

Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught)

Effect of blanching and speed of freezing and de-icing on the quality of frozen pulp of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught)

Elizabeth Millán¹, Luz Patricia Restrepo² y Carlos Eduardo Narváez³

RESUMEN

Se evaluó el efecto del escaldado y de las velocidades de congelación y descongelación sobre el contenido de ácido ascórbico, la capacidad de retención de líquidos, algunas propiedades relacionadas con textura y la acidez de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught). Se realizaron análisis fisicoquímicos antes y después de 15 días de congelación de la pulpa. Se encontró que el escaldado durante 7 min en combinación con la congelación rápida y la descongelación lenta, ofrecen la mejor alternativa para conservar la pulpa de arazá, puesto que con este tratamiento se logra no sólo una menor degradación de ácido ascórbico sino también menor deterioro en la capacidad de retención de líquidos de la pulpa y menor daño en características funcionales, como la viscosidad, firmeza, cohesividad y consistencia.

Palabras clave: ácido ascórbico, retención de líquidos, textura, conservación.

ABSTRACT

The effects of blanching, freezing speed, and de-icing speed on the ascorbic acid contents, liquid retention capacity, some properties related to the texture and acidity of frozen pulp of arazá were evaluated. Physicochemical analyses were performed before and after 15 days of the pulp freezing procedure. The best treatment to conserve a good quality of arazá fruit pulp consisted in pulp blanching during 7 min, that was then quick frozen with liquid nitrogen and de-iced at low speed. This kind of treatment provided not only a minor degradation of ascorbic acid, but also low changes in functional characteristics, such as retention of pulp liquid, viscosity, firmness, cohesiveness and consistency.

Key words: ascorbic acid, drip-loss, texture, conservation.

Introducción

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught) es un cultivo promisorio de las selvas de la Amazonía colombiana, de Brasil y Perú, que tiene ventajas adaptativas en los suelos, con producción casi permanente, con dos a seis cosechas al año. Presenta características ácidas, sabor y aroma agradables. Sin embargo, su tiempo de vida en anaquel es corto, cuando se almacena como fruto fresco (Hernández *et al.*, 2007; Vargas *et al.*, 2005). Su rápido deterioro se ha vinculado al ablandamiento, pardeamiento y a la pérdida de sustancias con buena capacidad antioxidante (Vargas *et al.*, 2005).

Dada la alta perecibilidad del arazá y teniendo en cuenta que éste se usa, principalmente, para la elaboración de productos como néctar, jugo, mermelada y yogur (Barrera *et al.*, 1996), el almacenamiento congelado de la pulpa puede

constituirse en una alternativa adecuada para aumentar el tiempo de vida de la fracción comestible. La congelación lenta a -20 °C conserva de manera adecuada las características organolépticas durante los primeros 30 días de almacenamiento. El tiempo de vida media de la calidad nutricional, medida como tiempo requerido para que el ácido ascórbico se degrade en un 50%, fue de 80 días, y el deterioro de la textura se produce en los primeros 15 días de congelación (Mejía *et al.*, 2006). Se conoce que la calidad de los vegetales sometidos a procesos de conservación como el de congelación puede ser mantenida mediante la aplicación de tratamientos térmicos previos, a través del escaldado en agua, vapor o por tratamiento con microondas. Así mismo, la velocidad de congelación y la de descongelación, pueden contribuir también en la prolongación del tiempo de vida útil de vegetales congelados (Zhang *et al.*, 2004; Sava *et al.*, 2005).

Fecha de recepción: marzo 5 de 2007. Aceptado para publicación: octubre 1 de 2007

¹ Ingeniera química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. emillanb@unal.edu.co

² Profesor asociado, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. lprestrepo@unal.edu.co

³ Profesor asistente, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. cengarvaezc@unal.edu.co

La aplicación del escaldado de pulpas permite la inactivación de enzimas como catalasa, lipasa, lipoxigenasa, peroxidasa y polifenoloxidasa, con disminución de la pérdida de ácido ascórbico, de aroma, sabor y color, se reduce la fermentación y se ayuda a la estabilización de la textura (Sava *et al.*, 2005). Sin embargo, este tratamiento térmico debe ser debidamente controlado con el fin de reducir la generación de sabor a cocido, degradación de ácido ascórbico, daño en la textura y una posible degradación de los cromóforos de la célula (Rosenthal, 2001).

