

EFFECTO DEL CHOQUE TÉRMICO DE ARAZÁ (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) SOBRE LA TOLERANCIA AL FRÍO

EFFECT OF HEAT SHOCK IN ARAZA FRUIT (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) CHILLING INJURY

Carlos Eduardo Narváez Cuenca*

Recibido: 28/06/03 – Aceptado: 4/11/03

RESUMEN

Los frutos de arazá (*Eugenia stipitata*) fueron cosechados en su madurez fisiológica y calentados a 50 °C durante 0, 10, 20 ó 30 min antes de ser refrigerados a 7 °C durante 14 días y maduración complementaria a 25 °C durante 3 días. Los frutos que no recibieron el choque térmico presentaron un pardeamiento severo que se intensificó durante la maduración complementaria. De los tratamientos de choque térmico ensayados se encontró que el calentamiento de los frutos a 50 °C durante 30 min inhibe las lesiones por frío, con lo que se logró prolongar su vida útil hasta por 15 días. El tratamiento con choque térmico incrementó la actividad antioxidante de los frutos respecto a los no pretratados. No se encontró una relación apreciable entre el contenido de compuestos fenólicos totales y la tolerancia al frío ni entre los compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante.

Palabras clave: Arazá, *Eugenia stipitata* Mc Vaugh, capacidad antioxidante, frutas amazónicas, daños por frío, choque térmico.

ABSTRACT

Araza fruits were harvest in their physiological maturity and these were prestored at 50 °C for 0, 10, 20 or 30 min before storage at 7 °C for 14 days plus 4 days at 25 °C in complementary ripening. Non-heated fruits developed severe browning, which was enhanced when fruits were stored at 25 °C. Heat shock at 50 °C during 30 min delays the chilling injury and enlarging its useful life up to 15 days. Heat shock treatment increase the antioxidant activity in araza. Total phenolic content not to be related to the chilling tolerance.

Key words: Araza, *Eugenia stipitata* Mc Vaugh, Antioxidant activity, Amazonian fruits, chilling injury, heat shock.

INTRODUCCIÓN

El arazá es un fruto promisorio, de los muchos que existen en la región amazónica colombiana, que está siendo incluido en los arreglos agroforestales, con producciones anuales del orden de 15 ton/ha.

* Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá) hasta abril de 2003; Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Correo electrónico: cenarvaez@unal.edu.co

Se caracteriza por su adaptabilidad a suelos ácidos y de baja fertilidad, típicos de la región amazónica, por su precocidad y alta capacidad productiva. A pesar de poseer propiedades organolépticas y perspectivas de utilización especiales, tiene un corto tiempo de vida en anaquel. Cuando estos frutos son almacenados a 25 °C maduran luego de dos días. Si el almacenamiento se realiza a 20 °C éstos maduran luego de cinco días, momento a partir del cual su color y textura comienzan a deteriorarse (1).

En la conservación en fresco de las frutas se busca disminuir la pérdida de peso, evitar el pardeamiento enzimático, el ablandamiento y, en general, el deterioro de las características organolépticas. Una de las técnicas más empleadas para lograr este objetivo es la refrigeración. El tiempo de vida útil de los frutos de arazá es inferior a 10 días cuando son refrigerados entre 7 y 12 °C (1). Estos frutos desarrollan lesiones por frío a temperaturas por debajo de 12 °C, caracterizadas principalmente por ablandamiento y manchas café en la superficie (1). Se sabe que los daños por frío están relacionados con niveles elevados de especies que contienen oxígeno activo que dañan los componentes celulares (2, 3).

El choque térmico es una técnica que consiste en un precalentamiento de semillas o frutos a diferentes temperaturas (entre 20 y 50 °C) por periodos de tiempo que varían entre días y minutos antes de ser refrigerados, con lo que se logra una reducción de los daños por frío, con menores tiempos de choque conforme la temperatura del tratamiento es mayor (4-9). Existen evidencias que indican que

el choque térmico puede causar la síntesis de proteínas especiales y disminuir la velocidad de síntesis de otras (6, 10); disminuir la actividad de polifenoloxidasas, causante del pardeamiento (8) y potenciar el sistema antioxidante que previene la acumulación de especies que contienen oxígeno activo (9, 11). Algunas investigaciones, aunque no con choque térmico, muestran una relación directa entre la actividad antioxidante de diversas frutas y hortalizas, y el contenido de compuestos fenólicos totales (12-15).

