

(S6-P83)

OPTIMIZACIÓN DEL TIPO DE TROCEADO DE PAPAYA MÍNIMAMENTE PROCESADA Y SU EFECTO EN LA TRANSLUCIDEZ

YURENA HERNÁNDEZ, M. GLORIA LOBO y MÓNICA GONZÁLEZ

Laboratorio de Fisiología Vegetal, Dpto. de Fruticultura Tropical, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apdo.60, 38200 La Laguna, España,
yurena@icia.es, +34-922476310, Fax: +34-922476303

Palabras clave: procesado mínimo – frutas tropicales – calidad

RESUMEN

La translucidez es el principal desorden fisiológico que afecta a la calidad de la papaya mínimamente procesada. Se caracteriza por una alteración de la textura de la pulpa volviéndose transparente, cristalina y con apariencia de sobremadura. En este estudio se evaluó el efecto que, sobre la translucidez, tiene el tipo de troceado (medias rodajas o cuartos), el grosor de la rodaja (1, 1,5, 2, 2,5 y 3 cm) y la presencia o no de placenta en la rodaja cuando la papaya se conserva una vez procesada mínimamente. Las rodajas de papaya se envasaron y se conservaron a 5°C durante 10 días.

Desde el primer día de conservación las medias rodajas presentaron menor porcentaje de translucidez que los cuartos de rodaja. Después de cinco días de almacenamiento la translucidez fue del 40 y 70% para las medias rodajas y los cuartos, respectivamente. Las rodajas que mostraron mayor translucidez durante los cinco primeros días de conservación fueron las de 1 cm de grosor. Además, durante este periodo, no se observaron diferencias en la translucidez de las rodajas de 2, 2,5 y 3 cm. Después de siete días de almacenamiento las rodajas de menor grosor (1 y 1,5 cm) alcanzaron un 100% de translucidez. Aunque a partir del sexto día de conservación las rodajas de 3 cm de grosor presentaron la mejor calidad, los grosores mejor evaluados por el panel de catadores fueron los de 2 y 2,5 cm. La eliminación o no de la placenta de las rodajas no influyó en la translucidez.

Se puede concluir que el tipo de troceado y el grosor de la rodaja de papaya afectaron de forma sustancial a la translucidez de la fruta mientras que la presencia o no de la placenta en la rodaja no influyó en el desarrollo de este desorden fisiológico.

OPTIMIZING THE TYPE OF CUTTING OF MINIMALLY PROCESSED PAPAYA AND ITS EFFECT ON THE TRANSLUCENCY

Keywords: minimal processing – tropical fruits – quality

ABSTRACT

Translucency is the main physiological disorder that affects minimally processed papaya quality. It is characterized by the alteration of flesh texture to become transparent, glassy and with over-mature aspect. Effect of cutting shape (half slices or quarter slices), slice thickness (1, 1,5, 2, 2,5 and 3 cm) and presence or absence of placenta on translucency of

minimally processed papaya were evaluated in this work. Fresh-cut papaya was stored for 10 days at 5°C.

Half slices showed lower translucency percentage than quarter of slices from the beginning. After five days of storage, translucency values were 40 and 70% half and quarter slices, respectively. Half slices with 1 cm thickness presented the highest translucency during the five first days. Half slices with 2, 2,5 and 3 cm thickness showed the same translucency in the meantime. After seven storage days, half slices with smaller thickness (1 and 1,5 cm) reached 100% of translucency. Although half slices with 3 cm thickness presented best quality after six days of storage, the best ones evaluated by trained sensory panel were those of 2 and 2,5 cm thickness. The presence or absence of placenta did not affect the papaya translucency.

It can be concluded that the type of cutting and the slice thickness affected significantly the papaya translucency whereas the presence or absence of the placenta did not influence in the development of this physiological disorder.