Durante el proceso de congelación, el tamaño y la posición de los cristales de hielo formados son características críticas en el deterioro de la estructura de la célula vegetal (Baduí, 2006). Es así como, en la congelación los cristales de hielo penetran a través de la membrana celular, generando pérdida de turgencia y deterioro de la estructura de la pared celular causado por el crecimiento de dichos cristales. La velocidad de congelación determina la formación y localización de los cristales; cuando la congelación es lenta hay formación de cristales grandes y el agua se sustrae del interior de la célula para ser añadida a los cristales, puede haber rompimiento de las membranas celulares internas permitiendo el contacto de enzimas y substratos, desarrollándose aromas y colores extraños. Por el contrario, si la congelación es rápida, se disminuye el movimiento del agua antes de que sea congelada, y por consiguiente, se generan cristales pequeños, tanto en el interior como en el exterior de la célula, con un menor deterioro del tejido vegetal (Rosenthal, 2001; Zhang *et al.*, 2004). En el proceso de congelación, la vitamina C, ácido ascórbico, se puede convertir en ácido dehidroascórbico que es activo como la vitamina C, y en el ácido 2,3-dicegulónico, que no es activo (Giannakourous y Taoukis, 2003). Algunos autores proponen que la medida de la vitamina C es un buen estimativo de la calidad nutricional y, por tanto, puede ser un índice adecuado para estimar el deterioro de la calidad (Giannakourous y Taoukis, 2003; Sahari *et al.*, 2004).

En cuanto a la velocidad de descongelación, en algunos productos cárnicos se aconseja la descongelación lenta; mientras que en otros, como en la mayoría de las verduras, se recomienda cocinarlas sin previa descongelación. Por regla general, cuando hay tendencia a la pérdida de líquidos es mejor la descongelación lenta para dar tiempo a los tejidos de reabsorber éstos (Rosenthal, 2001).

El presente estudio fue llevado a cabo para evaluar el efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de la velocidad de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá, en un ensayo corto de almacenamiento.

Como descriptores de calidad se tomaron el ácido ascórbico, la capacidad de retención de agua, la firmeza, índice de viscosidad, cohesividad, consistencia y la acidez titulable.

Materiales y métodos

Materia prima

Los frutos de arazá fueron muestras comerciales adquiridas en la Central de Abastos de Bogotá. Los frutos se seleccionaron de acuerdo con su corteza amarilla y en óptimas condiciones de maduración y sanidad. Las frutas fueron lavadas con agua potable y se procedió al pelado y separación manual de semillas. Finalmente, la pulpa fue homogenizada con un agitador de aspas durante 20 s. Se evaluó el efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de la velocidad de descongelación sobre el contenido de ácido ascórbico, la estabilidad física, la textura y la acidez.

Efectos evaluados

El escaldado se evaluó por inmersión de la pulpa en un baño de agua en ebullición (92 °C) durante 0, 1, 3, 5, 7, 10 y 15 min. Durante esos tiempos, la temperatura en el centro de la masa de pulpa llegó a 18, 33, 55, 65, 72, 77 y 80 °C, respectivamente. Se ensayaron dos velocidades de congelación: lenta y rápida, la congelación lenta se llevó a cabo en un congelador convencional a -20 °C, la congelación rápida se realizó por inmersión en nitrógeno líquido. Todas las muestras estuvieron almacenadas a -20 °C durante 15 días. Se ensayaron dos tipos de descongelación, lenta y rápida. La primera se llevó a cabo al medio ambiente, durante el tiempo que fuera necesario para obtener la pulpa fluida, y la segunda, en horno microondas.

Análisis del producto obtenido

En el día cero y luego de 15 días de congelación, en las muestras se midió el contenido de ácido ascórbico por el método de la 2-nitroanilina, la capacidad de retención de agua por centrifugación, la firmeza, el índice de viscosidad, la cohesividad y la consistencia por medida con un texturómetro y la acidez por titulación ácido-base.

Ácido ascórbico

Se preparó un extracto de la pulpa de arazá por agitación de 2 g de pulpa con 4 mL de ácido oxálico al 0,15% durante 5 min, se centrifugó a 3.000 rpm durante 5 min y en el sobrenadante se efectuó la cuantificación de acuerdo al método de la 2-nitroanilina por lectura espectrofotométrica a 540 nm. Se realizó una curva de calibración con ácido ascórbico entre 0,020 y 0,500 mg·L⁻¹, preparado en ácido oxálico al 0,15%. Los resultados fueron expresados como mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa (Bernal, 1992).

