handling. The aim of this research work is addressed to study the color index variation during pineapple fruit (Cayena Lisa variety) conservation at environment temperature. During this study 100 pineapple fruits (Cayena Lisa) variety (10 fruits per sample, divided in group A (9 samples retiring one sample per day) and group B (1 sample, used as control group)), harvested in Ho Chi Minh enterprise at Jaruco, Mayabeque, were assessed to achieve IC changes during ripeness using the photography technique and the specialized software Adobe Photoshop v. 6.0. Principal results reveal that fruits stored at environment temperature 25 °C and relative humidity of 84 % have 9 shelf life days, suffering an obvious variation in IC with the pass of the days what is presented in a ripeness color scale. Also was obtained the optimal period for this variety be commercialized and the different ripeness stages for which goes by the fruit during storage during conservation at environment temperature.

Keywords: pineapple, color index, pineapple storage

INTRODUCCIÓN

La definición de calidad en frutas ha ido en evolución a lo largo de los años, en un inicio la percepción de la calidad era diferente según los intereses particulares del productor, consu-

midor y comerciante, sin embargo el camino de tránsito indica que todas las tendencias van hacia los criterios impuestos por el consumidor, en los que el estado de maduración y la coloración de la fruta comprada juega un papel esencial y por ende el precio de la fruta está cada vez más unido a la calidad del producto fi-

Recibido 20/06/10, aprobado 10/09/11, trabajo 50/11, investigación.

¹ Ing., Prof. Asistente, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP: 32700, E-✉: yelene@isch.edu.cu.

² Dr.C., Prof. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas.

³ Ing., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas.

nal, por este motivo los productores tanto a nivel nacional como internacional planifican todo el proceso con vistas a satisfacer al máximo las exigencias del sector comercial.

Los cambios en la calidad de las frutas durante su vida y la inclinación hacia el deterioro en general, involucra cambios que responden a las propiedades organolépticas dentro de ella el índice de color que se determinan en los frutos para medir algunos aspectos esenciales en su consumo, enfocados en el deterioro de la textura, variación en el contenido de sólidos solubles y ácidos, así como oscurecimiento enzimático, según Soliva (2002).

Las características organolépticas están asociadas a los cambios sensoriales donde se determina la decisión de compra del consumidor. Los atributos sensoriales están dados por el aroma, sabor, color y textura, por lo que éstos, deben examinarse cuidadosamente cuando se determina la vida de las frutas (Thompson, 1998).

Determinar la propiedad de índice de color adquiere una importancia significativa en la determinación de la calidad de los frutales a través del tratamiento digital de imágenes que constituye una arma muy potente para poder distinguir y describir los puntos de análisis en la fruta donde el ojo no es capaz de distinguir cientos de colores determinantes en la escala de maduración, según González (1969).

Varios autores enfocan estudios dirigidos a la determinación de las propiedades no destructivas como Jacxsens (2002), señaló que la calidad sensorial de mezclas en frutas, limita la vida del producto antes de que lo haga el desarrollo microbiano. El color y su uniformidad son dos de las principales características que determinan la calidad de un fruto u hortaliza y se utiliza frecuentemente como un índice de frescura, palatabilidad y valor nutricional del producto, ya que se relaciona con la intensidad del sabor y la dulzura, siendo el más importante en la aceptabilidad del producto.

Gorny (1998), indicó que la obtención de los atributos sensoriales individuales determina su calidad sensorial general, registrando que una buena apariencia no implica la ausencia de sabores u olores desagradables, esto se ha observado en el caso de duraznos y nectarinas que mantienen la calidad visual, donde en el aroma y la aceptación del color en frutas constituyen el tercer motivo en importancia parte del consumidor.