La evaluación sensorial juega un papel importante en la determinación de las condiciones adecuadas de almacenamiento de productos alimenticios. Este tipo de evaluación puede ser descriptivo (cualitativo), discriminativo (cuantitativo) o afectivo (16). El análisis descriptivo busca definir las propiedades sensoriales del alimento y medirlas, en tanto que en el discriminativo se establece si hay o no diferencias entre muestras y se cuantifican dichas diferencias. Estos dos tipos de análisis son efectuados por un panel conformado por 6 a 15 panelistas debidamente entrenados; se garantiza una evaluación objetiva mediante el uso de protocolos estrictos para muestras, atributos bien definidos y las correspondientes escalas (16, 17). Por otra parte, el análisis afectivo suele ser realizado por consumidores y busca evaluar la aceptación del producto; sus resultados son del tipo subjetivo (16). Debido a que, en general, los resultados de la evaluación sensorial son discontinuos y no siguen una distribución normal, su análisis se efectúa por medio de estadística no paramétrica. Cuando el interés es evaluar el tiempo de vida útil de un producto se emplea la prueba de Friedman, en la cual los

resultados deben ser transformados a rangos para poder efectuar el análisis (18).

Aunque existen estudios del comportamiento fisiológico del arazá a diversas temperaturas, no hay información sobre ensayos de choque térmico tendientes a la disminución de las lesiones por frío. Tampoco hay información sobre la evolución de la actividad antioxidante en frutas sometidas a choque térmico previo a la refrigeración. Por esta razón este trabajo se planteó con el objetivo de encontrar un tratamiento de choque térmico que permita inhibir las lesiones por frío en frutos de arazá, y de evaluar si las lesiones y la tolerancia al frío se relacionan con la capacidad antioxidante de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales. Los frutos de arazá se obtuvieron de cultivos semitecnificados de la región amazónica colombiana (25 °C, 85% H. R.). Se hizo una preselección en el lugar de cultivo de acuerdo con su estado de madurez (10 a 20% de color amarillo en la corteza), sanidad, tamaño y apariencia, y se hizo una segunda selección en el laboratorio y desinfección del fruto

en solución de hipoclorito de sodio al 2% por 20 min.

Reactivos. Los reactivos catequina, ácido linoléico, α -tocoferol y β -caroteno fueron adquiridos de Sigma[®]. Los otros fueron adquiridos de Merck[®].

Tratamientos de choque térmico y evaluación sensorial del color. Teniendo en cuenta que en la región de recolección de los frutos la temperatura ambiente puede alcanzar valores hasta de 40 °C se decidió ensayar en los frutos choques a una temperatura superior a ésta durante cortos tiempos. Se tomaron al azar 4 lotes de frutas y se calentaron a 50 °C durante 0, 10, 20 ó 30 min e inmediatamente se refrigeraron a 7 °C durante 14 días. Después del almacenamiento refrigerado se sacaron a maduración complementaria a 25 °C durante 4 días, por lo que el tiempo total de almacenamiento fue de 18 días. Se efectuaron muestreos de las frutas justo antes de refrigerarlas: día 0; durante la refrigeración: días 5 y 10, y durante la maduración complementaria: días 15 y 18. En los frutos muestreados se evaluó el color de la corteza con una escala de intervalo a través de un panel de evaluación

Tabla 1. Escala de intervalo para la evaluación sensorial del color del arazá

Escala	Descripción
0 a 1	Pardeamiento intenso
1 a 2	Pardeamiento moderado
2 a 3	Pardeamiento leve
3 a 4	Predomina el color verde o verde con zonas amarillas, no homogéneo
4 a 5	Amarillo con manchas verdes
5 a 6	Amarillo intenso, homogéneo, característico del fruto del arazá

sensorial entrenado, conformado por siete panelistas. La escala y los descriptores se muestran en la Tabla 1.

Una vez establecido el tratamiento de choque térmico que inhibió las lesiones por frío se evaluó la intensidad respiratoria, la actividad antioxidante y el contenido de fenólicos en los frutos refrigerados con y sin choque térmico efectivo previo.

Intensidad respiratoria. Se midió en los frutos enteros, cada 24 h durante los 18 días de almacenamiento, por reacción del CO_2 liberado por las frutas con $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en exceso y titulación del exceso de base con HCl 0,1 M (19).