Capacidad de retención de agua

Fue evaluada por centrifugación de 10 g de pulpa a 3.000 rpm durante 5 min. Se midió el volumen de líquido liberado por la pulpa. Los resultados se expresaron como % v/p (Redmond *et al.*, 2003).

Firmeza, índice de viscosidad, cohesividad y consistencia

Se usó el texturómetro Plus Textura Analyser modelo TA-XT2[®], equipado con una celda de 50 mm de diámetro, un cilindro metálico y una sonda redonda de 45 mm de diámetro (A/BE-45) (Mejía *et al.*, 2006). La técnica consiste en depositar 100 mL de pulpa en un contenedor cilíndrico. La sonda penetra la muestra a una velocidad de 1 mm/s durante 30 s, por lo que la distancia de recorrido durante el análisis es de 30 mm. En este punto, la sonda retorna a su posición inicial y se obtiene una gráfica como la mostrada en la figura 1. La fuerza máxima registrada durante la penetración se toma como la firmeza. El área bajo la curva durante la penetración de la sonda es una medida de la consistencia. La región negativa de la gráfica, generada por el retorno de la sonda, es el resultado del peso de muestra que debe vencer la sonda para volver a su posición inicial. El área de la región negativa es un indicativo de la cohesividad. El mínimo valor obtenido en la región negativa es una medida del índice de viscosidad.

Acidez titulable

Se tomaron 2 g de pulpa, se homogenizaron con 10 mL de agua destilada, mediante agitación magnética y se tituló con NaOH 0,1 M y fenoftaleína como indicador. Los resultados fueron reportados como gramos de ácido málico en 100 g de pulpa (AOAC 945.15 A).

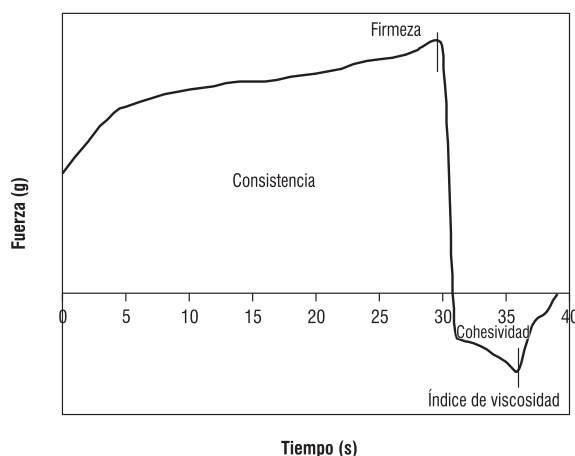


FIGURA 1. Curva típica obtenida al analizar la textura de la pulpa de arazá.

Análisis de datos

Se realizó el análisis de varianza para cada parámetro medido, y en donde se encontraron diferencias significativas se realizó una prueba de rango múltiple, de acuerdo con la prueba de Tukey. Para hacer el análisis estadístico se utilizó el programa STATGRAPHICS PLUS[®], con un nivel de confianza de 95,0 %.

Resultados y análisis

Ácido ascórbico

La variación en el contenido de ácido ascórbico en función de los tratamientos ensayados se indica en la figura 2. El ácido ascórbico no fue degradado durante los primeros 5 min de escaldado. Cuando la pulpa fue escaldada durante 7 min, un 26% de esta vitamina fue destruida. Los resultados, presentados en la misma figura, muestran que la velocidad de congelación no influye sobre la estabilidad de la misma, como tampoco lo hace el tipo de descongelación empleado. Sin embargo, al comparar los niveles de ácido ascórbico en la pulpa sin congelar contra los niveles después de los 15 días de almacenamiento congelado, se observa un efecto negativo sobre la estabilidad del ácido ascórbico. La misma figura muestra que la degradación por efecto del almacenamiento congelado fue mayor cuando la pulpa no fue escaldada y que la degradación, durante la

