

CONSERVACIÓN DE PULPA DE *Mauritia flexuosa* L. "AGUAJE" CON APLICACIÓN DE MÉTODOS DE FACTORES COMBINADOS

Ricardo García; Manuela Reátegui

Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAP, Iquitos, Perú
fija_unap@hotmail.com

ABSTRACT

The current objective of this work was to study the physical-chemical, sensorial, and microbiologic stability while the aguaje pulp was stored at chamber temperature.

Studies carried out about applied technology of combined factors to preserve the aguaje pulp were done in order to be used as raw material to get end products such as jelly, marmalade, juice, ice cream, frozen lollipop, iced drink, nectar, sweets or desserts. Actions about different barrier factors were used such as a reduction of the pH, reduction of the preserving aw(SK), sodium bisulfite (BNa) and light temperature (90°C and 95°C).

The factor studies were about heating temperature(90°C and 95°C) and the pulp concentration relation, a solute concentration (CP/CS; 1/½ and 1/1/4). Besides an alimentary level of refined sugar was used in several concentrations as a depressant of the aw, and the sorbate of potassium (SK) was used in different concentrations such as 1500, 1250, and 1000ppm; likewise the sodium bisulfite (BNa) in concentrations of 150 and 100 ppm, and the balance of the aguaje pulp's pH has been maintained with the pulp water by using citric acid (pH of 3,6 ± 0,15). it has been considered the application of 90°C and the relation of pulp/solute of 1/¼, 1000 ppm of SK and 100 ppm BNa as an optimum treatment by considering that in these conditions, the color characteristic of the aguaje pulp remains unaltered during the treatment, and its useful life time is about 42 days approximately in normal temperature and packing conditions in rigid plastic containers of 20 liters and in one liter. The evaluation about soluble solids, humidity, and pH did not show significant differences ($\mu = 0,05$) during 90 days of storage, the microbial growth reports about non significant values in relation to the storage time. From a sensorial point of view and as a fundamental characteristic of quality, the aguaje pulp color denotes a notable variation about the natural color from the beginning of the 42 days of storage, being this characteristic that orients the useful life time of the pulp.

Key Words: Aguaje; *Mauritia flexuosa*; Combined Methods; Tropical Fruits; Fruit Preservation.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la estabilidad físico-química, sensorial y microbiológica durante el almacenamiento a temperatura ambiente de pulpa de aguaje.

Se han realizado estudios de aplicación de la tecnología de factores combinados en la conservación de pulpa de aguaje, para que puedan ser empleados como materia prima para la obtención de productos finales como jalea, mermelada, jugo, helado, paleta congelada, granizado, néctar y dulces o postres de sobremesa. Se ha empleado la acción de diversos factores de barreras: reducción del pH, reducción de la a_w preservante (SK), bisulfito de sodio (BNa) y temperatura ligera (90 y 95°C). Los factores de estudio fueron temperatura de calentamiento (90 y 95 °C) y la relación de concentración de pulpa/concentración de soluto (CP/CS; 1/ ½ y 1/1/4). Como depresor de la a_w se ha utilizado azúcar refinado grado alimentario en diversas concentraciones; el sorbato de potasio SK, se ha utilizado en diversas concentraciones 1500, 1250 y 1000 ppm del mismo modo el bisulfito de sodio BNa en concentraciones de 150 y 100 ppm y se ha mantenido el equilibrio de pH de la pulpa de aguaje con el agua del pulpeado utilizando ácido cítrico (pH de 3.6 ± 0.15). La aplicación de 90°C y relación pulpa/soluto de 1/ ¼, 1000 ppm de SK y 100 ppm BNa; se ha considerado como el tratamiento óptimo, considerando que en estas condiciones, el color característico de la pulpa de aguaje se mantiene inalterable durante el tratamiento y su tiempo de vida útil es de 42 días aproximadamente en condiciones normales de temperatura y empacados en recipientes de plástico rígido de 20 litros y de un litro. La evolución de sólidos solubles, la humedad, el pH no mostraron diferencias significativas ($\mu = 0.05$) durante los 90 días de almacenamiento. El crecimiento microbiano reporta valores de diferencias no significativas con respecto al tiempo de almacenamiento. Desde el punto de vista sensorial y como una característica fundamental de calidad, el color de la pulpa de aguaje, denota variación notable del color natural a partir de los 42 días de almacenamiento, siendo esta característica la que orienta el tiempo de vida útil de esta pulpa.

