



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**ALTERNATIVA PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL
CHICOZAPOTE (*achras sapota*):
TECNOLOGÍA DE LOS TRATAMIENTOS MÍNIMOS**

Maria de L. Vargas y Vargas¹

Sara Alicia González Novelo¹

José B. Escamilla Sánchez¹

Jorge Tamayo Cortez¹

**Alternative for the marketing of Chicozapote (*achras sapota*):
minimal treatments technology**

ABSTRACT

Chicozapote (*Achras sapota*) is one of the fruit species that at the moment a great potential has, as much commercial as economic, nevertheless, it is a fruit that quickly deteriorates after the harvest taking place diverse biochemical reactions that take to the undesirable softening, darkening and other aspects, with the consequent loss of the quality of the fruit, thus diminishing its acceptability, and reducing its life utility. A solution to these problems represents the technology of minimum treatments. The objective of this work was to evaluate the effect of diverse conservatives and the temperature on the life utility of fractions of chicozapote. For the accomplishment of this work fruits of chicozapote with a degree of acceptable maturity were used (good color, firmness, size, etc.). 50 fractions of gr. of chicozapote were put under the following treatments: 1) solution of CaCl₂ to 1%; 2) a solution of CaCl₂ to 2%; 3) ascórbico acid solution and acid citrus, both to 1%; and 4) with solution of ascórbico acid 1,0% and citric acid to 0,5%. All with chlorine (200 ppm). They were dried and they stored to 4, 8 and 22 °C., as variable of answer were evaluated: pH, % acidity, water activity, firmness, °Brix, reducing sugars, acetaldehído, ethanol, microbiological and sensorial analysis. The best treatment was the 1% mixture ascórbico acid and 0,5% of citric acid with storage to 4°C; prolonging the life of useful of the product until by 36 days, conserving pleasant flavor and color within the accepted characteristics of quality, being the technology of minimum treatments a strategy for the conservation and commercialization of chicozapote.

Key words: chicozapote, life utility, minimumly process, low temperatures.

RESUMEN

El chicozapote (*Achras sapota*) es una de las especies frutícolas que actualmente tiene un gran potencial, tanto comercial como económico, sin embargo, es un fruto que se deteriora rápidamente después de la cosecha produciéndose diversas reacciones bioquímicas que llevan al ablandamiento, oscurecimiento y otros aspectos no deseables, con la consecuente pérdida de la calidad de la fruta, disminuyendo así su aceptabilidad, y reduciendo su vida útil. Una solución a estos problemas la representa la tecnología de tratamientos mínimos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diversos conservadores y de la temperatura sobre la vida útil de fracciones de chicozapote. Para la realización de este trabajo se utilizaron frutos de chicozapote con un grado de madurez aceptable (buen color, firmeza, tamaño, etc.). Fracciones de 50 gr de chicozapote fueron sometidas a los siguientes tratamientos: 1) solución de CaCl₂ al 1%; 2) una solución de CaCl₂ al 2%; 3) solución de ácido ascórbico y ácido cítrico, ambos al 1%; y 4) con solución de ácido ascórbico 1.0% y ácido cítrico al 0.5%. Todas con cloro (200 ppm). Se secaron y almacenaron a 4, 8 y 22°C., como variables de respuesta se evaluaron: pH, % acidez, actividad de agua, firmeza, °Brix, azúcares reductores, acetaldehído, etanol, análisis microbiológico y sensorial. El mejor tratamiento fue la mezcla de 1% ácido ascórbico y 0.5% de ácido cítrico con almacenamiento a 4°C; prolongando la vida útil del producto hasta 36 días,

¹Profesores de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico S/N A.P. 97118 Mérida, Yucatán, acras_99@yahoo.com, becsam.itmerida.mx, sagnovel25@hotmail.com, jtamayin@hotmail.com Tel-Fax 9999448479

conservando sabor y color agradables dentro de las características de calidad aceptadas, siendo la tecnología de tratamientos mínimos una estrategia para la conservación y comercialización del chicozapote.

Palabras Clave: chicozapote, vida útil, mínimamente procesados, bajas temperaturas.

INTRODUCCIÓN

En la península de Yucatán existe una gran variedad de frutales tropicales no tradicionales que pueden ser opciones para captar nuevos mercados en el ámbito nacional e internacional como el caso del chicozapote, así mismo, esta región cuenta con recursos naturales como agua de calidad para riego y accesible de 8 a 40 metros de profundidad, suelos pedregosos y clima aptos para este frutal.

El **chicozapote** (*Achras sapota*) es una de las especies más nobles, fuertes y apreciadas en México y en el mundo, tanto por su sencilla reproducción como por los exquisitos productos que nos ofrece. Se encuentra incrustado en el corazón del mundo maya, al sureste de nuestro país, principalmente en los bosques tropicales de la península de Yucatán, así como en Belice y el norte de Guatemala.

En esta región, conocida como el “Gran Petén”, el chicozapote es el árbol más abundante: en algunas áreas es posible encontrar en una sola hectárea más de 30 árboles, cuando en esa misma extensión solamente se cuenta un árbol de caoba.