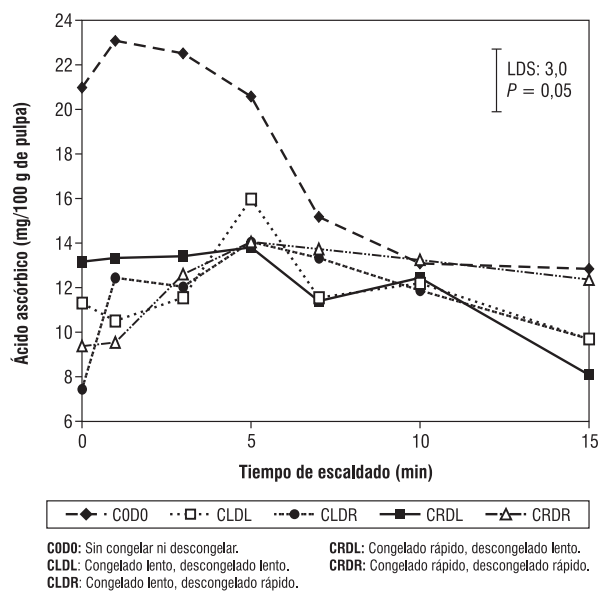


FIGURA 2. Variación del contenido de ácido ascórbico en la pulpa de arazá por efecto del tiempo de escaldado, la velocidad de congelación y velocidad de descongelación. La barra representa el valor estadístico (LDS) para comparar los promedios, de acuerdo a la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al LDS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

congelación, tendió a ser menor a medida que el tiempo de escaldado se incrementó.

En razón a que el escaldado a tiempos mayores de 7 min, así como la congelación, degradan el ácido ascórbico respecto a la pulpa sin ningún tratamiento, es importante seleccionar un tratamiento térmico en el que se logre la menor pérdida de esta vitamina; el cual está entre 7 y 10 min. A 5 min, aunque el escaldado no degrada la vitamina C, el proceso de congelado-descongelado sí lo hace, por lo que las enzimas comprometidas en la degradación de este compuesto, ascorbato peroxidasa y ascorbato reductasa (Horemans *et al.*, 2000), no debieron ser inactivadas completamente. En este caso, se esperaría que al transcurrir el tiempo de almacenamiento en congelación, la degradación del ácido ascórbico continúe y sea cada vez mayor. De otro lado, aunque a 7 y 10 min de escaldado, se degrada parte de la vitamina C, su contenido permanece invariable durante el proceso de congelado-descongelado, por lo que el tratamiento térmico debió ser efectivo para inactivar las enzimas. En este caso, se esperaría que el ácido ascórbico sea estable a tiempos superiores a 15 días de almacenamiento congelado.

Pérdida por centrifugación

En la figura 3 se observa que 100 g de la pulpa, sin escaldar ni congelar, pierden alrededor de 45 mL de líquido en las condiciones del ensayo. Esta baja capacidad de retención de líquidos, en la pulpa fresca, es la que explica la separación de fases en productos como néctar, en los cuales es común el uso de estabilizantes de textura. La capacidad de retención de líquidos no cambia, de manera significativa, cuando la pulpa es escaldada, pero sí se presenta una pérdida importante en este atributo si se compara la pulpa antes y después del almacenamiento congelado. En general, se observa que la congelación rápida genera menor pérdida en la capacidad de retención de líquidos que la congelación lenta y el mejor efecto se logra cuando la pulpa congelada de manera rápida (menor destrucción de la estructura celular) se descongela de manera lenta (mayor tiempo de rehidratación o bajo efecto de deshidratación).

Firmeza, índice de viscosidad, cohesividad y consistencia

La figura 4 muestra que el escaldado no modificó en gran medida las propiedades relacionadas con la textura de la pulpa. En general, el proceso de congelación y descongelación deteriora la textura de la pulpa, si bien el congelado rápido y descongelado lento es el tratamiento que genera un menor detrimento en los atributos de textura física evaluados. En fresa se reporta que cuando ésta es congelada de manera rápida, la pérdida de textura es menor que cuando es congelada de manera lenta (Sahari *et al.*,

