

(S6-O203)

IMPORTANCIA DEL GRADO DE MADUREZ EN EL PROCESADO MÍNIMO DE FRUTAS

YURENA HERNÁNDEZ, MÓNICA GONZÁLEZ y M. GLORIA LOBO

Laboratorio de Fisiología Vegetal, Dpto. Fruticultura Tropical, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Apdo. 60, 38200 La Laguna-Santa Cruz de Tenerife, España globo@icia.es
Teléfono: +34922476308, Fax: +34922476303

Palabras clave: calidad – frutas tropicales – IV Gama.

RESUMEN

La aparición de frutas mínimamente procesadas en el mercado permite al consumidor, de forma rápida y cómoda, cubrir sus requerimientos diarios en vitaminas y minerales.

Los frutos climatéricos, que pueden recolectarse cuando llegan a la madurez fisiológica, no deben ser procesados hasta que manifiesten las características organolépticas que el consumidor demanda. No obstante, será necesario establecer el estado de madurez de la fruta en el momento de ser procesada ya que las operaciones tecnológicas que requiere la elaboración del producto afectan a su calidad durante la comercialización. Será por tanto indispensable establecer unas condiciones de compromiso entre la madurez óptima “para el consumo” y “para el proceso tecnológico”.

Estudios realizados con papaya del cv. “Maradol” indican que los parámetros relacionados con la calidad organoléptica (color, firmeza, SST, pH y acidez titulable) no resultaron ser significativamente diferentes entre el 80 y 100% de madurez. Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico el procesado ha de realizarse al 80% ya que cuando se procesa al 100% de madurez la translucidez y otros signos de deterioro de las rodajas se aceleran durante la conservación, acortándose la vida comercial del producto. Rodajas procedentes de mango del cv. “Keitt” 100% maduros mostraron una vida comercial menor que cuando se procesaba al 80%. El mango procesado al 100% de madurez mostró mayor pérdida de firmeza y una modificación del color, adquiriendo un aspecto sobremaduro lo que se reflejó en la cromaticidad. En el caso de frutos no climatéricos como la piña tropical (cv. “Roja Española”) el estado de evolución de la madurez (porcentaje de color anaranjado en la piel) en el que se procesa esta fruta no influye de forma muy importante en la calidad del producto final. Cuando se procesa al 100% naranja las rodajas presentan, en general, un color peor valorado, siendo más aceptadas las rodajas procedentes de piñas con la piel en un 60-80% de color anaranjado.

IMPORTANCE OF RIPENESS STAGE ON MINIMALLY PROCESSED FRUITS

Keywords: quality – tropical fruits - IV Gama

ABSTRACT

The appearance of minimal processed fruits in markets allows consumers to cover dairy requirements of vitamins and minerals quickly and easily. Climacteric fruits, that can be harvested when physiological maturity is reached, should not be processed before the

sensorial characteristics demanded by consumers are present. Nevertheless, it is necessary to select the fruit ripening stage when the product is going to be processed because technological operations, required for the product elaboration, affect its quality during commercialization. Therefore, it is indispensable to set up compromise conditions within the optimal fruit maturity “for consumption” and “for the technological process”.

Studies developed with papaya cv. “Maradol”, show that parameters related with the sensorial quality (color, firmness, TSS, pH and tritatable acidity) were not statistical significant within 80% and 100% fruit ripeness. However, from the technological point of view, fruit processing should be done at 80% ripeness, because when it is processed at 100% translucency and other damage signals are accelerated during slices conservation and shelf-life product is shorten. Slices of mango cv. “Keitt” 100% ripeness showed a shelf-life shorter than those processed at 80% ripeness. Mango processed 100% ripeness presented firmness lost and color modification acquiring overripe aspect showed by chroma changes. In non climacteric fruits as pineapple (cv. “Roja Española”), product processing at 60-80% orange peel color extend shelf-life. Pineapple processed when 100% of the peel color is orange increase the number of slices that present in the corn area browning and bad aspect in general, being much better evaluated the slices from pineapple processed with 60-80% of the orange peel color.

INTRODUCCIÓN

Las operaciones involucradas en la preparación de productos mínimamente procesados provocan en general un aumento de la velocidad de deterioro del producto. Los daños físicos o heridas causadas por la preparación incrementan la tasa respiratoria, la producción de etileno y el metabolismo del fruto produciéndose modificaciones en el color (pardeamiento, translucidez, etc.), el flavor, la textura y la calidad nutricional.