Leverington (1970), menciona los estudios que se han realizado en la piña durante su consumo en fresco, sobre la relación de la translucidez con otras características de calidad, señalando que la translucidez además de ser un índice de madurez, es un factor que influencia la apariencia del producto donde su color interno también afecta la apariencia y aceptabilidad del producto, siendo el color amarillo dorado el más aceptado. Por otro lado, se pueden realizar investigaciones relacionadas con el estudio del cambio de coloración durante la maduración del fruto a partir del procesamiento de imágenes con la combinación de fotografías y herramientas informáticas que permiten establecer cartas de colores que sirven para que los productores y comercializadores planifiquen eficientemente el tránsito del fruto en la etapa poscosecha relacionado con valoraciones económicas donde se detecten las posibles pérdidas en que se

puede incurrir por el inadecuado manejo poscosecha de los productos agrícolas.

En el mercado tanto nacional como internacional la piña es considerada más demandada por consumidores y comercializadores por su preferencia a frutos de apariencia atractiva visualmente, considerándose de gran aceptación en todos los continentes, muy conocida mundialmente, lo que ha conllevado a disfrutar de sus beneficios en diferentes formas de presentación como fruta fresca, o a partir del uso de su subproducto generado de la industria. También existe gran diversidad en las variedades que por sus características se puede decir que cuentan con mayor o menor aceptación por los consumidores.

Las frutas pasan durante su vida por una serie de períodos caracterizadas en una secuencia de continuos cambios metabólicos que se dividen en tres etapas fisiológicas: crecimiento, maduración y senescencia, por lo que resulta esencial determinar las propiedades organolépticas que surgen a partir de criterios de aceptación del producto que es manejado por los consumidores y reúnen un grupo de normas que se encuentran valoradas por los órganos sensoriales y criterios para la comercialización, almacenamiento y conservación dándole suma importancia a aquellas cualidades que el consumidor valora y de las que no tiene información hasta consumirlo. Existen muchos métodos para evaluar la calidad basados en técnicas de medición del color, la ventaja de esta técnica es la aplicación de técnicas no destructivas y su correlación con el resto de las propiedades de calidad, se consideran de fácil aplicación para medir las propiedades organolépticas y facilitan la información del panel de expertos encargados de evaluar el fruto visualmente dentro de ella el color para hacer mediciones que predigan los estados de maduración por los que transitan los frutos jugando un papel en el proceso de aseguramiento de la calidad acorde con las especificaciones internacionales para la coloración de la piña en su consumo como fruta fresca, también los especialistas emiten criterios olfatoriamente y gustativamente durante los días experimentales teniendo en cuenta la experiencia en esta área.

En el desarrollo de la piña el proceso de maduración transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativamente bueno, la maduración organoléptica se puede realizar en el árbol y para la fruta ya recolectada, es decir que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y conduce a la senescencia de la fruta. Los cambios más significativos durante el proceso de maduración son el color, sabor, olor, textura, estos cambios son el resultado de una reestructuración metabólica y química que se realiza dentro del fruto. Esta fruta debe venderse para su consumo fresco con rapidez ya que pierde su valor comercial una vez alcanzado su punto óptimo de madurez y a partir de ese momento comienza a perder su jugosidad con gran rapidez.

Una de las propiedades que mejor describe el proceso de maduración en la piña lo constituye el índice de color determinado sin la destrucción del fruto que en frutas frescas se puede realizar por el método no destructivo y existe una relación donde su dependencia entre las propiedades se debe a los cambios internos que experimentan las frutas de sus componentes durante

su desarrollo y maduración, con la maduración de la fruta disminuye el color verde, debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento de la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo carotenoides y antocianinas que le dan un aspecto más atractivo, según Artes (1995).

La utilización de los modelos de color espectral facilitan la especificación de los puntos evaluados de la piña en colores, ubicándose en un sistema de coordenadas tridimensional definido en un subespacio, cada color queda definido por un punto único. Obteniendo el promedio de color verdadero de la epidermis de la fruta durante su almacenamiento en condiciones ambientales.