Los principales derivados de esta especie son: a) su fruto, el cual es considerado climatérico, es una baya colgante ligeramente redondeado, globosa, ovoide o elipsoide carnoso y dulce, de color café de 3 a 8 cm de largo y de 3 a 6 cm de diámetro, generalmente contiene de 3 a 6 semillas aplastadas de color negro brillante con hilos blancos en el borde; su cáscara suele ser muy fina, de color marrón oscuro, cubierta por un polvo que le da una textura áspera; el color de la pulpa varía según el cultivar y puede ser de color marrón, amarillento o rojiza, frecuentemente la propagación se realiza por semillas que dispersan algunos animales silvestre que se alimentan de los frutos (Anónimo Programa Nacional de Reforestación, 2007).

La cosecha de los frutos de chicozapote se realiza en dos estaciones: la primera entre febrero y abril y la segunda entre octubre y diciembre (Estrada, 2002).

b) El látex, que se extrae de la corteza del árbol y es la materia prima para la fabricación del chicle o goma de mascar. El látex es aún en día una de las pocas exportaciones forestales no maderables cuyo aprovechamiento genera importantes divisas al país. Este producto es conocido en México desde la época prehispánica, desde entonces muchas culturas ya lo mascaban con regularidad. Comercialmente se le empezó a explotar a mediados del siglo XIX, cuando una marca estadounidense lo mezcló con endulzantes y saborizantes presentándolo en forma de tablillas y pastillas.

El chicozapote es un árbol de lento crecimiento, afable, sencillo y de hojas simples, que alcanza hasta 40 metros de altura. Su madera es rojiza, de excepcional dureza y resistencia. Aunque su comercialización no es muy frecuente se utiliza en dinteles, vigas, durmientes, pisos, columnas, armazones de barcos, muebles de lujo y casas habitación, entre otros. Los mayas y los aztecas la utilizaban en la construcción. A esta especie se le atribuyen también propiedades curativas contra la disentería y diarrea, para lo que se recomienda tomar la cocción o el macerado de la corteza como agua de uso. Las semillas, como contienen resinas y grasas se emplean como diurético y en algunas zonas del norte las hojas se hierven para tomarse tres veces al día como té para normalizar la presión alta. Asimismo, la infusión preparada con varias semillas se ingiere una taza al día para mitigar el dolor causado por piquete de alacrán.

Este fruto es una de las especies frutícolas que actualmente tiene un gran potencial, tanto comercial como económico; el aumento en su producción exige tener soluciones industriales que permitan su aprovechamiento. Hasta septiembre del 2005, Yucatán contaba con 245 hectáreas sembradas, de las cuales se cosechaban 229, con una producción de 3086.3 toneladas de chicozapote, (Anónimo. SAGARPA, 2005).

La tecnología de los tratamientos mínimos es una técnica de conservación de frutas y hortalizas vivos, acondicionados y mantenidos bajo cadena de frío, listos para ser consumidos (IFPA, 2001), siendo creada para satisfacer la actual tendencia mundial de consumir comida natural y rica en nutrientes (Tomas, 1998).

El concepto de la preservación de alimentos es evitar el desarrollo de microorganismos, para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro, logrando de ésta manera, obtener un alimento sin alteraciones en sus características organolépticas típicas: color, sabor y aroma y que pueda ser consumido sin riesgo durante un cierto período (Cheftel y Henry, 1992).

En el mercado actual es cada día mayor la tendencia de los consumidores, a adquirir alimentos con características sensoriales que reflejen una mínima intervención de procesos industriales, muy especialmente cuando el alimento es una fruta o vegetal. En respuesta a dicha demanda, se han desarrollado un conjunto de procedimientos o técnicas de conservación de alimentos conocidas como tecnologías del mínimo procesamiento, la cual se fundamenta en la combinación de distintas técnicas de conservación, a diferencia de las tecnologías convencionales en las cuales la conservación del alimento se basa muchas veces en una sola técnica aplicada drásticamente. Uno de los mayores retos que enfrenta el procesamiento mínimo de alimentos es el poder combinar adecuadamente distintos factores de preservación a fin de generar productos inocuos, pero que al mismo tiempo garanticen las características sensoriales de frescura que desea el consumidor (Millán y col., 2001).