La obtención de un producto mínimamente procesado de calidad radica en la adecuada selección de la materia prima y en la optimización de todas las etapas tecnológicas necesarias para su elaboración y mantenimiento de la calidad sensorial, higiénico-sanitaria y nutricional.

La materia prima ha de seleccionarse teniendo en cuenta dos aspectos: el cultivar y el grado de madurez de la fruta. La correcta selección del cultivar es de importancia crucial ya que puede simplificar las etapas y tratamientos de conservación que han de ser aplicados con posterioridad (Gorny et al., 2000 y Weller et al., 1997). Por otro lado, la selección del grado de madurez de los frutos es esencial sobre todo en aquéllos que son climatéricos. Dichos frutos se recolectan cuando alcanzan la madurez fisiológica, ya que la textura es más firme y los daños mecánicos durante la manipulación se minimizan. Antes de procesar dicha fruta será necesario que madure, proceso durante el que se desarrollan las características organolépticas específicas de cada producto. Sin embargo, y teniendo en cuenta que las etapas tecnológicas de elaboración del producto mínimamente procesado afectan a la calidad, será necesario llegar a unas condiciones de compromiso entre el grado de madurez óptimo “para el consumo” y “para el proceso tecnológico”. Paull y Chen (1997) estimaron que cuando la piel de la papaya tiene entre el 55 y el 80% de color amarillo, el índice de madurez es el adecuado para ser procesada en mitades.

En el caso de frutas no climatéricas, la recolección ha de realizarse una vez han desarrollado sus características organolépticas. Los cambios que sufren estas frutas una vez recolectadas son mínimos y sólo se refieren a ligeras modificaciones en el color de la piel y en la textura. Soliva-Fortuny et al. (2001) determinaron que las manzanas cv. “Golden delicious” han de procesarse en estado verde maduro debido a que su menor respiración y producción de etanol incrementan su aptitud al procesado mínimo. Soliva-Fortuny et al. (2004) establecieron que las peras “Conference” han de procesarse parcialmente maduras ($44 \pm 3,2$ N). Los trozos

de peras cv. “Bartlett” procesadas maduras (31-44 N) tuvieron menor vida comercial que los que provenían de peras procesadas parcialmente maduras o verdes (45-71 N) (Gorny et al., 2000). Beaulieu et al., (2004) determinaron que los melones “Cantaloupe” deben ser cosechados para ser procesados a la mitad de su madurez.

El objetivo de estos ensayos fue evaluar la influencia del grado de madurez en la aptitud de la papaya, el mango y la piña al procesado mínimo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de mango cv. “Keitt” fueron recolectados en estado verde, en las fincas experimentales del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Los frutos de papaya cv. “Maradol” procedentes de Tejina (Tenerife), se recolectaron con una coloración amarillo-anaranjada del 20% y los frutos de piña tropical del cv. “Roja Española”, procedente de la Isla del Hierro se seleccionaron con menos del 30% de su piel de color anaranjado.

Se consideró que los frutos de papaya y piña tropical habían alcanzado el 80% de madurez cuando el 60-80% de la piel presentaba color anaranjado. Asimismo, la fruta 100% madura presentaba el 100% de la piel de color naranja. Los frutos de mango del cv. “Keitt”, a diferencia de otros cultivares de mango, no muestran cambios importantes en el color de la piel a medida que madura la fruta. Al 80% de madurez, el tamaño de las lenticelas de la piel y la firmeza al tacto son menores que en los frutos 100% maduros.

La fruta se lavó en agua clorada (200 µl/l hipoclorito sódico). En el caso de la papaya y el mango, el lavado se realizó durante dos minutos mientras que la piña tropical fue lavada durante cinco minutos ya que posee mayor carga microbiana en su superficie, al crecer muy próxima al suelo y poseer una estructura irregular (Hernández et al., 2006). La fruta se dejó madurar a 18 °C y una humedad relativa del 90% hasta alcanzar el estado de madurez deseado (el 80% o el 100% de madurez). Seguidamente se almacenó en una cámara a 5°C durante 12 horas antes de su procesado.

Las operaciones de pelado y troceado se realizaron a 5°C. Los mangos y las papayas se pelaron y trocearon en cubos con un cuchillo de filo liso. Las piñas se descorazonaron y pelaron mecánicamente, obteniéndose cilindros que posteriormente fueron troceados en medias rodajas. A continuación, los trozos de la fruta procesada se lavaron en un baño de agua clorada a 5 °C (100 µl/l hipoclorito sódico, dos minutos). Los trozos de mango y de papaya se almacenaron en botes de cristal (150 g/bote) en los que se hacía pasar una corriente de aire al 90% de humedad relativa. En el caso de la piña, las rodajas se envasaron en aire en barquetas selladas con plástico PPlus de 52 micras, con una permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono de 5200 cm³/ml/día/atm, proporcionado por Amcor-flexibles (Burgos, España). La fruta mínimamente procesada se conservó a 5 °C durante 12 días.