El Índice de Color describe la coloración de la epidermis de la fruta, permitiendo seguir la evolución de la maduración y para ello devuelve tres parámetros L^* , a^* , b^* , siguiendo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde L^* describe la luminosidad y a^* , b^* , evalúan la saturación que nos da la pureza del color y el tono es el color propiamente, según Francis y Clydesdale (1975).

Eje a, que va del verde al rojo midiendo la pureza del color.

Eje b, que va del azul al amarillo midiendo el tono del color propiamente.

La expresión matemática (1), determinada para calcular el Índice de Color según Thompson (1998).

$$IC = \frac{a \times 1000}{L \times b} \quad (1)$$

donde:

a-zona de variación entre el verde y el rojo del espectro;

L-intensidad del color;

b-zona de variación entre el azul y el amarillo del espectro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo fueron caracterizadas las condiciones experimentales se describe el área del cual son seleccionadas las piñas. Se tiene en cuenta aspectos tales como,

tiempo de plantación y cantidad de cosechas realizadas, época del año, temperatura ambiental, humedad relativa, así como también el número de tratamientos fitosanitarios recibidos por la plantación durante el desarrollo de los frutos en la cosecha que corresponde con el período de estudio. La selección de la muestra se realiza por un panel de expertos, empleando como criterio común, talla, color, firmeza al tacto y que el fruto esté libre de daños y ubicadas en cajas de cartón comercial para evitar la adherencia de polvo y partículas extrañas durante la transportación.

La muestra total de 100 frutas es fotografiada con el objetivo de determinar el IC de cada fruta como una unidad independiente, con el objetivo de conformar una muestra homogénea de diez frutas a ser utilizadas para el monitoreo del cambio del IC durante el proceso de maduración de la fruta en el período de almacenamiento, para la selección final de los frutos que se van a utilizar por el grupo de expertos.

En la determinación del índice de color para las 100 frutas se utilizaron 10 para conformar el grupo control se utilizaron las de coloración verde intenso como muestra homogénea para el monitoreo en almacenamiento y establecimiento de la escala de maduración.

El índice de color se realizó por el método de captación de imágenes, acorde con Vignoni y Césari (2006). Para determinar los patrones del color, se fotografian las frutas con una cámara digital modelo CANON PowerShot A630 8.5 megapíxeles, cuidando que la calidad de la luz sean correctas en cuanto a intensidad y nitidez que permita apreciar los detalles de la fruta, estas fotografías luego de ser digitalizadas se analizan en el software portable ADOBE PHOTOSHOP v.10 en español, donde se obtiene la representación numérica de las variables L^* , a^* y b^* , se define por sus coordenadas en un plano de colores definido por dos ejes y se calcula según la expresión matemática (1) y a su vez los resultados se establecen por sus coordenadas en la escala de maduración, en la Tabla 1 se representan intervalos de las oscilaciones del índice de color en relación a los colores asociados directamente a los estados de maduración.

TABLA 1. Muestra la relación de colores en las oscilaciones del IC* en la piña, variedad Cayena Lisa

Valores de IC*	Relación de colores	Estados de maduración
20b al -40a	desde el azul-gris al verde intenso	madurez fisiológica
40a al 30b	desde el verde intenso al verde-amarillo	madurez fisiológica
30b al 40a	desde el verde-amarillo al rojo intenso	madurez organoléptica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se obtuvo que la piña, variedad Cayena Lisa en su estado fresco, el día inicial de la investigación (o sea el día que se retira de la planta) cuenta con un índice de color con valores promedios de $-0,28 \pm 0,004$; el 100% del grupo de expertos clasificó la fruta como portadora de buena apariencia.

Por su clasificación en cuanto a los parámetros de calidad se encontró adecuada en su coloración para piña fresca, según la norma trabajada. Por la clasificación externa arrojó una coloración verde intenso en su totalidad, el aspecto de las hojitas de las brácteas era fresco. El estudio preliminar del espectro de la luz para observar el comportamiento del índice de color obtuvo valores promedios de $-0,28$ debido a la tonalidad verde intensa correspondiente con su madurez fisiológica, indicando el color señalado en el diagrama espectral.