Palabras Claves: Aguaje; *Mauritia flexuosa*; Métodos Combinados; Frutas Tropicales; Conservación de Frutas.

1. INTRODUCCIÓN

El programa CYTEC-D (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), con el proyecto denominado "Preservación de Frutas a Granel por el Método de Factores Combinados" ha logrado importantes avances gracias a la participación decidida de investigadores de Venezuela, México, Cuba, Costa Rica, España, Chile y Argentina; lograron obtener valores específicos en algunas frutas aplicando este método en durazno, papaya y manzana (Alzamora, 1993; Alzamora, 1994).

Con la tecnología de los métodos combinados, se pretenden alcanzar niveles de hu-

medad intermedia (HI). El proceso aplicado a frutas se basa en la combinación de un tratamiento térmico suave, una ligera reducción de la actividad de agua, descenso del pH y adición de niveles permitidos de sustancias químicas, en un proceso de estabilización por equilibrio de los trozos de frutas en el sistema jarabe-ácido-preservantes en el caso de conservación en trozos, y en un sistema pulpa-preservante-soluto-ácido en el caso de pulpas. El fruto de *Mauritia flexuosa* L. es una drupa de forma elíptica procedente de una palmera arborescente de un solo tallo; el centro de origen son los pantanos que for-

man los ríos Marañón, Huallaga y Ucayali, afluentes del río Amazonas, que en Perú se les conocen como “aguajales”. Existen muchas variedades fenotípicamente diferentes tanto en fruta como en planta. Se pueden diferenciar tres variedades de fruta por su color: el Amarillo o Posheco, cuando todo el mesocarpio es de color amarillo; el Colorado, cuando la parte externa del mesocarpio es de color rojo y el resto es amarillo; el Shambo, cuando todo el mesocarpio es de color rojo; el Shambo Azul, que en realidad solo son frutos pintones del shambo. En la Reserva del Pacaya Samiria-Comunidad Esperanza Río Marañón se encontró la variedad llamada Sacha Vaca Aguaje, fruto bastante grande comestible y de buen sabor (Rojas, 2000). Para la obtención de masa (pulpa) la variedad Amarillo es la preferida. Los comerciantes de pulpa de aguaje en los mercados de la ciudad de Iquitos distinguen hasta tres tipos de Amarillos: Amarillo Amarillo, que mantiene firme su color; Amarillo Claro, cuya tonalidad del amarillo es opaco o tenue; Amarillo Oscuro, aquel que después de 5 a 10 min de pelado el fruto adquiere un

color opaco o negruzco, y es este último el que tiene menos precio. La floración y fructificación se distribuyen irregularmente durante el año. Su pulpa es consumida en refrescos, granizados, helados, chupetes (polos) y la fruta madurada es consumida como fruta fresca oleaginosa. La pulpa tiene una duración de 24 horas al estado ambiente y de 4 días en refrigeración (5 a 6°C) a partir de lo cual su deterioro es muy pronunciado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materia prima y su procesamiento

La materia prima fue seleccionada con base a criterios de frutos sanos y maduros. La fruta del aguaje variedad “amarillo” o “posheco”, adquirido de un solo proveedor de la cuenca del río Amazonas (a unos kilómetros del distrito de Tamishiyacu-Provincia de Fernando Loreo, departamentode Loreto). La pesada se realizó en una balanza de plataforma, fundamental para el control de rendimiento y balance de materiales. La selección se realizó separando los frutos defectuosos del lote de frutos sanos.

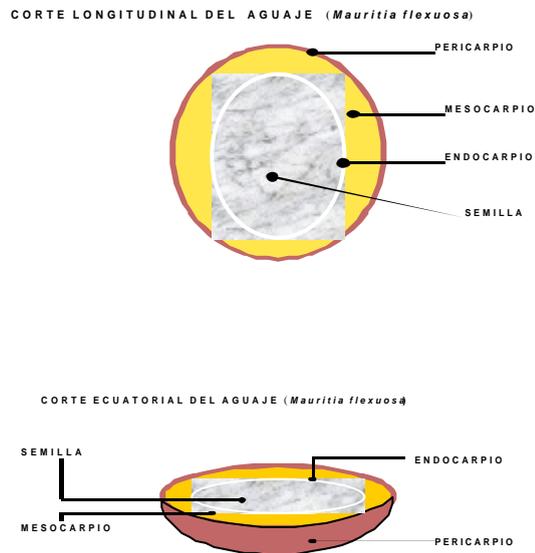


Figura 1: Corte longitudinal y transversal de *Mauritia flexuosa* L. “aguaje”