INTRODUCCIÓN

Las operaciones propias de la elaboración de productos hortofrutícolas mínimamente procesados (pelado, desemillado, troceado, etc) provocan importantes daños mecánicos en los productos vegetales. Son muchos los factores que determinan la intensidad del estrés fisiológico que sufre el tejido vegetal durante el procesado, entre los que cabe destacar el cultivar, el estado de madurez, la temperatura y las condiciones en las que tiene lugar el proceso de elaboración de estos productos. Durante el pelado y troceado de la fruta se produce la liberación de distintos tipos de enzimas que se ponen en contacto con los sustratos sobre los que actúan (López-Gálvez et al., 1996). Además, se produce un incremento de la tasa respiratoria y de la producción de etileno y el metabolismo de los compuestos fenólicos se acelera (Abe et al., 1998; Ferreres et al., 1997). Asimismo, el corte aumenta la superficie de tejido y lo hace más susceptible a alteraciones microbianas (Orsat et al., 2001). Estos procesos están estrechamente relacionados con la senescencia y el deterioro de los productos hortofrutícolas mínimamente procesados.

La translucidez o vitescencia es el principal desorden fisiológico que afecta negativamente a la apariencia y calidad de la papaya mínimamente procesada. Se caracteriza por ser una alteración de la textura de la pulpa que se vuelve transparente, cristalina y con apariencia de sobremadura. La translucidez es un síntoma de senescencia que se puede producir por distintos factores (Portela y Cantwell, 2001; Aguayo et al., 2004a y Aguayo et al., 2004b), entre los que se encuentra el tipo de corte del producto. Aguayo et al. (2004a) observaron que el tipo de corte afectó a la translucidez de los trozos de melón mínimamente procesado (cilindros, trapecios o rodajas).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que, sobre la translucidez, tiene el tipo de troceado, la presencia o no de placenta en la rodaja y el grosor de la rodaja cuando la papaya se conserva a 5°C una vez procesada mínimamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de papaya cv. "Maradol" fueron recolectados con una coloración amarilla-anaranjada del 20% (fruta procedente de Tejina, Islas Canarias, España) y se dejó madurar en una cámara de conservación a 18°C y 90% de humedad relativa hasta que alcanzó el estado de madurez del 80% (3/4 partes de la piel de color amarillo-anaranjado). Previo al procesado, las papayas se lavaron con agua clorada (200 µl/l hipoclorito sódico, 1 minuto) y se almacenaron a 5°C durante 12 horas.

El pelado se realizó con un pelador (semejante a los que se utilizan para pelar patatas) en una cámara a 5°C. Después de desemillar y pelar las medias papayas, se procedió al troceado de la fruta con un cuchillo de filo liso, en otra cámara de refrigeración a 5°C. La presentación se realizó en medias rodajas o cuartos (1,5 cm de grosor), medias rodajas con o sin placenta (1,5 cm de grosor) y medias rodajas de 1, 1,5, 2, 2,5 ó 3 cm de grosor. Una vez obtenidas las distintas presentaciones se lavaron en agua clorada (100 µl/l hipoclorito sódico, 2 minutos) y 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). Las barquetas se conservaron en otra cámara a 5°C durante 10 días.

Para evaluar la calidad de la papaya mínimamente procesada durante su conservación se determinó la translucidez de los trozos, el color, la firmeza, el contenido en sólidos solubles totales (SST), el pH y la acidez titulable (AT). En todos los casos se determinó la composición de la atmósfera y el contenido de etileno en el interior de la barqueta. Además, se hizo una evaluación sensorial del producto cortado mediante un panel de catadores.

La translucidez (T) se evaluó como: a) porcentaje de zona translúcida en cada trozo de papaya (%T) y, teniendo en cuenta que la apariencia de los trozos con un porcentaje de translucidez superior al 15% se consideró comercialmente inaceptable, como b) porcentaje de trozos con más de un 15% de translucidez (% trozos con T>15%).