Las piñas a lo largo de los días experimentales se encontraban ligeramente más maduras, coincidiendo con el criterio dictaminado por el panel de expertos, observando que su color verde fue cambiando a un color más claro o amarillento porque la clorofila continuó degradándose, otra observación fue la aparición de pigmentos amarillos y rojos en su cáscara, con la pulpa entre amarilla y blanca, según la clasificación externa arrojó que a partir del día dos presentó una coloración amarilla desde la base hasta el 25% de la altura de la fruta (M1) y madurez fisiológica, día tres del 25 al 50% de la altura de la fruta con coloración amarilla (M2), día cinco del 50 al 75% de la altura de la fruta con coloración amarilla (M3), día siete más del 75 % de la altura de la fruta con coloración amarilla (M4), posteriormente para M2, M3, M4 presenta madurez organoléptica y finalmente día nueve se encontraba enrojecida con estado acentuado de degradación, acorde a la Tabla 2 y Figura 3.

Por su clasificación en cuanto a los parámetros de calidad se encontraron adecuadas las frutas, en el ascenso de los días experimentales el aspecto de las hojitas de las brácteas era seco marcándose significativamente el deterioro del fruto y senescencia, cambiando significativamente la coloración de la epidermis.

En el caso del índice de color en la variedad Cayena Lisa en función de los días experimentales bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, ilustrada en el Figura 1, se puede observar que la misma se ajusta al modelo cuadrático $y = 0,0218 + 2,0001x^2$, en el mismo se puede apreciar para el día inicial valores promedios de -0,28, se mantuvo consecutivo el aumento con una tendencia a tomar valores positivos a partir del 2^{do} día promediando 0,27, a partir del 3^{er} día se observan incrementos en su coloración con valores promedios de 0,45, indicando la maduración en un por ciento de la fruta; continúan sucediendo cambios en el color con una tendencia a los valores negativos el 5^{to}, 7^{mo} y 9^{no} día con valores de 0,40; 0,37 y -0,13 respectivamente indicando la madurez total y posterior deterioro, según Artes (1995). Los resultados obtenidos para R^2 88,91% y r -0,92 demuestran la relación inversa existente entre dicha propiedad y el tiempo de almacenamiento, con una marcada dependencia entre ambas variables.

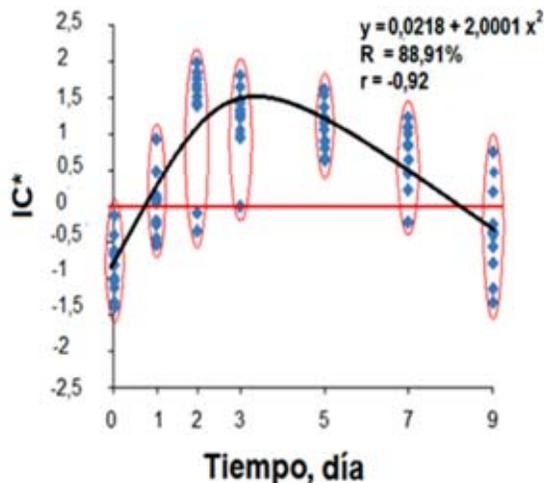


FIGURA 1. Comportamiento del índice de color en función de los días experimentales.