Actividad antioxidante y compuestos fenólicos totales. Se evaluó el efecto del tiempo de extracción y del tipo de solución extractora sobre la actividad antioxidante. Para esto se almacenaron frutos a 25 °C y 85% HR y al cabo de dos días, cuando maduraron, se retiró la corteza. Una vez determinadas las condiciones adecuadas de extracción se efectuó la cuantificación en la corteza de los frutos refrigerados con y sin choque térmico durante los días 0 y 15.

Extracción. La técnica fue adaptada de Velioglu y cols. (12) y Vinson y cols. (13). Para extraer las sustancias "libres" la corteza se homogenizó, se tomaron 200 mg y se colocaron en un agitador recíproco a 200 rpm con 2 mL de una solución de metanol-agua 80-20 durante 5, 30, 60 ó 120 min a 30 °C. Se centrifugó a 3000xg durante 10 min, el sobrenadante se reservó. Al residuo se adicionaron nuevamente 2 mL de la solución extractora y se repitió el procedimiento, por lo que los tiempos totales de agitación fueron 10,

60, 120 ó 240 min. Los sobrenadantes se colectaron para evaluar la actividad antioxidante. Para extraer las sustancias "totales" (libres más conjugadas) se siguió el mismo proceso de extracción excepto que la solución extractora fue metanol-agua-HCl 80-19-1. La técnica se llevó a cabo en condiciones de oscuridad.

Cuantificación de la capacidad antioxidante. Se midió de acuerdo con el método de la decoloración del β -caroteno (12). Se adicionó 1 mL de solución clorofórmica de β -caroteno 0,2 mg/mL en un recipiente de vidrio de 100 mL y se evaporó al vacío a temperatura ambiente. Se adicionaron 20 μL de ácido linoléico, 200 μL de Tween 20 y 200 μL del extracto metanólico. Posteriormente se adicionaron 50 mL de agua destilada saturada con oxígeno y se agitó fuertemente. La mezcla se incubó a 50 °C durante 2 horas con agitación a 200 rpm. La absorbancia se leyó a 470 nm a intervalos de 10 min durante 2 horas. Se corrió un testigo adicionando la solución acuosa de metanol con o sin HCl 1%, según el caso, en vez del extracto de la corteza. Se incluyó un control de α -tocoferol 50 mg/L. Para calcular la actividad antioxidante (AOX) se evaluó la pendiente al graficar la absorbancia de la suspensión en función del tiempo de reacción y se expresó como:

$$\text{AOX} = (\text{Pendiente muestra} - \text{Pendiente testigo}) / \text{Pendiente testigo} * 100$$

Cuantificación de los compuestos fenólicos totales. Se cuantificaron usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y lectura espectrofotométrica a 725 nm (12). Se tomaron 750 μL del reactivo de Folin-Ciocalteu (diluido 1 a 10 con agua destilada) y se mezclaron con 100 μL de

los extractos metanólicos acidulados. Se dejó en reposo 5 min; al cabo de este tiempo se adicionaron 750 μ L de solución acuosa de NaHCO_3 al 6% y se dejó nuevamente en reposo durante 90 min. La absorbancia se leyó a 725 nm. Los fenólicos se expresaron como $\mu\text{mol catequina/g}$ de corteza para lo cual se efectuó una curva de calibración con catequina.

Análisis de datos. Los resultados de la evaluación sensorial del color fueron analizados por medio de la prueba de Friedman (18). La evaluación del efecto de las condiciones de extracción y las medidas de intensidad respiratoria se realizaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los resultados de las medidas de actividad antioxidante y fenólicos totales se analizaron en un diseño de bloques al azar. Los promedios de las variables continuas fueron comparados por la prueba de Tukey (20).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Tratamientos de choque térmico y evaluación del color. En la Tabla 2 se observa que en los frutos refrigerados a 7 °C sin choque térmico previo y en los precalentados a 50 °C durante 10 y 20 min no hubo una evolución normal del color; los frutos no alcanzaron el color amarillo intenso característico; una vez los frutos salieron a maduración complementaria el pardeamiento se intensificó. En cambio, en los frutos con choque térmico a 50 °C durante 30 min el color evolucionó de manera apropiada para ser máximo, de manera significativa, una vez los frutos salieron a maduración complementaria (día 15) y decayó de manera significativa a los 18 días de almacenamiento (Tabla 2). Este último tratamiento prolongó la vida útil del fruto de 2 días (almacenado a 25 °C) a 15 días.