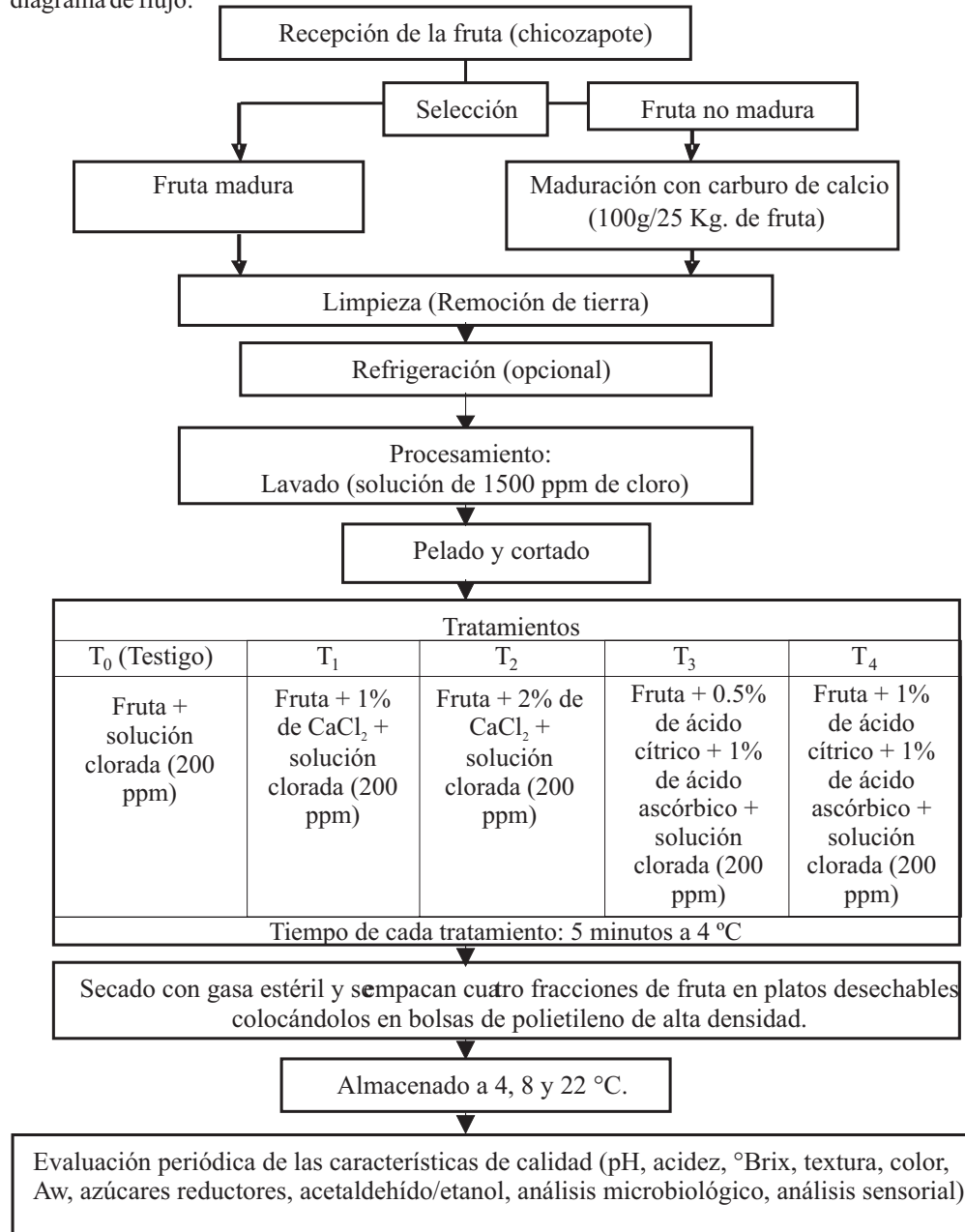
La tecnología del mínimo proceso da la posibilidad de llegar a un mercado consumidor que demanda productos libres de defectos y que posean una elevada calidad organoléptica y nutricional, inocua y libre de compuestos tóxicos (Watada y Qi 1999). El objetivo final de los alimentos con mínimo tratamiento es proveer al consumidor de un alimentos listo para ser consumido, con características similares a los productos frescos (González y Lobo, 2005). Mediante esta tecnología se pretende aportar beneficios en la conservación del chichapote en su estado fresco e impulsar su comercialización en un futuro a nivel nacional e internacional. La problemática que presenta el chichapote son, los cambios en sus características organolépticas como el oscurecimiento, el ablandamiento de la pulpa y cambios en el sabor y olor.

El oscurecimiento es causado por la acción de una enzima ó múltiples enzimas que oxidan al catecol a ortoquinonas. Estas polimerizaciones originan compuestos coloreados oscuros conocidos como melanoidinas. Este mecanismo se ha observado en papas y manzanas peladas y cortadas, champiñones, etc. (Viña, 1999), la principal enzima responsable de las reacciones de oscurecimiento es la polifenoloxidasas (Avallone, Cravzov y Pellizzari, 2000). Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son productos que han sufrido un proceso simple de elaboración, que incluye etapas como selección, lavado, cortado, envasado, etc. Podemos identificar los problemas básicos con que nos enfrentamos: cambios fisiológicos, actividad bioquímica (variaciones en la textura, cambios en la composición química, modificaciones en la apariencia del producto), alteraciones provocadas por microorganismos (Viña, 1999). Se tienen fundamentos que acreditan el uso frecuente de esta tecnología que ha sido aplicado en pera, kiwi, manzana y ciertas hortalizas (acelgas, zanahoria, etc.). En la pera se ha observado el uso de ácido cítrico y ascórbico obteniendo resultados favorecedores como retardar el oscurecimiento (Pérez, González y Chafer); en el kiwi también se ha llevado a cabo (Agar, Hess y Kader, 1999) obteniendo beneficios sobre la textura, pérdida de peso y oscurecimiento. La implementación de las nuevas tecnologías en el sector de frutas y hortalizas va a permitir con un procesamiento mínimo, mantener en fresco estos alimentos, ya dispuestos para consumo directo y así proporcionar al agricultor un valor añadido a sus productos, además de la apariencia, es imprescindible considerar las propiedades nutricionales y la calidad sanitaria de las frutas y verduras mínimamente procesadas para poder obtener un producto sano seguro y atractivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes conservadores y temperaturas sobre las características de calidad y vida útil de las fracciones de chicozapote procesados mediante la tecnología de tratamientos mínimos.