Para cada grado de madurez se determinó el porcentaje de pulpa procesable. Para evaluar la calidad del mango, papaya y piña tropical mínimamente procesados, durante su conservación, se determinó el color, la firmeza, el contenido en sólidos solubles totales (SST), el pH y la acidez titulable (AT). En el caso de la papaya y el mango, diariamente y durante los doce días de conservación, se midió la producción de CO₂ y de etileno (ml CO₂/kg*h y µl C₂H₄/kg*h, respectivamente) mientras que la respiración de la piña tropical de determinó durante las seis horas siguientes al procesado. Además, en este caso se midió la composición de la atmósfera en el interior de las barquetas durante los doce días de conservación. En piña se realizó una evaluación sensorial de las rodajas procedentes de los dos estados de madurez al día siguiente del procesado y al sexto día de conservación.

El color se midió con un colorímetro Minolta modelo Chroma Meter CR-300 (Wheeling, EE.UU.). Los atributos de color evaluados fueron la luminosidad (L), a*, b*, la cromaticidad (Croma) y la tonalidad (Hue). La firmeza (N) de los trozos de papaya y mango

se determinó con un penetrómetro Chatillon DPP – 0,5 kg y DPP – 5Kg. La firmeza (N*s/g) de las rodajas de piña se determinó utilizando un analizador de textura Aname TA.HDPlus 250 kg (Madrid, España), con una célula de kramer de cinco cuchillas. La medida de SST (°Brix) se realizó mediante refractometría utilizando un refractómetro de mano Atago ATC-1 (Tokio, Japón). El pH se midió con un pH-metro WTW modelo 523 (St Woburn, EE.UU.). La AT se determinó, una vez medido el pH, haciendo una valoración con una disolución estándar de hidróxido sódico 0,1 N hasta pH 8,1 y los resultados se expresaron como mg de ácido cítrico/100 g de fruta. La producción de CO₂ se determinó utilizando un analizador por infrarrojos Horiba Vía-510 (Davis, EE.UU.) y el contenido de etileno con un cromatógrafo de gases Perkin Elmer Autosystem (Boston, EE.UU.).

La composición de la atmósfera de la barqueta (% O₂ y % CO₂) se determinó utilizando un analizador compacto PBI Dansensor CheckMate 9900 (Madrid, España).

La calidad sensorial se evaluó al día siguiente del procesado y al sexto día de conservación, con el objetivo de evaluar la aceptabilidad, por parte de los catadores, del estado de madurez de la piña cortada. Se realizó por un panel de evaluación formado entre 5 y 8 catadores, hombres y mujeres con edades entre 28 y 58 años conocedores del producto. Para evaluar el aspecto general externo de la piña se utilizó una prueba de aceptación-preferencia con una escala lineal en intensidad de 0 a 10 desde inaceptable hasta muy aceptable. También se pidió a los catadores que señalaran si comprarían o no el producto. Para evaluar el color, el sabor y la textura, se utilizó una escala lineal en intensidad de 0 a 10 desde pardo a no pardo, para el color, y desde inaceptable a muy aceptable para el sabor y la textura. Finalmente, tras evaluar el aspecto externo y probar el producto cortado, los catadores evaluaron la aceptabilidad general del producto mediante una prueba aceptación-preferencia como las comentadas anteriormente.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa estadístico Statgraphics. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó el test de Fisher's Least-Significant-Difference (LSD) para estimar las diferencias significativas entre días y entre estados de madurez ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Papaya

El porcentaje de pulpa procesable de las papayas procesadas no difirió de un estado de madurez a otro, con un valor medio de $55 \pm 4\%$.