El color se midió con un colorímetro Minolta modelo Chroma Meter CR-300 (Wheeling, EE.UU.). En un estudio previo se evaluó la correlación entre diferentes atributos cromáticos [luminosidad (L), a, b, Hue, cromaticidad (Croma) y coeficiente de saturación] y la translucidez de los trozos de papaya. Los parámetros L, a, b y Croma presentaron buena correlación (P = 0,000) con la translucidez, con coeficientes de correlación superiores a 0,700 en todos los casos.

La firmeza se determinó utilizando un analizador de textura Aname TA.HDPlus 250 kg (Madrid, España). 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 papaya.

La composición de la atmósfera de la barqueta (% O₂ y % CO₂) se determinó utilizando un analizador compacto PBI Dansensor CheckMate 9900 (Madrid, España) y el contenido de etileno (µl etileno/100g de papaya) con un cromatógrafo de gases Perkin Elmer Autosystem (Boston, EE.UU.).

La calidad sensorial se evaluó el día del procesado con el objetivo de evaluar la aceptabilidad, por parte de los catadores, del tipo de presentación de la papaya cortada. Se realizó por un panel de evaluación formado 7 catadores, hombres y mujeres con edades entre 28 y 58 años conocedores del producto. Para evaluar el aspecto general de la papaya 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 seleccionaran entre los tratamientos aquella/s presentación/es que consideraron como más aceptable/s.

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 (P < 0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medias rodajas o cuartos de rodaja

Durante los cinco primeros días de conservación las medias rodajas presentaron siempre menor porcentaje de translucidez que los cuartos de rodajas de papaya, con unos valores de translucidez comprendidos entre el 0 y el 40% mientras que los cuartos alcanzaron el 70% de translucidez al quinto día de conservación (Figura 1a). El primer día de conservación la fruta cortada en medias rodajas presentaban un porcentaje de translucidez inferior al 15% mientras que, en el caso de los cuartos, el 80% de los trozos superaba el 15% de translucidez de papaya (Figura 1b). A partir del quinto día de conservación las medias rodajas y los cuartos presentaron el mismo porcentaje de translucidez. Aguayo et al. (2004a) evaluaron la translucidez de melón mínimamente procesado en forma de cilindros, trapecio o rodajas y observaron que los cilindros desarrollaron mayor translucidez que los trozos con forma de trapecio o las rodajas.

Sin embargo, las diferencias de translucidez no se vieron acompañadas de cambios de color en la papaya. El color de las medias rodajas y de los cuartos se modificó de manera similar durante los diez días de conservación. En todos los casos se observó un descenso de los parámetros de color analizados (L, a, b y Croma) sin diferencias significativas entre los dos tipos de corte. Estos resultados difieren de los descritos por Aguayo et al. (2004a) que observaron que las modificaciones en los atributos de color evaluados dependieron del tipo de corte. La cromaticidad y el índice de blanqueamiento de los trozos de melón (cilindros, trapecios y rodajas) mostraron disminuyeron al mismo tiempo que aumentaba la translucidez de los mismos. Además, los cilindros sufrieron mayor descenso del índice de blanqueamiento que los trapecios y rodajas.

El contenido en SST, el pH y la AT se mantuvieron constantes durante los diez días de conservación para los dos tipos de corte evaluados (medias rodajas y cuartos de rodajas).

La atmósfera en el interior del envase se modificó durante los 10 días de conservación. En las dos presentaciones evaluadas el porcentaje de oxígeno disminuyó y se acumuló dióxido de carbono, debido fundamentalmente al aumento de la respiración de la fruta después del corte, al deterioro general del producto propio de la senescencia, en los días finales del ensayo, así como al posible crecimiento microbiano, de acuerdo con los resultados publicados por Paull y Chen (1997), Portela y Cantwell (2001) y Rivera-López et al. (2005). Asimismo, a partir del primer día de conservación se detectó etileno en el interior de la barqueta, debido fundamentalmente a las operaciones de pelado y troceado de la fruta (Portela y Cantwell, 2001). No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de oxígeno, en el porcentaje de dióxido de carbono ni en la cantidad de etileno en el interior de la barqueta, entre los dos tipos de corte. Los valores de oxígeno y de dióxido de carbono estuvieron comprendidos entre el 20,4 y 19,3% y entre el 0 y 1,5%, respectivamente. El contenido de etileno en el interior de la barqueta fue de hasta $0,27 \pm 0,18 \mu\text{l}$.