Tabla 2. Resultados de la evaluación sensorial del color de la corteza del arazá ante diversos tratamientos de choque térmico

Días de Almacenamiento	Tiempo (min) choque térmico a 50 °C			
	0	10	20	30
	Color*			
0	3,2 ab	3,3 a	3,2 a	3,2 c
5	3,0 b	3,0 a	3,5 a	3,0 c
10	3,5 a	3,0 a	3,0 b	4,0 b
15	1,0 c	1,5 b	0,0 c	5,5 a
18	0,5 d	0,6 c	0,2 c	0,7 d

* Los datos tabulados corresponden a la mediana de la evaluación sensorial del color. La escala está en un intervalo comprendido entre 0 (Pardeamiento intenso) a 6 (Amarillo intenso, homogéneo, característico del fruto de arazá).

Letras diferentes dentro de una columna indican diferencias mínimas significativas, de acuerdo con la prueba de Friedman.

Intensidad respiratoria. En la Figura 1 se observa que los frutos almacenados a 7 °C sin choque térmico previo presentaron, respecto a los otros días, dos máximos significativos en la intensidad respiratoria: el primero luego de cinco días de refrigeración y el segundo luego de 15 días de almacenamiento (14 días en refrigeración y un día en almacenamiento complementario a 25 °C), que no corresponden al climaterio sino que aparecen como manifestación de un desorden metabólico conducente a las lesiones por frío que se evidenciaron una vez los frutos salieron a maduración complementaria. Resultados similares se han encontrado al refrigerar frutos de uva caimaron, originaria también de la región amazónica, a 4 °C durante seis días, en donde se reportan lesiones por frío y un máximo significativo en la intensidad respiratoria luego de un día de la exposición al frío sin conducir a la maduración adecuada del fruto (19). Por otra parte, frutos de arazá provenientes también de la región amazónica manifestaron un comportamiento irregular en la intensidad respiratoria con oscilaciones entre 50 y 1200 mg CO₂/kg.h al ser refrigerados a 7 °C (1), estos valores son diferentes de los encontrados en el presente trabajo.

El calentamiento de los frutos a 50 °C durante 30 min incrementó de manera significativa la respiración respecto de los no precalentados (día 0). Este resultado puede estar relacionado con la activación del metabolismo por efecto del choque térmico. Los frutos sometidos al choque térmico presentaron un máximo respiratorio durante la maduración complementaria, 15 días luego de iniciado el almacenamiento, que coincidió con las máximas calificaciones del color de su

corteza, por lo que este máximo corresponde al climaterio.

Actividad antioxidante y compuestos fenólicos totales. El valor de actividad antioxidante hallado para α -tocoferol fue similar al reportado por Velioglu y cols. (12). En la Figura 2 se observa que tanto el tipo de extractante como el tiempo de agitación afectaron la capacidad antioxidante de la corteza de los frutos de arazá. El análisis de varianza indicó que hubo un efecto significativo de los dos factores en mención. Al incrementar el tiempo de agitación de 10 a 60 min la actividad antioxidante de las sustancias "libres" (solución extractora: metanol acuoso 80%) aumentó de forma significativa, para luego tender a disminuir de manera no significativa.

Cuando el extractante fue acidulado (metanol-agua-HCl 80-19-1) la capacidad antioxidante máxima se obtuvo a los

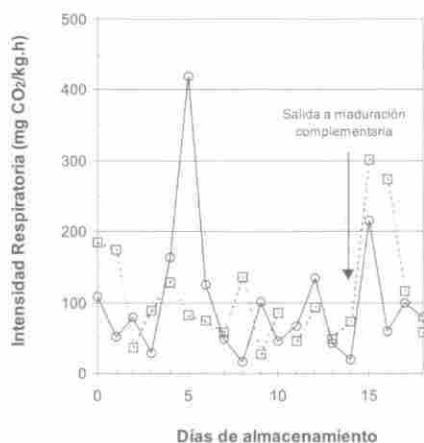


Figura 1. Intensidad respiratoria de los frutos de arazá refrigerados a 7 °C durante 14 días y maduración complementaria a 25 °C de 4 días sin (O) y con choque térmico previo (50 °C/30 min) (□). Los resultados son el promedio de tres determinaciones.