La respiración de los trozos de papaya, independientemente del grado de madurez en el que se procesó la fruta, resultó ser significativamente mayor al inicio y al final del periodo de conservación. Esto se debe fundamentalmente al stress fisiológico que sufre la fruta durante las operaciones del procesado y, posiblemente, al desarrollo de microorganismos durante los últimos días de conservación. En el día de procesado, la respiración de los trozos de papaya con un 80% de madurez fue ligeramente inferior que la de los trozos 100% maduros, con valores de $14,2 \pm 1,3$ y $16,6 \pm 0,3$ ml de CO₂/kg*h, respectivamente. Gorny et al. (1998) observaron que la tasa respiratoria de melocotones y nectarinas mínimamente procesados aumentaba a medida que lo hacía el grado de madurez de la fruta en el momento del corte y la temperatura de conservación. Sólo se detectó producción de etileno durante las primeras 24 horas después del procesado, con valores máximos de $0,21 \pm 0,01$ µl de etileno/kg*h y sin diferencias significativas entre los dos estados de madurez evaluados.

Los valores de L, a*, b*, Hue y Croma de los trozos de papaya descendieron durante los doce días de conservación, excepto los valores de Hue de los trozos de papaya al 80% de madurez, que se mantuvieron constantes (de 71 a 75), lo cual demuestra que la papaya cortada al 80% de madurez conserva su color naranja-rojizo durante el periodo de almacenamiento.

No hubo diferencias importantes en la luminosidad de la papaya en los dos estados de madurez durante la conservación (Figura 1). Los valores de a^* , b^* y Croma resultaron ser iguales entre los dos estados de madurez, durante los doce días de conservación, excepto el día de corte, en el que los trozos de papaya al 80% de madurez presentaron menor cromaticidad que los trozos 100% maduros.

En cuanto a la firmeza de los trozos de papaya, en los dos estados de madurez evaluados se observó un descenso de la firmeza. Rivera-López et al. (2005) también observaron una pérdida de firmeza de aproximadamente el 50% en cubos de papaya cv. "Maradol" conservados a 5 °C. Karakurt y Huber (2003) describieron que los cambios en la firmeza de la papaya entera y cortada eran debidos fundamentalmente al aumento de la actividad de enzimas relacionadas con la degradación de la pared celular. La firmeza de los trozos de papaya al 80% de madurez fue mayor que la de los trozos de papaya 100% maduros hasta el décimo día de conservación (Figura 2).

El contenido en SST descendió ligeramente en los trozos de papaya 100% maduros aunque no se detectaron diferencias significativas entre los dos estados de madurez durante los doce días de conservación, siendo el valor medio de $8,7 \pm 0,6$ °Brix. El descenso en el contenido en SST de los trozos de papaya 100% maduros puede ser explicado por la tasa respiratoria, ligeramente mayor que la de los trozos de papaya al 80% de madurez después del corte de la fruta. Esta correlación entre el consumo de azúcares y mayor actividad metabólica ha sido descrita por diversos autores (Agar et al., 1999 y Rivera-López et al., 2005). El pH descendió ligeramente, sin diferencias significativas entre los dos estados de madurez. Los valores de pH estuvieron comprendidos entre $5,5 \pm 0,1$ y $4,3 \pm 0,2$, al inicio y al final de la conservación, respectivamente. Sin embargo, los trozos de papayas procesadas al 100% de madurez mostraron una AT mayor que los trozos al 80% de madurez, excepto el último día de conservación donde la AT fue igual para los dos estados de madurez evaluados.

Mango

El porcentaje de pulpa procesable fue mayor cuando los mangos se procesaron 100% maduros que al 80% de madurez, con valores de $54 \pm 3\%$ y $47 \pm 4\%$, respectivamente. Los mangos menos maduros presentaron una piel más gruesa y firme, por lo que el grosor de la piel eliminada era mayor que la de los mangos 100% maduros.

La respiración de los trozos de mango en el momento del corte fue de $22,8 \pm 2,3$ ml de $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$, sin diferencias entre los dos estados de madurez evaluados. En ambos casos, la respiración disminuyó desde el corte hasta las 12 horas después de éste. Hasta el final de la conservación la respiración de los trozos de mango se mantuvo constante, con un valor medio de $5,5 \pm 1,1$ ml de $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ y sin diferencias significativas entre los dos estados de madurez evaluados. Sólo se detectó producción de etileno en el momento del corte, con valores de $0,08 \pm 0,02$ y $0,12 \pm 0,05$, para los trozos de mango del 80% y 100% de madurez, respectivamente.

La luminosidad y tonalidad de los trozos de mango procesados al 80% de madurez fueron siempre superiores que las de los trozos 100% maduros. Mientras que la luminosidad del mango procesado al 80% se mantuvo constante hasta el sexto día de conservación la del 100% disminuyó desde el segundo día (Figura 3). La tonalidad del mango descendió ligeramente durante la conservación para los dos estados de madurez. Los dos estados de madurez presentaron los mismos valores de Croma el día de corte (64 ± 4). A partir del primer día de conservación, la cromaticidad de los trozos de mango al 80% de madurez se mantuvo, mientras que descendió en los trozos 100% maduros, alcanzando valores finales de 59 ± 3 y 46 ± 8 , para los trozos al 80% y 100% maduros, respectivamente.