METODOLOGÍA

Los procedimientos seguidos en la realización de este estudio se presentan en el siguiente diagrama de flujo:



MÉTODOS ANALÍTICOS

El pH y la acidez se determinaron con un titulador automático modelo Metrohm. A 5 g de pulpa de chicozapote macerada y mezclada con 50 ml de agua destilada se le determinó el pH de manera directa, y la acidez se determinó por titulación potenciométrica con NaOH 0.1N hasta un pH de 8.2, el resultado se expresó en % de ácido cítrico.

La actividad de agua (Aw) se determinó de manera directa utilizando un higrómetro marca Decagon, previamente calibrado con agua destilada a 25 °C.

La firmeza se evaluó utilizando un texturómetro manual para frutos suaves marca Fruti Pressure Tester modelo FT011 (0-11lb), las lecturas se hicieron penetrando la punta del texturómetro sobre cuatro puntos de la pulpa. Los resultados se expresaron como libra fuerza (lbf).

Las mediciones del color se hicieron con un colorímetro por reflexión marca CIELAB 200; previamente calibrado con una placa blanca. Los valores L*a*b se obtuvieron en 3 puntos de la superficie de la pulpa. Los resultados así obtenidos se expresaron en notación L, a, b, donde L es la luminosidad que va de 100 a 0, "a" son las tonalidades que van desde el color verde (a-) hasta el color rojo (a+), y "b" son los colores que van desde el azul (b-) hasta el color amarillo (b+) (Ramírez, 2002). Además se determinó la pureza del color mediante la fórmula $\sqrt{a^2 + b^2}$ Que da el ángulo de tono (Hue).

Los sólidos solubles totales se evaluaron utilizando un refractómetro modelo RX5000, colocando una gota del jugo de la fruta en la placa lectora, previo calibrado del aparato con agua destilada. Los resultados se expresaron como °Brix.

El contenido de azúcares reductores se determinó utilizando la metodología propuesta por Miller (1959), que consistió en la medición espectrofotométrica de la muestra a una longitud de onda de 550 nm. Los resultados se expresaron en porcentaje de azúcares reductores por gramo de pulpa.

La cuantificación de acetaldehído/etanol (metabolitos anaerobios). Se realizó por cromatografía de gases adaptando la técnica de "espacio de cabeza" (Davis, 1980). Cinco gramos de pulpa macerada se depositó en viales de 25 ml de capacidad, los cuales fueron sellados y de inmediato puestos en congelación, manteniéndolos así hasta el momento de la lectura. Posteriormente los viales con las muestras fueron puestos a baño maría a 70 °C por 10 minutos, para provocar la volatilización de los compuestos, con la ayuda de una jeringa de 3 ml de capacidad se tomó 2.5 ml de la fase gaseosa y se inyectó a un cromatógrafo de gases bajo las siguientes condiciones, empleando una columna capilar marca J&W Scientific 65-Q con capa porosa de sílica (plot) y fase estacionaria equivalente Porapak Q, columna de 30 m de largo, 0.53 mm de diámetro interno. Gases: Aire (331 ml min⁻¹), H₂ (34.5 ml min⁻¹), He (4.77 ml min⁻¹), Presión de cabeza de columna 5 lb/pulg², Flujo de venteo 36 ml min⁻¹, Temperatura de Inyector 220 °C, Temperatura Fid 240 °C, Temperatura de columna, 80 °C por 10 min. Con una rampa a 220 °C por 15 min. Aumentando 50 °C por minuto, los resultados se reportaron como mg/100 ml muestra.

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo realizando un conteo total de microorganismos viables (bacterias, hongos y levaduras) (Pelczar, 1986), utilizando placas con medio rehidratable (Petrifilm) e incubando a 30 °C. Los resultados se expresaron como UFC/g de muestra.

El método de evaluación sensorial se llevó a cabo aplicando una prueba hedónica de siete puntos para calificar el sabor y de cinco puntos para evaluar el color, el panel constó de diez jueces según Anzaldúa (1994).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de fracciones de chicozapote mínimamente procesado almacenados a 22 °C no mostraron resultados muy convincentes debido a su corta vida de anaquel por lo que en este trabajo solo se discutirán los resultados a las temperaturas de 8 y 4 °C. En la Tabla 5 se encuentran los resultados obtenidos de fracciones de chicozapote mínimamente procesado almacenados a 8 °C, indicando la media (\bar{x}) y el rango de algunos parámetros analizados.

Tabla 5.- Media (\bar{x}) y rango de los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenado a 8 °C.