En el diagrama espectral de colores se obtienen los días experimentales transitados por la fruta y calculados, según la expresión 1, el estudio preliminar del espectro de la luz para observar el comportamiento del Índice de Color durante los diferentes estados de desarrollo, adquiere la tonalidad de verde intenso en que se encontraban las piñas inicialmente indicado en el diagrama espectral, día uno tonalidad de verde, 2^{do} día indica cambio de verde hacia la tonalidad amarilla, donde se observaron los cambios de color en la epidermis de la fruta, 3^{er} día y 5^{to} día indicaron los valores entre amarillos y rojizos, en esta etapa es cuando las frutas se encuentran mejor valoradas para su consumo en fresco, 7^{mo} día con tonalidad rojiza indicando el desarrollo pleno de la fruta y un color homogéneo, mientras el 9^{no} día nuevamente toma valores negativos tornándose de rojo a rosa, encontrándose sobre madura, coincidiendo con la descripción realizada por el panel de expertos, en la Figura 2 se muestra el camino recorrido del color en el diagrama espectral para cada día experimental de la piña bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

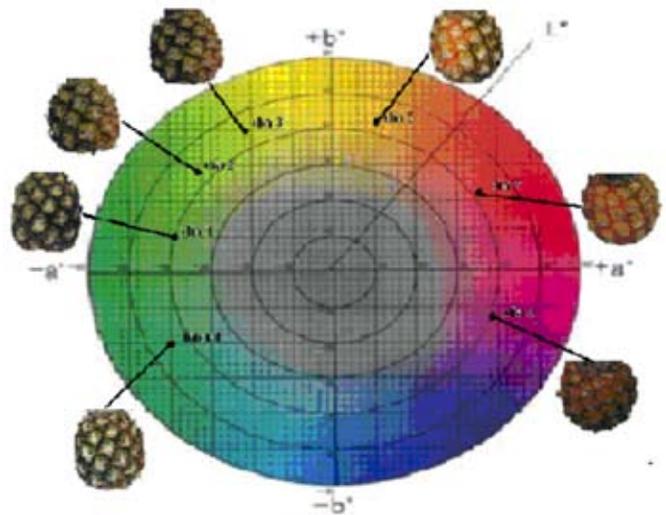


FIGURA 2. Diagrama espectral del color en cada día experimental de la piña en estudio.

Estos valores del índice de color describen en los días experimentales el cambio de color que comenzó desde la base del fruto hacia el ápice, a partir del 3^{er} día se tornó amarillo suave hasta la coloración roja donde se observa el proceso de senescencia del fruto, justamente con el cambio de color se evidencia el ablandamiento de la fruta relacionándose directamente con el comportamiento de la firmeza al tacto que muestra una disminución progresiva con el debilitamiento de las paredes celulares por degradación de los hidratos de carbono poliméricos pectinas y hemicelulosas, es importante conocer que los cambios en sus colores van indicando diferentes estados de maduración en las frutas que fueron cambiando en los nueve días porque la clorofila continuó degradándose, relacionando de igual forma el color con su aspecto y composición evidenció durante los días experimentales transformaciones que fueron en ascenso hasta el deterioro de la fruta, la Figura 3, muestra la escala de maduración y la carta de colores de la variedad Cayena Lisa bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

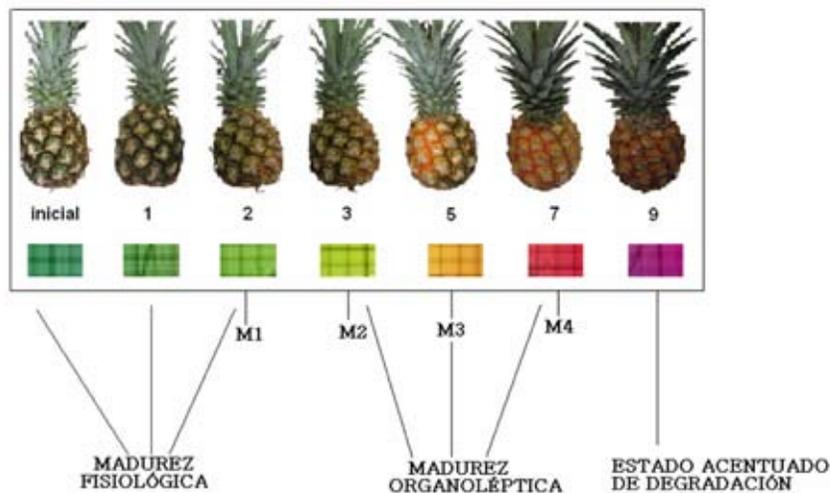


FIGURA 3. Describe la escala de maduración y carta de colores de la variedad en estudio.