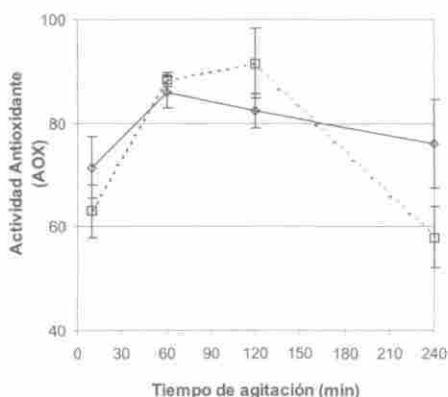


Figura 2. Efecto del tiempo de agitación y del tipo de extractante (\diamond) Metanol-Agua (80-20) v/v y (\square) Metanol-Agua-HCl (80-19-1) sobre la actividad antioxidante de la corteza de arazá. Los resultados son el promedio de tres determinaciones \pm 1 SD. AOX = (Pendiente muestra - Pendiente testigo)/Pendiente testigo * 100.

120 min de agitación. Al aumentar a 240 min la actividad decayó de forma significativa. Tras la comparación de promedios, por medio de la prueba de Tukey se estableció que las condiciones a

las cuales se obtienen valores de actividad antioxidante significativamente altos fueron el uso de metanol acuoso sin acidular y acidulado con tiempos de agitación de 60 y 120 min. Estos resultados muestran un efecto combinado de la capacidad extractora de las soluciones y de la inestabilidad de las sustancias extraídas, lográndose mayores extracciones con metanol acidulado pero menor estabilidad respecto al tiempo de contacto. Se evidencia que las sustancias extraídas con actividad antioxidante son más inestables en medio ácido.

Para cuantificar la actividad antioxidante y los compuestos fenólicos en la corteza de los frutos sometidos a diversos tratamientos de conservación se eligió la solución extractora y el tiempo de agitación con el que se obtuvo el valor más alto de actividad antioxidante: metanol-agua-HCl 80-19-1 y agitación durante 120 min.

En la Tabla 3 se observa que la actividad antioxidante en la corteza de los frutos

Tabla 3. Actividad antioxidante y contenido de fenólicos totales en la corteza durante condiciones diferentes de almacenamiento de frutos de arazá.

Condiciones de almacenamiento	Actividad antioxidante	Compuestos fenólicos totales (μ mol catequina/g corteza)
0 días sin choque térmico	79,5b	8,7b
25 °C / 2 días	91,6a	11,3a
7 °C / 14 días y salida a 25 °C / 1 día	82,1ab	10,1ab
50 °C / 30 min / 0 días	89,9a	4,8c
50 °C / 30 min, 7 °C / 14 días y salida a 25 °C / 1 día	83,2ab	4,8c

Los resultados son el promedio de tres determinaciones. Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con Tukey.

almacenados a 25 °C fue significativamente superior en los frutos maduros sensorialmente (día 2), respecto a los frutos maduros fisiológicamente (día 0). Este resultado concuerda con los reportados por Howard y cols. (21) quienes encontraron que la actividad antioxidante en los frutos maduros de diversos tipos de *Capsicum* era mayor que en los inmaduros.

El choque térmico (día 0) incrementó en forma significativa la actividad antioxidante respecto de los frutos no tratados, lo que justifica el que los frutos precalentados a 50 °C durante 30 min hayan tolerado el almacenamiento en frío y madurado de forma adecuada. Sin embargo, luego de 15 días de almacenamiento la actividad antioxidante de los frutos con y sin choque térmico previo fue significativamente igual. Kang y Salveit (9) muestran que el calentamiento a 45 °C durante 3 min inhibe las lesiones por frío de semillas de arroz refrigeradas a 5 °C durante dos días e indican que la tolerancia al frío está en relación directa con el incremento en el sistema antioxidante, específicamente con la actividad de catalasa, ascorbato peroxidasa, glutatión reductasa y "DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)-radical scavenging". De otro lado, se ha mostrado que el calentamiento de mandarinas híbridas Fortune a 37 °C durante 3 días previo a la refrigeración a 2 °C inhibe las lesiones por frío e incrementa la actividad de catalasa (11).

Al evaluar el contenido de compuestos fenólicos totales (Tabla 3) se encontró un incremento significativo durante la maduración de los frutos almacenados a 25 °C. Aunque el choque térmico incrementó la actividad antioxidante, el contenido de fenólicos disminuyó de forma significativa

comparado con los frutos sin choque térmico. Contrario a lo encontrado en otros trabajos no se halló una relación directa entre la actividad antioxidante y el contenido de fenólicos totales en la corteza de los frutos de arazá, por lo que deben haber otros constituyentes del sistema antioxidante, diferentes de los fenólicos, que están contribuyendo de manera más importante en esta actividad.