	Tes tig o		T ₁		T ₂		T ₃		T ₄	
	\bar{x}	rango	\bar{x}	rango	\bar{x}	rango	\bar{x}	rango	\bar{x}	rango
pH	5.03	5.25-4.6	4.96	5.42-4.62	5	5.27-4.76	4.87	5.05-4.68	4.98	5.18-4.82
% acidez	0.073	0.093-0.07	0.073	0.164-0.049	0.061	0.079-0.056	0.22	0.381-0.119	0.201	0.273-0.119
Aw	0.978	0.981-0.976	0.975	0.981-0.971	0.975	0.982-0.968	0.976	0.978-0.974	0.977	0.98-0.975
Firmeza (lbf)	0.5	0.5-0.3	0.6	0.7-0.5	0.6	0.6-0.5	0.4	0.5-0.3	0.3	0.4-0.3
°Brix	19	21-17	19	24-17	20	21-19	15	17-13	17	19-15
% azúcares reductores	12.82	16.73-9.17	14.44	19.84-7.98	16.87	22.13-12.9	12.13	13.42-11.41	11.41	13.42-10
Acetaldehído mg/100ml muestra	*35.14		94.3	135.27-2.35	112.49	145.46-6.23	*42.6		*41.9	
Análisis Microbiológico (UFC / g muestra)	B H L 35 ND 23		B H L ND		B H L ND		B Hy L 17 ND		B Hy L 67 ND	
Vida de anaquel	16		22		19		13		13	

*Cuantificado en un día. B = Bacterias, H = Hongos, L = Levaduras, ND = No detectados

El pH en las fracciones de chicozapote en el transcurso del periodo de almacenamiento a 8 °C presentaron rangos entre 4.6-5.4, valores de pH a temperatura de 22 °C se encontraron en un rango entre 3.5-5 (Tabla 2) y a 4 °C el pH presentó valores entre 4.8-5.8 (Tabla 6). Sin embargo, pudiera ser que las fracciones almacenadas a 8 y 4°C hayan sufrido cambios químicos en los carbohidratos (como constituyentes de la membrana celular) debido al daño por frío, presentando una tendencia hacia incrementarse en los inicios la concentración de azúcares seguido de una disminución, esto es típico en frutos climatéricos por la descomposición de polisacáridos (Pantastico, 1979).

En relación a la acidez, las fracciones que fueron almacenadas a 8 °C y tratadas mediante T₄ presentaron alta acidez como se observa el rango en la Tabla 5, atribuyendo a las concentraciones de los ácidos así como la acción de los microorganismos con la tendencia de fermentar los azúcares presentes (oxidación parcial) disminuyendo el contenido en azúcares reductores (Desrosier, 1964); los otros tratamientos presentaron una acidez más estable alrededor de 0.07 %. En las fracciones que se almacenaron a 4 °C (Tabla 6) se observó mayor acidez en el T₄ desde su inicio (0.14 %) y al finalizar su vida útil (0.17 %) y a medida que se prolongó su periodo de conservación con una vida de anaquel de 26 días considerando su almacenamiento a baja temperatura se pudo ocasionar daño por frío, el cual acelera la velocidad de senescencia y cambios de composición en relación al sabor (disminución de azúcares) (Pantastico, 1979) y en el caso del T₃ el contenido de acidez fue más estable, iniciando con 0.1 % y al finalizar su vida de anaquel a los 36 días una acidez de 0.13 %. Influyendo el T₃ sobre las fracciones de chicozapote conservado a 4 °C, el efecto favorecedor fue el retardar el oscurecimiento. El efecto es debido al ácido ascórbico presente en el tratamiento ante las reacciones de oxidación; teniendo referencia de ser usado en duraznos rebanados, retardando el oscurecimiento (Desrosier, 1964) y también favoreciendo la inhibición del crecimiento microbiano.

Tabla 6.- Media (\bar{x}) y rango de los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenado a 4°C.

	Testigo \bar{x}	rango	T ₁ \bar{x}	rango	T ₂ \bar{x}	rango	T ₃ \bar{x}	rango	T ₄ \bar{x}	rango
pH	5.46	5.77-5.22	5.27	5.6-4.94	5.56	5.77-5.17	5.41	5.81-5.23	5.13	5.6-4.85
% acidez	0.098	0.122-0.075	0.107	0.142-0.078	0.112	0.161-0.063	0.133	0.157-0.104	0.163	0.188-0.139
Aw	0.973	0.979-0.968	0.976	0.979-0.974	0.975	0.982-0.973	0.973	0.978-0.97	0.976	0.98-0.97
Firmeza (lbf)	0.3	0.4-0.1	0.5	0.6-0.4	0.4	0.4-0.3	0.4	0.5-0.3	0.2	0.4-0.1
°Brix	18	20-17	18	20-16	17	18-17	19	22-17	17	18-15
% azúcares reductores	13.63	15.68-11.72	14.77	19.63-11.17	12.87	13.71-12.7	15.85	19.55-12.86	14.4	16.69-13.1
Acetaldehído mg/100 ml muestra	61.58	77.82-35.26	*25.4		88.76	120.65-44.35	126.41	215.05-60.74	57.09	89.23-24.96
etanol	*6.1		*41.08		-		*60.74		*0.13	
Análisis Microbiológico (UFC/g muestra)	B Hy L 30 ND		B HyL 18 ND		B H L ND		B H L ND		B HyL 20 ND	
Vida anaquel de	21		26		26		36		26	

Cuantificado en un día.- No se detectó la presencia del metabolito. B = Bacterias
H = Hongos, L = Levaduras, ND = No detectados

Como se ha mencionado anteriormente, la A_w está en función de la composición de la fruta; en las fracciones almacenadas a 4 °C como puede observarse (Tabla 6) la A_w se encuentra en un rango entre 0.982-0.97, esta observación fue similar en las fracciones almacenadas a 8 °C, y a 22 °C la tendencia fue en promedio $A_w = 0.985$ siendo similar al de la fruta fresca sin tratamiento, no encontrándose influencia de los tratamientos en este parámetro.