El análisis sensorial realizado por los catadores el día de corte de la fruta indicó que las medias rodajas presentaron un aspecto aceptable ($4,9 \pm 1,5$) mientras que el aspecto de los cuartos de rodaja fue inaceptable.

Medias rodajas con y sin placenta

El aspecto de las rodajas de papaya, en cuanto a translucidez se refiere, no difirió entre rodajas con y sin placenta. En los dos casos el porcentaje de translucidez aumentó con el tiempo de conservación de los trozos de papaya pero sin diferencias significativas entre los dos tipos de presentaciones (Figura 2a). Sin embargo, los restos de placenta en las rodajas aportaban, por lo general, peor aspecto que el que presentaron las rodajas sin placenta. En el tercer y quinto día de conservación, el 100% de las rodajas sin placenta presentaron más del 15% de translucidez mientras que, en el caso de las rodajas con placenta, este porcentaje fue del 80% (Figura 2b).

El color de las rodajas de papaya con y sin placenta se modificó de manera similar durante los diez días de conservación. En todos los casos se observó un descenso de los parámetros de color analizados (L, a, b y Croma), sin diferencias significativas entre los dos tipos de rodajas.

Mientras que el pH y la AT de los trozos de papaya se mantuvieron constantes durante los diez días de conservación, sin diferencias significativas entre las rodajas con y sin placenta, el contenido en SST de las rodajas sin placenta descendió de $11,4 \pm 0,6$ a $9,8 \pm 0,1$ °Brix. Rivera-López et al. (2005) observaron un descenso en el contenido en SST de papaya mínimamente procesada en función del tipo de troceado (cubos o rodajas) y de la temperatura de almacenamiento.

La atmósfera en el interior del envase se modificó durante los 10 días de conservación. El porcentaje de oxígeno disminuyó, se acumuló dióxido de carbono y, partir del primer día de conservación, se detectó etileno en el interior de la barqueta. Los valores de oxígeno y de dióxido de carbono estuvieron comprendidos entre el 20,2 y 20,0% y entre el 0 y 1,0%, respectivamente. El contenido de etileno en el interior de la barqueta fue de hasta $0,23 \pm 0,11$ µl. No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de oxígeno, en el porcentaje de dióxido de carbono ni en la cantidad de etileno en el interior de la barqueta, entre los dos tipos de corte.

Medias rodajas con distintos grosores

El grosor de las rodajas de papaya influyó de forma muy importante en la aparición de la translucidez en la fruta cortada. Así, cuanto más fina es la rodaja, mayor translucidez presenta. Como puede observarse en la Figura 3a, hasta el sexto día de conservación, las rodajas de 1 cm de grosor presentaron mayor porcentaje de translucidez que el resto. Por otro lado, hasta el quinto día de conservación no se observaron diferencias significativas en la translucidez de las medias rodajas con grosores comprendidos entre 1,5 y 3 cm. A partir del quinto día de conservación, las rodajas de 2, 2,5 y 3 cm de grosor fueron las que menor porcentaje de translucidez presentaron. También pudo observarse que el 100% de las rodajas de 1 y 1,5 cm de grosor superaron el 15% de translucidez desde el sexto y séptimo día de conservación, respectivamente, siendo menor el número de trozos considerados como comercialmente inaceptables ($T > 15\%$) para el resto de los grosores evaluados (Figura 3b).