Como puede observarse en la Figura 4, los trozos de mango al 80% de madurez presentaron siempre mayor firmeza que los trozos 100% maduros, excepto al sexto día de conservación, en el que la firmeza resultó ser igual entre ambos estados de madurez. A los 12

días de conservación, la pérdida de firmeza de los trozos 100% maduros fue del 73% mientras que en los trozos del 80% de madurez fue del 43%.

El contenido en SST de los trozos de mango 100% maduros fluctuó durante los doce días de conservación con valores comprendidos entre $15,2 \pm 0,8$ y $17,9 \pm 0,5$ °Brix mientras que en los trozos de mango al 80% de madurez se mantuvo constante ($14,8 \pm 1,1$ °Brix). En este caso, el aumento de la actividad metabólica en la fruta cortada no produjo un descenso en el contenido en SST debido, posiblemente, al efecto combinado de la hidrólisis de almidón y síntesis de sacarosa, según se ha descrito para mangos enteros (Chaplin et al., 1990 y Gil et al., 2000). El pH y la AT de los trozos 100% maduros se mantuvieron constantes durante los doce días de conservación, con valores medios de $4,0 \pm 0,2$ y 262 ± 69 mg de ácido cítrico/100 g de mango, respectivamente. Sin embargo, en los trozos de mango al 80% de madurez el pH se mantuvo constante pero la AT fluctuó durante los doce días de conservación con valores comprendidos entre 276 ± 15 y 455 ± 75 mg de ácido cítrico/100 g de mango.

Piña tropical

El porcentaje de pulpa procesable de la piña tropical no varió de un estado de madurez a otro, con un valor medio de $39 \pm 3\%$.

Las rodajas de piña de los dos estados de madurez evaluados mostraron la misma respiración durante las seis primeras horas después del procesado. La producción de dióxido de carbono justo después del corte fue de $19,7 \pm 0,01$ ml CO₂/kg*h y fue descendiendo hasta mantenerse constante a partir de las cuatro horas después del procesado, con un valor medio de $8,3 \pm 0,9$ ml CO₂/kg*h.

La composición de la atmósfera dentro del envase se fue modificando ligeramente durante los doce días de conservación. La concentración de oxígeno descendió al mismo tiempo que se acumuló dióxido de carbono, debido a la respiración de la fruta y a la permeabilidad del film a estos gases. La atmósfera inicial (aire) alcanzó valores de $18,9 \pm 0,4\%$ de O₂ y $2,0 \pm 0,5\%$ de CO₂ al final de la conservación.

En el día de corte, las rodajas de piña procesadas al 80% de madurez presentaron valores de L, a*, b* y Croma superiores a los de las rodajas de piña 100% maduras. Como puede observarse en la Figura 5, las rodajas de piña al 80% de madurez mantuvieron mejor la luminosidad durante los doce días de conservación. En los dos estados de madurez evaluados se observó un descenso de la cromaticidad, como también observaron Marrero y Kader (2006) cuando evaluaron la calidad de dos cultivares de piña tropical fresca-cortada.

La firmeza de las rodajas de piña resultó ser, durante todo el ensayo, igual para los dos estados de madurez y no se modificó durante los doce días de conservación, excepto en las rodajas al 80% de madurez, que mostraron una firmeza ligeramente superior el último día del ensayo. Las rodajas de piña tuvieron un valor medio de firmeza de 47 ± 9 N*s/g (Figura 6).

Las rodajas de piña 100% maduras mostraron mayor contenido en SST que las rodajas al 80% de madurez hasta el décimo día de conservación, con valores de $9,5 \pm 0,5$ y $7,5 \pm 0,5$ °Brix, respectivamente. El pH de las rodajas de piña 100% maduras fue ligeramente superior al final del ensayo (de 3,22 pasó a 3,36). En cuanto a la AT, mientras que el contenido en ácido cítrico inicial fue superior en las rodajas al 80% de madurez (774 ± 13 mg de ácido cítrico/100 g frente a 604 ± 35 mg de ácido cítrico/100 g), la AT de las rodajas 100% maduras fue aumentando y al final del ensayo resultó ser la misma para los dos estados de madurez, con un valor medio de 716 ± 73 mg de ácido cítrico/100 g de piña.