Otro parámetro analizado fue la firmeza, que en fracciones almacenadas a 4 °C (Tabla 6) se favoreció la aplicación de los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 , siendo mejor el T_1 presentando un rango entre 0.6-0.4 lbf y en los casos del T_4 y el Testigo presentaron mayor ablandamiento en un rango entre 0.4-0.1 lbf; en conclusión, se confirmó el efecto del cloruro de calcio al igual que en las fracciones almacenadas a 22 y 8 °C fue observado buena consistencia alrededor de 0.6lbf mediante los tratamientos T_1 y T_2 , por lo que el calcio es considerado como estabilizador de los sistemas en las membranas y mantener la pared celular de la estructura de las frutas y hortalizas (Poovaiah, 1986).

Los °Brix representan el grado de dulzor en una fruta por la presencia de azúcares a medida que se presenta el proceso de la maduración, el efecto de los tratamientos y la temperatura influyó en la concentración. Las fracciones de chicozapote conservadas a 4 °C (Tabla 6) mediante el T_3 manifestaron en los primeros días alto contenido en sólidos solubles (20-22 °Brix) disminuyendo hasta finalizar a los 36 días de vida de anaquel con 19 °Brix, este incremento presentado en los primeros días es característico en frutas climatéricos debido a la descomposición de polisacáridos (Pantastico, 1979). Se observó menor concentración en las fracciones almacenadas a 22 °C (15-19 °Brix), posible comportamiento debido a la temperatura y puede ser atribuido al consumo de azúcares a través de la respiración en el incremento de las velocidades metabólicas debido al estrés al que son sometidas. A 8 °C fue similar a las observadas a 4 °C, y la tendencia de los azúcares reductores fue similar al observado en los °Brix.

Con respecto al color las fracciones que se almacenaron a 4 °C (Tabla 7), el mejor tratamiento fue el T_3 prolongando la vida de anaquel a 36 días presentando mayor pureza, y el efecto se observó en retardar el oscurecimiento por la presencia de los ácidos, ante la oxidación.

Tabla 7.- Media (\bar{x}) y rango de los resultados obtenidos en la lectura del color en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenad a 4 °C.

	L \bar{x}	a \bar{x}	b \bar{x}	pureza \bar{x}	rango	ángulo de tono \bar{x}	rango	vida de anaquel
Testigo	35.8	5	18.6	19.36	26,59-16,47	75,12	82,53-68,91	21
T₁	36.7	9.8	20.3	23.22	27,93-21,36	71,07	73,16-67,13	26
T₂	36.5	8.8	16.8	19.4	20,12-18,42	70,71	73,92-68,27	26
T₃	37.4	7	18.6	20	24,97-16,76	69,18	77,94-61,72	36
T₄	36.5	9.7	22.5	25.07	28,17-20,58	72,17	74,13-68,86	26

Tabla 8.- Media (\bar{x}) y rango de los resultados obtenidos en la lectura del color en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenado a 8 °C.

	L \bar{x}	a \bar{x}	b \bar{x}	pureza \bar{x}	rango	ángulo de tono \bar{x}	rango	Vida de anaquel
Testigo	36.4	7.9	16.8	18.66	26.9-14.09	64.05	69.34-58.33	16
T₁	37.9	7.8	17.5	19.27	25.4-14.58	65.68	68.84-61.02	22
T₂	39	8.3	18.9	20.7	26.68-17.71	66.17	68.91-63.95	19
T₃	36.6	8.2	18.2	20.06	23.92-15.29	65.45	66.86-63.6	13
T₄	38.9	10.2	23.8	25.9	28.95-20.57	66.75	67.42-65.73	13

En referencia, se ha visto el efecto del ácido ascórbico en retardar el encafeicimiento de duraznos rebanados (Desrosier, 1964), a esta temperatura presentaron menor luminosidad en un rango entre 43.3-31. También fue observado que a temperaturas altas de almacenamiento los valores de "L" son mayores, la variación en la luminosidad es notoria, visto en las fracciones almacenadas a 22°C (L= 49.7-34.3) (Tabla 2) y a 8°C (L=45.9-32) (Tabla 8) pero menor pureza. Pero algo que fue claramente observado fue el efecto del cloruro de calcio visto en los tratamientos T₁ a 22 °C y T₁, T₂ a 8 °C mismos en prolongar la vida de anaquel, se manifestó en retardar la relación de senescencia por los cambios en la membrana lipídica (Laminkara, 2000), se ha observado este efecto en los procesos de corte en zanahorias.