Se realiza un pre-lavado con agua potable, mediante una lavadora de faja transportadora con agua fría, para eliminar todos los residuos de tierra o suciedad adheridos al fruto con la ayuda de escobillas. Seguidamente los frutos se dejan en inmersión en tinas de acero inoxidable en una solución de hipoclorito de sodio conteniendo de 7 a 10 ppm de 10 a 15 minutos. Luego estos frutos son enjuagados con abundante agua potable. El aguaje se maduró utilizando un baño termostático marca POLYSTAT con el cual se hicieron las experiencia pilotos de maduración. Para ello se estudiaron temperaturas de maduración del aguaje a 45°C, 55°C y 65°C en el baño maría. Los aguajes se sumergieron a estas temperaturas y se registraron el tiempo de maduración de los frutos. Se considera fruta madura, aquellos que el pericarpio puede separarse con la yema de los dedos sin mayor esfuerzo. Después de separar el pedúnculo del fruto en forma manual, con la ayuda de cucharas de acero inoxidable, son separadas del endocarpio y semilla, el mesocarpio (pulpa) y el pericarpio (cascarilla) también en forma manual; es muy difícil separar solamente la cascarilla. El mesocarpio (pulpa) se separa del pericarpio (cascarilla) en la pulpeadora de malla 1.5 mm, para lo cual se adiciona agua en relación 1/1, la cual se acidifica con ácido cítrico al mismo pH de la pulpa de aguaje para mantener el equilibrio. A fin de obtener una pulpa menos fibrosas libre de pericarpio, se refina utilizando una malla de 0.8 mm. En una marmita la pulpa recibe los tratamientos de factores combinados; primero la aplicación de bisulfito de sodio en una concentración de 100 ppm seguido de un calentamiento hasta la aplicación de las temperaturas de trabajo propuesto (90 y 95°C). Antes de llegar a la temperatura propuesta se adiciona sacarosa en las concentraciones previstas en el diseño experimental y sorbato de potasio a 1000 ppm. El soluto es adicionado a la pulpa poco a poco cada cierto tiempo durante el calentamiento. El llenado es de inmediato y en ca-

liente, para lo cual se utiliza recipientes de plástico rígido, para uso alimentario, de 20 L y de ½ L para su muestra respectiva y se cierran herméticamente. Finalmente se enfrían los recipientes a temperatura ambiente, luego los envases de ½ litro se rotulan y se colocan en cajas de cartón. Los envases mayores también son almacenados en un lugar fresco y ventilado. A partir de este punto se tiene pulpa refinada de aguaje para conservarse por métodos combinados.

2.2 Controles durante el procesamiento

Análisis físico-químicos y microbiológicos: pH, potenciométricamente con un ph-metro ORION modelo S-350; sólidos solubles con un refractómetro calibrado térmicamente marca Abbe; contenido de agua por método AOAC; aerobios mesófilos por APHA (1992); mohos y levaduras por APHA (1992); análisis sensorial por el método de puntos o calificación con panel semientrenados en una escala de valoración del 1 al 9 para el sabor, color y aroma.

3. RESULTADOS

3.1 La materia prima

Después de un pre-lavado con agua potable junto a un escobillado manual, el aguaje es sometido a inmersión, en agua conteniendo de 7 a 10 ppm de hipoclorito durante un tiempo de 15 min; luego es enjuagado con abundante agua potable. Esto asegura, una disminución de la flora bacteriana inicial de la superficie del aguaje. La acción antimicrobiana del cloro es muy amplia; actúa sobre todo contra las bacterias, incluidas las esporas, levaduras y hongos, pero también contra algas, protozoos y muchos virus. En condiciones óptimas (poca densidad de gérmenes, pH 7, temperatura: 20–25°C) muchas bacterias mueren a concentraciones de 0.05–0.10 ppm. El bacilo tuberculosis, salmonelas y pseudomonas, son algo más resistentes;

para matar a los mohos son necesarias concentraciones de cloro unas 10 veces superiores a las que hacen falta para las bacterias (Lück, 1981). Es importante resaltar que el aguaje una vez cosechado, atraviesa canales de comercialización poco sanitaria ya que prácticamente está en contacto con la tierra, la naturaleza acanalada y rugosa del pericarpio facilita la acumulación.