El aspecto general externo de las rodajas de piña tropical fue evaluado positivamente por el panel de catadores, tanto el día después del procesado como al sexto día de conservación, y sin diferencias significativas ni entre estados de madurez ni entre días, con una valoración media de $7,2 \pm 1,7$. Al día siguiente del procesado, el 100% de los catadores comprarían el producto cortado al 80% de madurez mientras que al 100% de madurez lo

compraría el 80% de los catadores. Al sexto día de conservación, las rodajas de piña cortada al 80% y al 100% de madurez serían compradas por el 88% y 63% de los catadores, respectivamente. La valoración del color, sabor y textura de las rodajas de piña disminuyó del primer al sexto día de conservación, aunque sin diferencias entre los dos estados de madurez evaluados. A pesar de que no se detectaron diferencias entre estados de madurez en el color de la piña, el sexto día de conservación se produjo una disminución en la valoración del color de las rodajas de fruta respecto al primer día (del 23% y del 48% para la fruta procesada al 80% y al 100% de madurez, respectivamente). El sexto día de conservación, el sabor y la textura fueron valorados muy positivamente con un valor medio de $8,3 \pm 0,8$ y $8,2 \pm 0,9$, respectivamente. Como resultado de las evaluaciones anteriores, las rodajas de piña obtuvieron una aceptabilidad final de $8,0 \pm 1,7$, sin diferencias significativas entre estados de madurez ni entre días de conservación.

CONCLUSIONES

Las tres frutas tropicales evaluadas (papaya, mango y piña tropical) muestran mejor aptitud al procesado al 80% de madurez que 100% maduras ya que mantienen mejor la calidad durante los doce días de conservación a 5°C. Los trozos de mango y piña tropical procesados al 80% de madurez mantuvieron mejor la luminosidad que los trozos 100% maduros. La pérdida de firmeza fue menor en los trozos de papaya y mango procesados al 80% de madurez. Además, los distintos frutos procesados al 80% de madurez han alcanzado los atributos de sabor idóneos para ser consumidos, según refleja el análisis de SST, pH y AT así como los resultados de la evaluación sensorial realizada en el caso de la piña tropical.

AGRADECIMENTOS

Los trabajos sobre productos mínimamente procesados desarrollados en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias están financiados a través de los proyectos de investigación "RTA04-171-C2" del Subprograma Nacional de Recursos y Tecnologías Agrarias en coordinación con las comunidades autónomas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA, España), el proyecto de I+D+i "PROMINCA" incluido en los proyectos estratégicos financiados por el Gobierno de Canarias y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y el proyecto "CYTED-XI-22" dentro del programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Yurena Hernández Ramos y Mónica González agradecen al INIA la beca predoctoral y el contrato de investigación enmarcado en la acción estratégica "Recursos y Tecnologías Agrarias del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003" que les han sido concedidos, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Agar, I.T.; Massantini, R.; Hess-Piece, B.; Kader, A.A. 1999. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *Journal of Food Science*. 64: 433-440.
- Beaulieu, J.C.; Ingram, D.A.; Lea, J.M.; Bett-Garber, K.L. 2004. Effect of harvest maturity on the sensory characteristics of fresh-cut Cantaloupe. *Journal of Food Science*. 69 (7): 250-258.
- Chaplin, G.R.; Lai, S.C.; Buckley, M.J. 1990. Differential softening and physico-chemical changes in the mesocarp of ripening mango fruit. *Acta Horticulturae*. 269: 233-239.
- Gil, A.M.; Duarte, I.F.; Delgadillo, I.; Colquhoun, I.J.; Casuscelli, F.; Humpfer, E.; Spraul,