La evolución del color de las medias rodajas (L y a) varió en función del grosor de las mismas y a lo largo del tiempo. Sin embargo, b y Croma descendieron de manera similar en todos los grosores estudiados, sin diferencias significativas entre ellos. Como se observa en la Figura 4a, las rodajas que menores pérdidas de L sufrieron fueron las de los mayores grosores (2, 2,5 y 3 cm) sin observar diferencias entre ellos durante los diez de conservación. A partir del tercer día de conservación, las rodajas de 1 y 1,5 cm de grosor presentaron valores de luminosidad inferiores al resto. Los valores de a descendieron en todos los casos (Figura 4b). Al tercer día de conservación las rodajas de 1 cm de grosor presentaron menores valores de a que el resto aunque a partir del sexto día de conservación ya no se observaron diferencias entre los distintos grosores evaluados. Como puede observarse, las rodajas que menores pérdidas de luminosidad presentaron fueron las que mostraron menor porcentaje de translucidez. Las rodajas de 1 cm de grosor fueron las que mayor translucidez y menores valores de a presentaron hasta el sexto día de conservación. Roura et al. (2000) observaron que el color de la acelga mínimamente procesada se modificaba en función del ancho de las tiras obtenidas. Durante 11 días de conservación, las hojas de acelga enteras mantenían el contenido total de clorofilas mientras que en las tiras de 2, 3 y 4 cm de ancho descendía continuamente, siendo las tiras de 2cm de ancho las que mayor deterioro presentaron.

La firmeza inicial de las rodajas de papaya con distintos grosores fue de $1,43 \pm 0,14$ N/g. En todos los casos la firmeza final fue menor, excepto para las rodajas de 2 cm que

presentaron alta variabilidad de los datos de firmeza ($1,4 \pm 1,1$ N/g), por lo que no se detectaron diferencias significativas en la firmeza final, entre los distintos grosores evaluados.

El contenido en SST y la AT de las rodajas de papaya con distintos grosores no se modificó durante los diez días de conservación. Al final del ensayo, se observaron diferencias significativas en el contenido en SST entre los distintos grosores evaluados, con valores comprendidos entre de $10,1 \pm 0,5$ (rodajas de 2 cm) y $12,3 \pm 0,5$ (rodajas de 1 cm). El pH se modificó ligeramente en algunos casos, con valores finales comprendidos entre $5,5 \pm 0,1$ (rodajas de 1 cm) y $5,8 \pm 0,1$ (rodajas de 2,5 cm).

La atmósfera en el interior del envase se modificó durante los 10 días de conservación, en función del grosor de la rodaja evaluado. Las mayores modificaciones se detectaron en los envases de las rodajas de 2 cm, que alcanzaron valores de oxígeno y de dióxido de carbono del 18% y 4%, respectivamente.

En cuanto al aspecto general externo de los distintos grosores en el día de corte, las rodajas de 2 y 2,5 cm fueron las mejor evaluadas (7,5). El resto de las rodajas obtuvieron puntuaciones inferiores al límite de aceptabilidad (5). Asimismo, mientras que ningún catador prefirió la presentación en rodajas de 1, 1,5 ó 3 cm, el 57% de los catadores seleccionó las rodajas de 2,5 cm frente a un 43% que eligieron las de 2 cm.

CONCLUSIONES

El tipo de troceado y el grosor de la rodaja afectaron de forma significativa a la translucidez de la papaya mínimamente procesada mientras que la presencia o no de la placenta no influyó en el desarrollo de este desorden fisiológico. Los cuartos de rodajas y las medias rodajas de 1 ó 1,5 cm de grosor favorecen la translucidez.