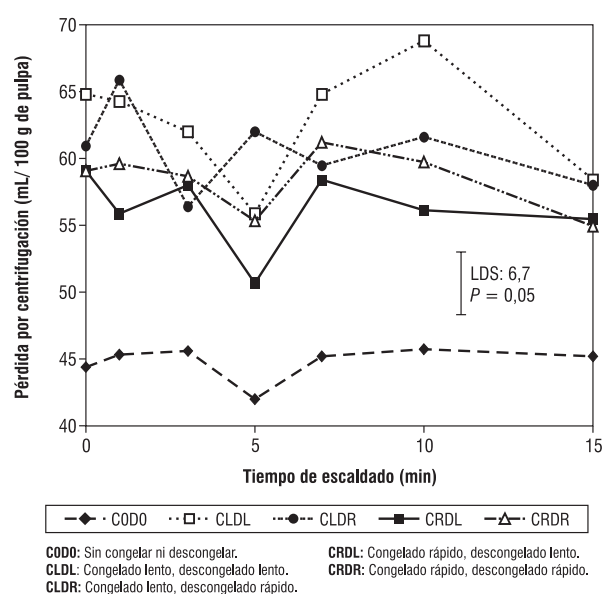


FIGURA 3. Variación en la capacidad de retención de líquidos de la pulpa de arazá, medida como pérdida por centrifugación, por efecto del tiempo de escaldado, la velocidad de congelación y velocidad de descongelación. La barra representa el valor estadístico (LDS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al LDS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

2004). Este mismo estudio indica que los cambios en el color y aroma sensorial y en el contenido de ácido ascórbico son independientes de la velocidad de congelación. Adicionalmente, en frutos de areca (*Areca catechil L.*), cultivada y comercializada en China, Filipinas, India y Vietnam, se indica que la congelación rápida genera una menor degradación tanto de la textura como de los niveles de clorofilas a y b, al compararlo con la congelación lenta (Zhang *et al.*, 2004).

Acidez

El efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la acidez es presentado en la figura 5. El escaldado generó un incremento en la acidez, como posible resultado de la evaporación del agua y de la mejora en la extracción de sustancias ácidas. Aunque la acidez titulable es resultado de compuestos ácidos volátiles (acidez no fija) y no volátiles (acidez fija), el escaldado no disminuyó el contenido total de éstos. El proceso de congelación-descongelación disminuyó la acidez como posible resultado de la actividad enzimática, reacciones de formación de metabolitos secundarios a partir de ácidos y de microorganismos que modifican la concentración de protones en el medio. Aunque, se esperaría que a los mayores tiempos de escaldado las enzimas se hubieran