CONCLUSIONES

El choque térmico a 50 °C durante 30 min inhibió el pardeamiento de los frutos de arazá refrigerados a 7 °C, con lo que se logró un tiempo de vida útil de 15 días. El choque térmico incrementó la intensidad respiratoria y potenció el sistema antioxidante de los frutos. No se encontró una relación apreciable entre el contenido de compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante del fruto en los diversos tratamientos. Es importante evaluar el efecto del choque térmico durante periodos mayores de refrigeración no sólo en el color de la corteza sino también en otras propiedades sensoriales como el "flavor", la textura y la calidad total.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece tanto a la Universidad de la Amazonia como a la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo económico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, G. M. S. Conservación del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes

- técnicas. Tesis doctoral en ciencias agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2001.
2. Elstner, E. F. (1991). Mechanism of oxygen activation in different compartments of plant cells. En *Active oxygen / oxidative stress and Plant Metabolism*; Pell, E. J.; Steffen, K. L., (eds.), American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD.
 3. Prasad, T. K. (1996). Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: change in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. *Plant J.* **10**, 6:1017-1026.
 4. Lurie, S.; Klein, J. D. (1991). Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **116**:1007-1012.
 5. McCollum, T. G.; D'Anquino, S.; McDonald, R. E. (1993). Heat treatment inhibits mango chilling injury. *Hort Science.* **28**:197-198.
 6. Valvueda, T. N.; Castro, U. S. Estudio del comportamiento del lulo (*Solanum quitoense* L.) a bajas temperaturas y la influencia de choques térmicos sobre los daños por frío. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1993.
 7. Wild, B. L. (1993). Reduction of chilling injury in grapefruit and oranges stored at 1 °C by prestorage hot dip treatments, curing, and wax application. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* **33**:495-498.
 8. Rubio, M. E. Estudio del cambio de actividad de polifenoloxidasas, PFO, durante el proceso de maduración del lulo (*Solanum quitoense* L.). Tesis magister en ciencias-química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1999.
 9. Kang, H-M.; Salveit, M. E. (2002). Antioxidant enzymes and DPPH-radical scavenging activity in chilled and heat-shocked rice (*Oryza sativa* L.) seedlings radicles. *J. Agric. Food Chem.* **50**:513-518.
 10. Sabehat, A.; Weiss, D.; Lurie, S. (1996). The correlation between heat-shock protein accumulation and persistence and chilling tolerance in tomato fruit. *Plant physiol.* **110**: 531-537.
 11. Sala, J. M.; Lafuente, M. T. (1999). Catalase in the heat-induced chilling tolerance of cold-stored hybrid Fortune mandarin fruits. *J. Agric. Food Chem.* **47**:2410-2414.
 12. Velioglu, Y. S.; Mazza, G.; Gao, L. Oomah, B. D. (1998). Antioxidant and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* **46**: 4113-4117.
 13. Vinson, J. A.; Hao, Y.; Su, X.; Zubik, L. (1998). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **46**: 3630-3634.
 14. Connor, A. M.; Luby, J. J.; Hancock, J. F.; Berkheimer, S.; Han-

- son, E. J. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J. Agric. Food Chem.* **50**:893-898.
15. Moyer, R. A.; Hummer, K. E.; Finn, C. E.; Frei, B.; Wrolstad, R. E. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 519-525.
16. Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España: Acribia S. A. pp. 45-122.
17. Civille, G. V.; Dus, C. A. (1991). Evaluating tactile properties of skin-care products: A descriptive analysis technique. *Cosmetics & Toiletries.* **106**:84-88.
18. Conover, W. J. (1980). Practical nonparametric statistics. New York: John Wiley & Sons, p. 299.
19. Narváez, C. C. E. Evaluación del comportamiento fisiológico del fruto de uva caimaroná (*Pourouma cecropiifolia*) a temperatura ambiente y a temperaturas de refrigeración. Tesis magister en ciencias-química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2002.
20. Steel, R. G.; Torrie, J. H. (1991). Bioestadística: principios y procedimientos. México: Mc Graw-Hill, Mexico, p. 179.
21. Howard, L. R.; Talcott, S. T.; Brenes, C. H.; Villalon, B. (2000). Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. *J. Agric. Food Chem.* **48**:1713-1720.