- M. 2000. Study of the compositional changes of mango during ripening by use of nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 1524-1536.
- Gorny, J.R.; Hess-Pierce, B.; Kader, A.A. 1998. Effects of fruit ripeness and storage temperature on the deterioration rate of fresh-cut peach and nectarines slices. *Postharvest Biology and Technology*. 33(1): 110-113.
- Gorny, J.R.; Cifuentes, R.A.; Hess-Pierce, B.; Kader, A.A. 2000. Quality changes in fresh-cut peach slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size, and storage regime. *Journal of Food Science*. 65: 541-544.
- Hernández, Y.; Panadés, G.; González, M.; Lobo, M.G. 2006. Evaluación de la calidad microbiológica en las etapas de lavado de piña tropical y pelado y cortado de papaya fresca cortada. 69-74. En: González-Aguilar, G. y Cuamea-Navarro, F. (eds.). *Aseguramiento de la calidad microbiológica*. Centro de investigación en alimentación y desarrollo, A.C. Sonora, México.
- Karakurt, Y.; Huber, D.J. 2003. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 219-229.
- Marrero, A.; Kader, A.A. 2006. Optimal temperatura and modified atmosphere for keeping quality of fresh-cut pineapple. *Postharvest Biology and Technology*. 39: 163-168.
- Paull, R.E.; Chen, W. 1997. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 12: 93-99.
- Rivera-López, J.; Vázquez-Ortiz, F.A.; Ayala-Zavala, J.F.; Sotelo-Mundo, R.R.; González-Aguilar, G.A. 2005. Cutting shape and storage temperatura affect overall quality of fresh-cut papaya cv. "Maradol". *Journal of Food Science* 70(7): S482-S489.
- Soliva-Fortuny, R.C.; Oms-Oliu, G.; Martín-Belloso, O. 2001. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color, and textural, properties of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*. 67: 1958-1963.
- Soliva-Fortuny R.C.; Alos-Saiz, N.; Espachs-Barroso, A.; Martín-Belloso, O. 2004. Influence of maturity at processing on quality attributes of fresh-cut conference pears. *Journal of Food Science*. 69: 290-294.
- Weller, A.; Sims, C.A.; Matthews, R.F.; Bates, R.P.; Brecht, J.K. 1997. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *Journal of Food Science*. 62: 256-260.

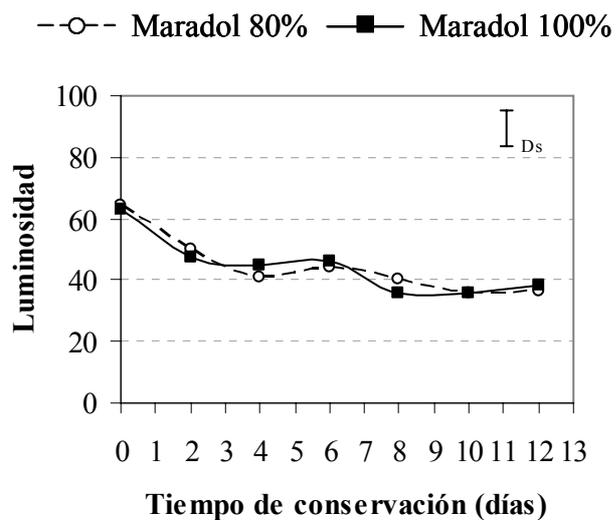


Figura 1. Evolución de la luminosidad de papaya cv. “Maradol” procesada mínimamente al 80% y al 100% de madurez.

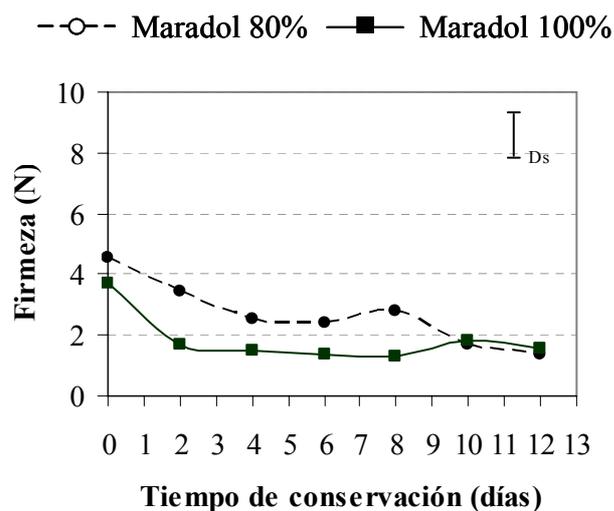


Figura 2. Evolución de la firmeza de papaya cv. “Maradol” procesada mínimamente al 80% y al 100% de madurez.

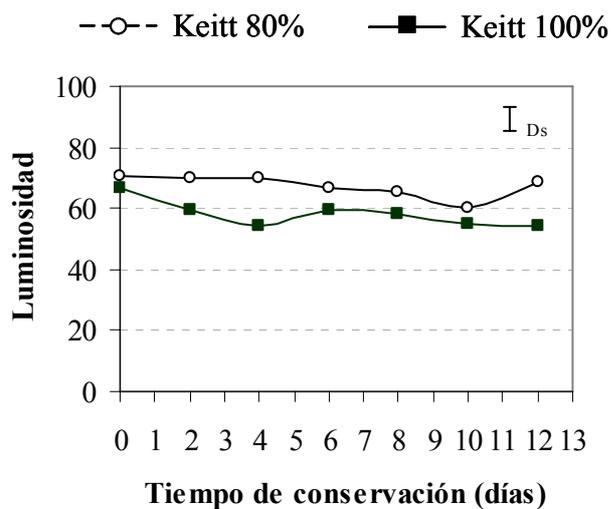


Figura 3. Evolución de la luminosidad de mango cv. “Keitt” procesado mínimamente al 80% y al 100% de madurez.