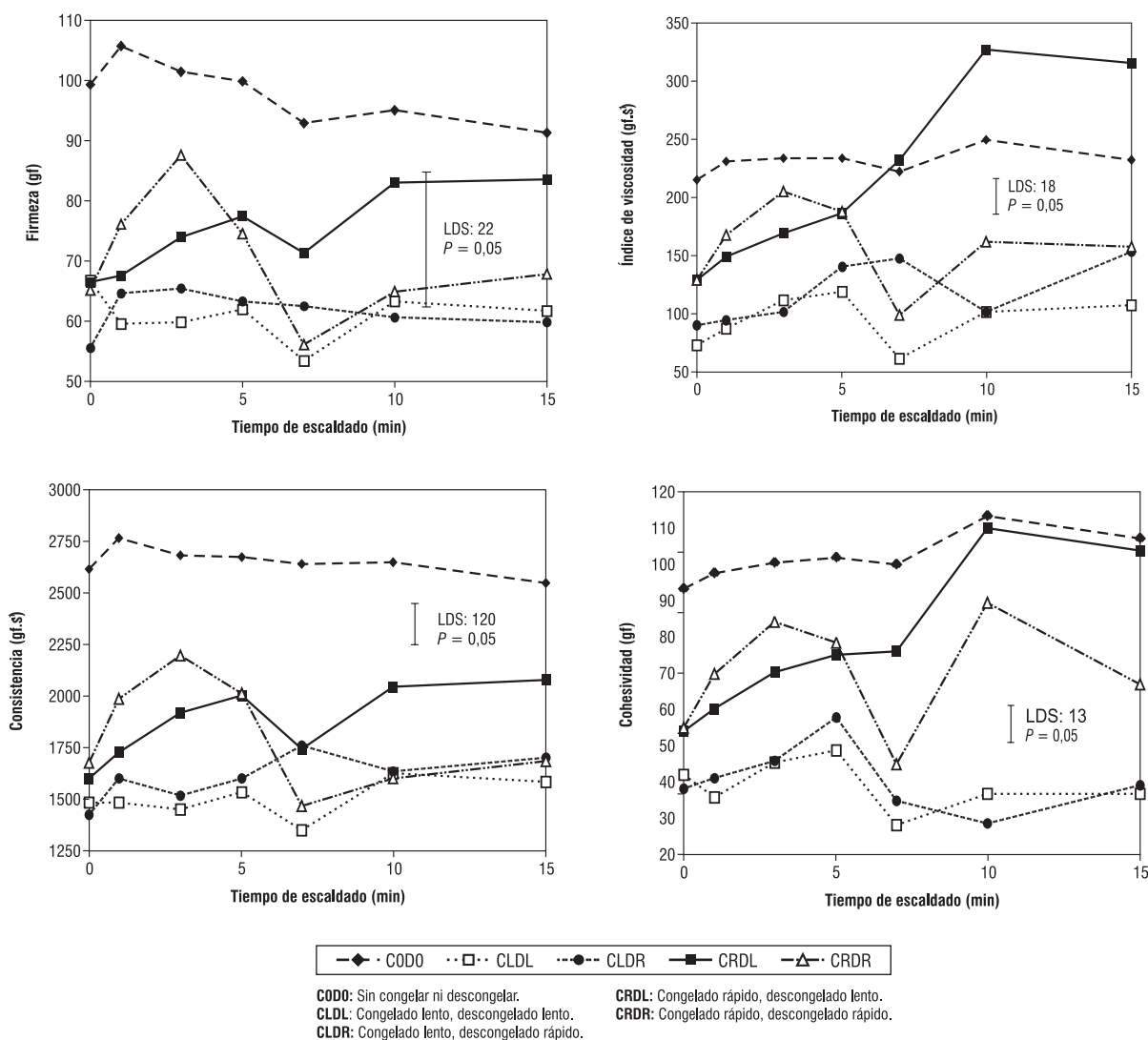


FIGURA 4. Variación en la firmeza, índice de viscosidad, consistencia y cohesividad de la pulpa de arazá, por efecto del tiempo de escaldado, la velocidad de congelación y velocidad de descongelación. La barra representa el valor estadístico (LDS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al LDS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05

inactivado, no se observa un control en la disminución de la acidez al incrementar el tiempo de escaldado.

Tratamientos evaluados

El escaldado de la pulpa de arazá a tiempos iguales o superiores a 7 min es una buena alternativa como tratamiento previo a la congelación, pues aunque destruye parte de la vitamina C, por efecto del calentamiento, evita su futura degradación durante el almacenamiento en congelación. Este tipo de tratamiento no permite mejorar la capacidad de retención de líquidos ni las características relacionadas con textura. Aunque con todos los tratamientos evaluados no se logró reducir la pérdida en la capacidad de retención de líquidos, cuando la pulpa fue congelada de manera rápida y descongelada de manera lenta se logró un menor detri-

mento de este atributo. Con este mismo tipo de tratamiento se logró una menor degradación de la firmeza, el índice de viscosidad, la cohesividad y la consistencia.

En conjunto, el mejor tratamiento con el cual se pronostica una buena calidad química y física es aquel en el cual la pulpa se escaldó al menos durante 7 min en un baño de agua en ebullición a 92 °C (temperatura en el centro de la masa 72 °C), se congela de manera rápida y se descongela de manera lenta. Aunque a tiempos de escaldado mayores a 7 min se garantizaría una mayor inactivación enzimática, esto no sería recomendable puesto que la calidad sensorial de la pulpa podría verse afectada. Diversos reportes indican, igual a lo encontrado en el presente trabajo para pulpa de arazá, que la congelación rápida produce una

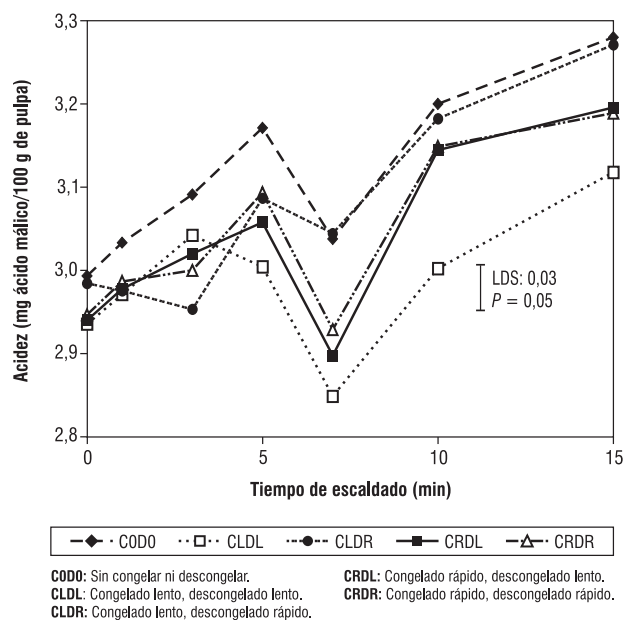


FIGURA 5. Variación de la acidez titulable en la pulpa de arazá por efecto del tiempo de escaldado, la velocidad de congelación y velocidad de descongelación. La barra representa el valor estadístico (LDS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al LDS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