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

- Abe, K.; Tanase, M.; Chachin, K. 1998. Studies on physiological and chemical changes of fresh-cut bananas (Part I) Effect of cutting modes on the changes of physiological activity and deterioration in fresh-cut green tip bananas. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*. 67: 123-129.
- Aguayo, E.; Escalona, V.H.; Artés, F. 2004a. Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. *Journal of Food Science*. 69(4): SNQ148-SNQ155.
- Aguayo, E.; Escalona, V.H.; Artés, F. 2004b. Quality of fresh-cut tomato as affected by type

- of cut, packaging, temperature and storage time. *European Food Research and Technology*. 219(5): 492-499.
- Ferreres, F.; Gil, M.I.; Castañer, M.; Tomás-Barberán, F.A. 1997. Phenolic metabolites in red pigmented lettuce (*latuca sativa*) - changes with minimal processing and cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45: 4249-4254.
- López-Gálvez, G.; Salveit, M.E.; Cantwell, M. 1996. The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmospheres with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biology and Technology*. 8: 179-190.
- Orsat, V.; Garépy, Y.; Raghavan, G.S.V.; Lyew, D. 2001. Radio-frequency treatment for ready-to-eat fresh carrots. *Food Research International*. 34: 527-536.
- 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.
- Portela, S.I.; Cantwell, M.I. 2001. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Science*. 66(9): 1265-1670.
- 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.
- Roura, S.I.; Davidovich, L.A.; del Valle, C.E. 2000. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie*. 33: 53-59.

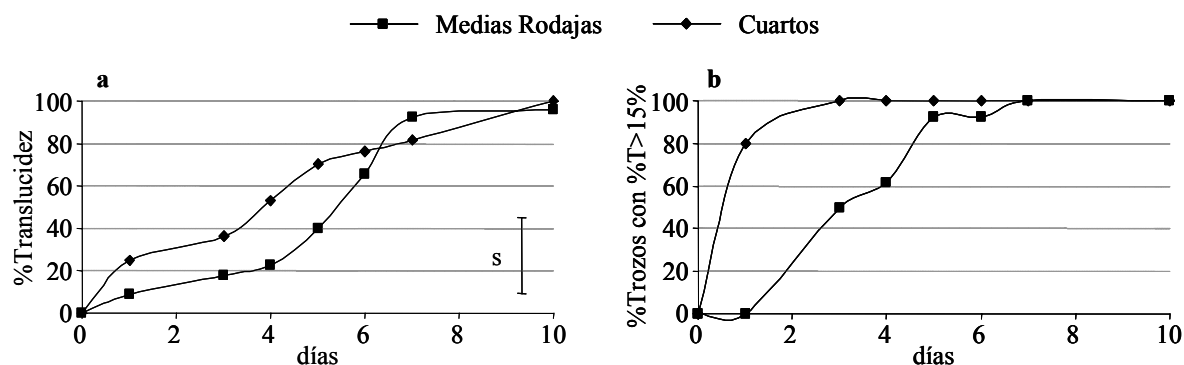


Figura 1. Evolución de la translucidez (T, %) (a) y del porcentaje de trozos con T > 15% (b) en medias rodajas y cuartos de rodaja de papaya.