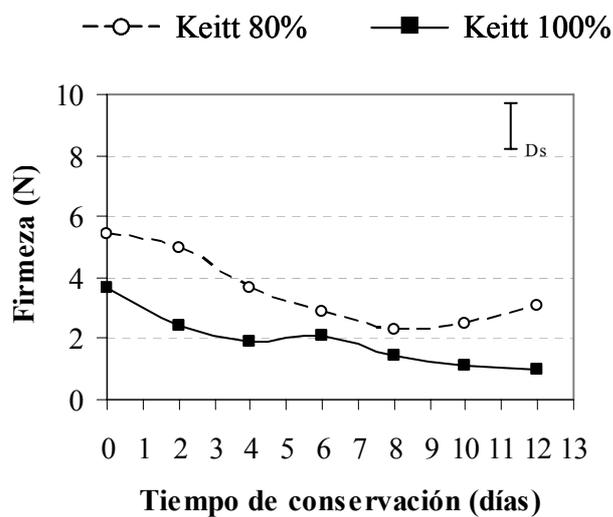


Figura 4. Evolución de la firmeza de mango cv. “Keitt” procesado mínimamente al 80% y al 100% de madurez.

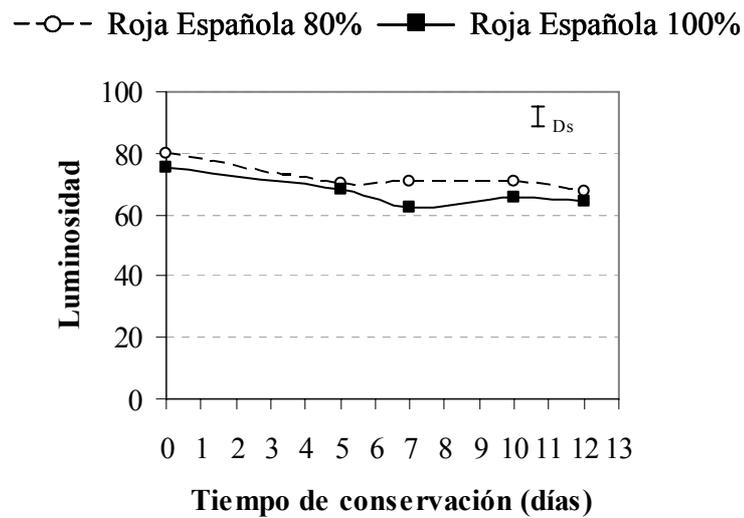


Figura 5. Evolución de la luminosidad de piña cv. “Roja Española” procesada mínimamente al 80% y al 100% de madurez.

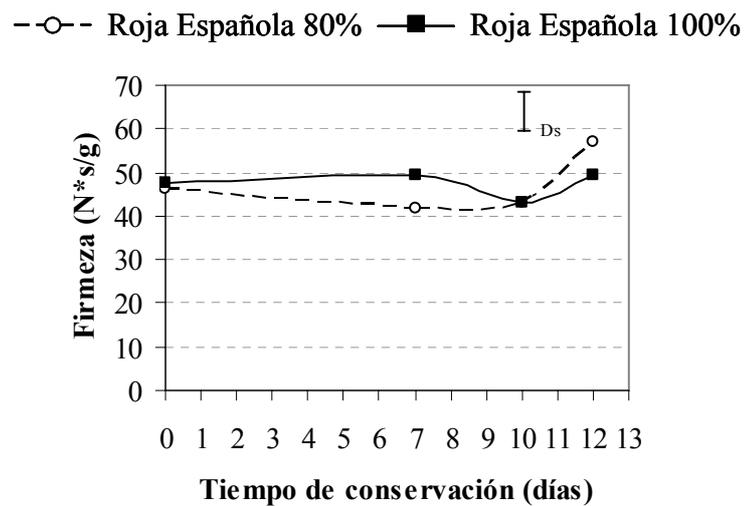


Figura 6. Evolución de la firmeza de rodajas de piña tropical del cv. “Roja Española” procesada mínimamente al 80% y al 100% de madurez.