mayor estabilidad en la textura; sin embargo, puesto que su consumo se da principalmente para la elaboración de néctar y otros, habría que evaluar si la menor degradación en la capacidad de retención de líquidos, se ve reflejada en la estabilidad de los néctares preparados a partir de esta pulpa. Más aún, es importante evaluar la relación costo-beneficio entre la estabilización de la textura de la pulpa mediante la congelación rápida y descongelación lenta contra la estabilización del néctar, con el uso de estabilizantes de textura.

Conclusiones

Los resultados mostraron que la pulpa de arazá es una buena fuente de ácido ascórbico, indicador de la calidad química, y que es degradado tanto por efecto del escaldado como por el almacenamiento en congelación. Sin embargo, se encontró que a tiempos de escaldado superiores a 7 min la pérdida de este ácido por efecto del escaldado se ve compensada por la mayor estabilidad de esta vitamina durante la congelación. Aunque la velocidad de congelación y de descongelación no afectaron la estabilidad de esta vitamina, sí hubo un efecto importante sobre la capacidad de retención de líquidos, la firmeza, índice de viscosidad, cohesividad y consistencia. Mediante el empleo de la congelación rápida y la descongelación lenta se logró una menor degradación de las propiedades físicas de la pulpa.

Los experimentos realizados mostraron que el escaldado durante al menos 7 min, tiempo durante el cual la temperatura en el centro de la masa llegó a 72 °C, la congelación rápida y la descongelación lenta se convierten en la mejor combinación para controlar la degradación del ácido ascórbico y aliviar el deterioro de la capacidad de retención de líquidos, la firmeza, el índice de viscosidad, la cohesividad y la consistencia.

Literatura citada

- AOAC. 1990. All methods of analysis of the association of official analytical chemists. Vol. 2. 15th edition. Arlington, Virginia.
- Badú, S. 2006. Química de los alimentos. Pearson Educación, México. pp. 25, 387-395.
- Barrera, J.A., M.S. Hernández, J.A. Galvis y J. Acosta. 1996. Prefactibilidad técnico económica para la producción de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) y copoazú (*Theobroma grandiflorum* Will ex Spreng), en la zona de colonización de San José del Guaviare. Agron. Colomb. 23, 91-105.
- Bernal, D.R. 1992. Análisis de los alimentos. Tercera edición. Editorial Guadalupe, Bogotá, pp. 99-117.
- Giannakourous, M.C y P.S. Taoukis. 2003. Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. Food Chem. 83, 33-41.
- Hernández, M.S., O. Martínez y J.P. Fernández-Trujillo. 2007. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata*) fruit quality traits during growth, development and ripening. Scientia Hort. 111, 220-227.
- Horemans, N., C. H. Foyer, G. Potters y H. Asard. 2000. Ascorbate function and associated transport systems in plants. Plant Physiol. Biochem. 38, 531-540.
- Mejía, H.L.J., S.L.P. Restrepo y C.C.E. Narváez. 2006. Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). Agron. Colomb. 24, 87-95.
- Redmond, G.A., T.R. Gormley y F. Butler. 2003. The effect of short and long-term freeze – chilling on the quality of mashed potato. Innov. Food Sci. Emerging Technol. 4, 85-97.
- Rosenthal, A.J. 2001. Textura de los alimentos medida y percepción. Editorial Acribia, Zaragoza. pp. 251-269.
- Sava B.K., A. Serpen, V. Gökmen y J. Akar. 2005. Study of lipoxigenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. J. Food Eng. 66, 187-192.
- Sahari, M.A., M.F. Boostani y Z.E. Hamidi. 2004. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. Food Chem. 86, 357-363.
- Vargas, A.M., C.A.P. Rivera y C.C.E. Narváez. 2005. Capacidad antioxidante durante la maduración de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) Rev. Col. Quím. 34, 7-65.
- Zhang, M., Z.H. Duan, J.F. Zhang y J. Peng. 2004. Effects of freezing conditions on quality of areca fruits. J. Food Eng. 61, 393-397.