El panel de expertos emitió finalmente un criterio con los resultados obtenidos anteriormente, donde el comportamiento del fruto bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, después de la 4ta cosecha los valores demostraron que la piña tiene nueve días de vida útil, el período óptimo para ser consumidas corresponde al 5^o día; de forma general la variedad Cayena Lisa debe consumirse rápidamente dentro del período establecido para su consumo en estado fresco puesto que se pierde velozmente su valor comercial, su empleo en productos derivados industrialmente tampoco se debe retardar y debe estar en función del destino para producir, cuando la fruta haya alcanzado su punto límite de madurez comienza a perder su jugosidad con gran rapidez.

CONCLUSIONES

- El índice de color estudiado describe claramente el proceso de maduración de la fruta con valores desde -0,28, el 2^{do} día 0,27, al 3^{er} día 0,45, comienza luego una tendencia a los valores negativos el 5^{to}, 7^{mo} y 9^{no} día con valores de 0,40;

0,37 y -0,13 respectivamente, indicando la madurez total y posterior deterioro.

- A través del cambio del IC quedaron establecidos tres estados de maduración, madurez fisiológica, madurez organoléptica y estado acentuado de degradación.
- Existe una fuerte dependencia entre el IC y el tiempo de almacenamiento lo que se demuestra a partir de los valores de R^2 igual a 88,91% y r de -0,92 demostrando la relación inversa existente entre ambas variables.
- El 100% de la fruta fresca al momento de la recolección, porta buena apariencia con índices de color igual a -0,28 presentando los cambios más representativos en sus propiedades entre el tercero y el quinto día.
- La variedad Cayena Lisa tiene nueve días de vida útil, el período óptimo para ser comercializadas acorde a su coloración se encuentra del tercero al noveno día, presenta una coloración óptima para su consumo como fruta fresca el quinto día, a partir del noveno día el color del exocarpio representa un estado acentuado de degradación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTES, F.: "Innovaciones en los tratamientos físicos para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la post-recolección, pre tratamientos térmicos", *Revista Española de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 35(1): 45-64, 1995.
- FRANCIS, F.J. and F. M CLYDESDALE: *Food colorimetry: Theory and applications*, Westport, Conn, The AVI Pub. Co. USA, 1975.
- GONZÁLEZ, T.: *Effects of plant density on the production of a plant crop of Red Spanish pineapple in P Rico*, Proc. Caribbean Food Crops Soc., Puerto Rico, 1969.
- GORNY, M.: *Determination of the sensorial attributes for their quality*. Indian Horticulture, India, 1998.
- GORNY JR, M.: "A summary of CA and MA requirements and recommendations of fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables", *Postharvest Hort. Series*, 19: 30-66, 1998.
- JACXSENS, F.: "Sensorial quality of mixtures in fruits", *Postharvest Biology and Technology*, 33: 121-129, 2002.
- LEVERINGTON, J.: *Studies carried in the pineapple for their consumption in fresh. Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market*, USA, 1970.
- THOMPSON, A. K.: *Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas*, 268pp., Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje. Editorial Kinesis, Convenio SENA-Reino Unido, producido con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA), el Departamento para el Desarrollo Internacional (Department for International Development-DFID) y el Instituto de Recursos Naturales (Natural Resources Institute-NRI) del Reino Unido, Armenia, Colombia, 1998.
- SOLIVA-FORTUNY, R.: Effect of minimal processing on the texture propertiss of fresh-cut pears. *J. Sci Food Agric.*, 82: 1862-1688, 2002.
- VIGNONI, L. y R. CÉSARI: "Determinación de índice de color en ajo picado", *Información tecnológica*, 17(16): 63-67, 2006.