Se cuantificó la presencia de metabolitos (acetaldehído/etanol) durante el periodo de almacenamiento, para el caso de las fracciones conservadas a 4 °C la disminución en la concentración de estos puede atribuirse al daño por frío en el cual se produce mayor permeabilidad con la pérdida de volátiles; citado por Corrales, 1995, como se observó en los casos del Testigo, T₂ y T₄ (Tabla 6). La desorganización coexistente de los tejidos como resultado del enfriamiento, explicaría el incremento observado en la permeabilidad de la membrana celular (Pantastico, 1979). Similar efecto se observó en el T₁ a 8°C (Tabla 5); la temperatura de almacenamiento también influye en la producción de los metabolitos, causado por el estrés ante los desordenes fisiológicos como se observó en el T₁ a 22 °C además de aumentar la concentración de acetaldehído hubo mayor presencia de etanol 367.17 mg/100 ml muestra.

Para controlar la calidad en este tipo de alimentos se requiere manejar la inocuidad para prolongar la vida de anaquel por lo que se realizó el análisis microbiológico, se observó en las fracciones de chicozapote almacenadas a 8 °C en los tratamientos T₁ y T₂ se puede decir que fue casi nulo la carga microbiana, en el T₄ se puede apreciar en el último día de muestreo la presencia de mayor carga de bacterias esto debido a la alta actividad de agua que presentaron durante el almacenamiento y su próximo a la senescencia (Tabla 5) y los resultados observados a 4 °C (Tabla 6), en el Testigo se presentó mayor carga microbiana al final de su vida útil a medida que se aproximó a la senescencia y por lo cual las condiciones del medio como alta actividad de agua, propician el crecimiento de microorganismos en su mayoría bacterias, en los demás tratamientos se observó menor carga microbiana esto se atribuye a la temperatura, a bajas temperaturas se reduce el crecimiento microbiano sobre todo las bacterias, aunque puede haber la presencia de bacterias resistentes a ácidos (Pelczar, 1986) y también se debe a la acción del cloro quien muestra mayor actividad en la zona neutra o ligeramente ácida de pH (Pérez, 1977) y se hizo notar que en el T₃ se logró eliminar la carga microbiana por efecto de los ácidos en combinación con el cloro hasta su último día de vida de anaquel que fue a los 36 días.

Y por último se realizó el análisis sensorial; en fracciones de chicozapote conservadas a 8 °C (Tabla 9) mediante el T₁ y T₄ a los 2 días de la evaluación se encontró diferencia (DMS=1.73) en el sabor, posiblemente al grado de madurez; en cuanto al color sólo presentaron diferencia (DMS=0.83) a los 6 días entre el Testigo y el T₂ siendo el T₂ por efecto del calcio en retardar la decoloración a nivel de aumentar la reestructuración de la membrana. Por lo que fracciones conservadas mediante el T₁ y T₂ presentaron mejores características (textura, sabor y color) por efecto del calcio (Fig. 1 y 2).

Tabla 9.-Evaluación sensorial en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenado a 8°C.

Días	<i>Sabor</i>					Color				
	2	6	11	14	19	2	6	11	14	19
Tratamiento										
Testigo	5.2	5.1	5.7	5.1		3.6	3.3	3.7	3.6	
T ₁	3.7	5.6	5.5	5.5	5.4	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6
T ₂	5.2	5.9	5.3	5.5	4.3	3.6	4.3	3.7	3.6	3.6
T ₃	4.6	4.9				4.1	3.4			
T ₄	5.6	4.3				4	3.8			

***Sabor:** 6.-Gusta mucho, 5.-Gusta ligeramente,4.-Ni gusta ni disgusta.

***Color:** 4=Bueno, 3=Aceptable.

Después de realizar la evaluación en fracciones de chicozapote almacenadas a 4 °C (Tabla 10), se observó en el primer día de la evaluación en el sabor, diferencia (DMS=1.53) entre el T₃ y T₄ siendo este último en presenciarse mayor acidez en el producto; a los 21 días el que mejor fue aceptado sin lugar a duda fue el T₃. En cuanto al color se percibió mejor aspecto en los tratamientos T₃ y T₄ calificados como “buenos” debido al efecto de los ácidos. Por lo que se concluyó como mejor tratamiento aceptado fue el T₃ presentando buena calidad y una prolongación en la vida de anaquel de 36 días, (figura 3).

Tabla 10.-Evaluación sensorial en fracciones de chicozapote mínimamente procesado y almacenado a 4 °C.

Tratamiento	Días	Sabor	Color
Testigo	1	4.6	3.3
	11	4.5	2.8
	21	4.3	2.9
T ₁	1	5.3	3.9
	11	4.5	2.9
	21	5.1	3.3
T ₂	1	5.4	3.9
	11	5.1	3.6
	21	4.1	3
T ₃	1	6.1	4.4
	11	5.7	4.2
	21	5.8	3.9
	33	5	3.5
T ₄	1	3.9	3.3
	11	4.7	4
	21	4.8	3.7

***Sabor:** 6.-Gusta mucho, 5.-Gusta ligeramente, 4.-Ni gusta ni disgusta. ***Color:** 4=Bueno, 3=Aceptable.

CONCLUSIONES

La aplicación de tratamientos mínimos nos permite prolongar la vida de anaquel del chicozapote y exponer un producto de buena calidad lo más parecido al fresco.