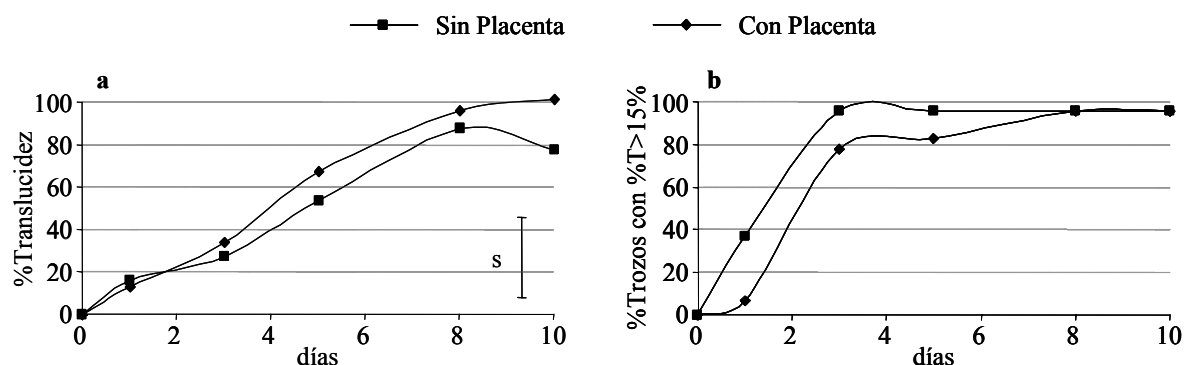


Figura 2. Evolución de la translucidez (T, %) (a) y del porcentaje de trozos con T > 15% (b) en medias rodajas de papaya con y sin placenta.

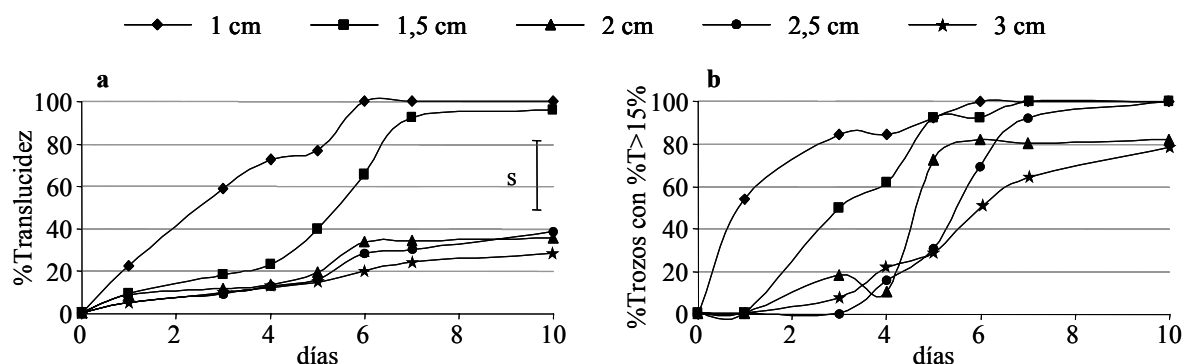


Figura 3. Evolución de la translucidez (T, %) (a) y del porcentaje de trozos con T > 15% (b) en medias rodajas de papaya de distintos grosores.

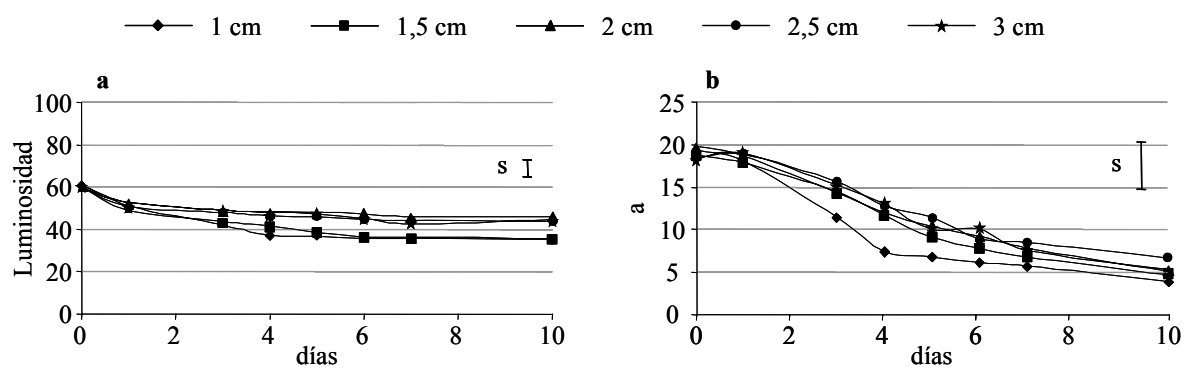


Figura 4. Evolución de la Luminosidad (a) y de a (b) de las rodajas de papaya de distintos grosores.