Al concluir el estudio con la aplicación de tratamientos mínimos, se logró obtener un producto de buena calidad. Sin lugar a duda la temperatura y la concentración del aditivo fue un factor importante durante la conservación de fracciones de chicozapote, en el cual, de las tres temperaturas empleadas en la conservación 22, 8 y 4 °C; la temperatura de 4 °C fue quien prolongó la vida de anaquel por 36 días como máximo.

De todos los tratamientos aplicados T₁, T₂, T₃ y T₄, el que mejor favoreció durante el periodo de almacenamiento fue el T₃ (1% ác. ascórbico + 0.5% ác. cítrico) presentando ventajas como el retardar el oscurecimiento, teniendo buena aceptación en el color, sabor y olor agradable. Así mismo se manifestó una firmeza aceptable (0.4 lbf), además presentó una ligera acidez (0.13%) la cual se equilibró con los °Brix (19) y azúcares reductores (15.85 %); otro factor que se favoreció fue la carga microbiana, evitando el desarrollo de microorganismos a lo largo del periodo de almacenamiento.

REFERENCIAS

- Agar, I. T.; Hess, P. y Kader A. (1999). Postharvest CO₂ and Ethylene Production and Quality Maintenance of Fresh-Cut Kiwifruit Slices. *Journal of Food Science*. Vol 64, N° 3.
- Anónimo. 2005. Centro de estadística agropecuaria SAGARPA.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la Teoría y Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Avallone, C. M.; Cravzov, M. y Pellizzari. (2000). "Estudio de la actividad de polifenoloxidasas y peroxidasas en *Carica papaya L.* mínimamente procesada." *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Lab. de Tecnología Industrial III y Lab. de química Analítica Instrumental - Facultad de Agroindustrias - UNNE.
- IFPA: Internacional Fresh-cut Association. 2001. <http://www.Fresh-cut.org>
- Corrales, G. J. (1995). Respuestas Fisiológicas de frutos de aguacate a la frigoconservación en atmósferas controladas. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados Montecillos, Méx.
- Cheftel, J.C., Henry y Besancon, P. (1992). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol I y II. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Davis, D.D. 1980. Anaerobic metabolism and the production of organic acids. En: D.D. Davis (ed.) *The biochemistry of plant*. Vol. 2. Metabolism and respiration. Academic New York.
- Desrosier, N. W. (1964). Conservación de alimentos. Traducción de la 2da Edición en Inglés, revisada y aumentada. Compañía editorial, S.A. de C.V. México. pp. 87, 291.
- Estrada, T. J. (2002). Conservación de fracciones de chicozapote (*Achras sapota*) procesadas mínimamente. Tesis de Maestría. ITM.
- González M, Lobo Gloria. 2005. Técnicas de procesamiento. Capítulo 6 En: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Editores: González A., Gardea A, Cuamea N. México.
- Harold, E. y Ronald S. Kirk. (1996). Análisis químico de alimentos de Pearson. Segunda Edición, CECSA, México.
- Laminkara O; Beaulie, J.C. 2000. Physiology and biochemical changes during fresh-cut fruit processing and storage. IFT Annual Meeting.
- Millán T.F., López P.S., Roa T.V., Tapia S y Cava R. (2001). Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo*) mínimamente procesado por impregnación al vacío. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 51 No. 2.
- Millar, G.L. 1959. Método del ácido 3-5 dinitrosalicílico. Pioneering Research Division, Quartermaster Research and Engineering Center, Natick, Mass. Vol. 31, No. 3.

Pantastico, B. Er. (1979). Fisiología de la Postrecolección, manejo y utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Compañía Editorial Continental S.A. México.

Pelczar, M.; Chan, E. y Krieg, N. (1986). Elementos de Microbiología. McGraw-Hill. E.U. 5ª Edición. pags. 107, 125-127.

Pérez, A. T. (1977). Conservación química de los alimentos. Sustancias, acciones, métodos. Traducido del alemán. España. Editorial Acribia Royo, 23-Zaragoza. págs. 108-110.

Pérez, L.; González, C. y Chafer, A. (1986). Cambios de color en pera mínimamente procesada var. Blanquilla. Department of Food Technology, Valencia Polytechnic University. Spain. Article of diffusion.

Poovaiah, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Food Technology. 40:86-89.

Anónimo 2007. Programa Nacional de Reforestación/Revista electrónica México Desconocido.

Tomás-Barberán F. (1998). Effect of Selected Browning Inhibitors on Phenolic Metabolism in Etem Tissue of Harvested Lettuce. Department of Food Science and Technology. Cebas (CSIC). J. of Food Science. pp. 586.

Viña, S. Z. (1999). Hortalizas mínimamente procesadas: Producción y Conservación. (Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos) Facultad de Ciencias Exactas UNLPCONICET. Buenos Aires.

Watada AE, Qi L. 1999. Quality of fresh-cut produce. Postharvest Biol. Technol. 15:201-205.

***(Artículo enviado en junio del 2007 y aprobado para su publicación en diciembre del 2007).**