La temperatura de 45°C aplicada en la maduración del aguaje, no reportó valores de tiempo (> 6 horas) aconsejables de aplicación, es más, el porcentaje de aguajes con el pericarpio suave en el lote, son más bajos que los que permanecen duros. Del mismo modo a 65°C el tiempo de maduración disminuyó (< 6 horas), sin embargo el porcentaje de aguajes con el pericarpio duro fue mayor que los de pericarpio suave. Es de indicar

también que 65°C es una temperatura no muy manejable con las manos. La temperatura de 55°C del agua de maduración por 2.5 horas dió buen rendimiento de maduración de los aguajes con superficies suaves en 97% del lote; por lo que la temperatura de trabajo en todas los tratamientos fue de 55°C.

Después del despedunculado, separación de la cascarilla con la pulpa, de la semilla y el endocarpio, se pulpea y refina. El balance de masa que se presenta en la Figura 2, con los resultados a nivel de planta piloto. A nivel de laboratorio el porcentaje de pulpa es un promedio de 11 % con una desviación típica de 1.67 en el cual no se considera la pérdida por acumulación. Cuando se trabaja en cantidades mayores, el balance de masa en planta reporta 13.5 %, considerando el agua ganado en la maduración.

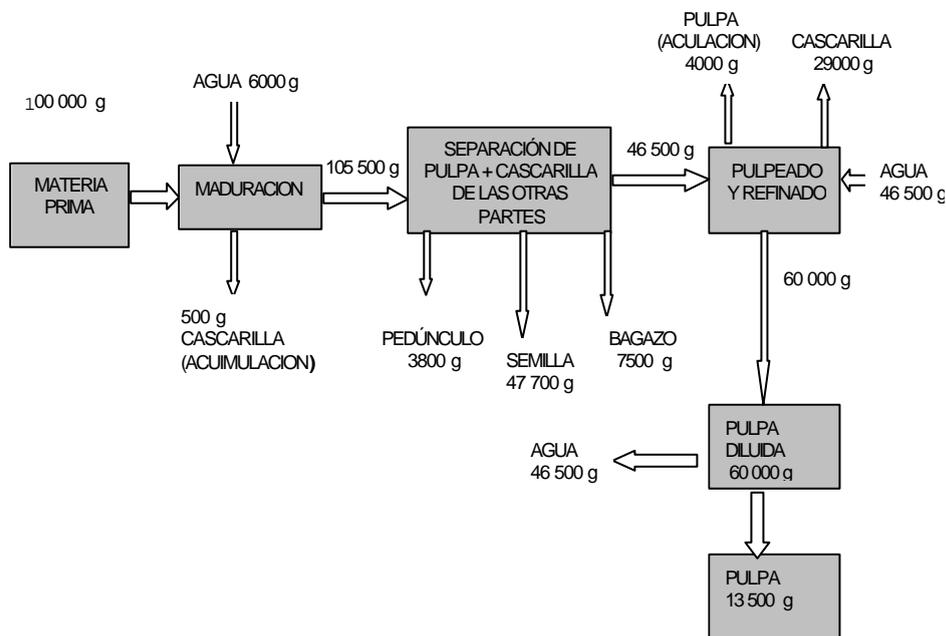


Figura 2: Balance de masa para la obtención de pulpa de aguaje a nivel de planta piloto

El bisulfito de sodio utilizado fue de 100 ppm de acuerdo a las investigaciones realizadas por Días de Tablante *et al.* (1993) con mango y papaya, para evitar el pardeamiento enzimático o no enzimático de la pulpa, la conservación del color y el contenido de vitamina C. El bisulfito se degrada o elimina durante el procesamiento por aplicación de calor o vacío quedando cantidades muy pequeñas (Lück, 1981). Inicialmente se había considerado trabajar con el factor concentración de pulpa/concentración de soluto, con una relación de 50 de pulpa /50 de sacarosa(1/1) este nivel de trabajo no tuvo resul-

tado en la práctica ya que la pulpa se pardea cuando se combina con la sacarosa. De allí que se propuso trabajar con la relación 1/½ y 1/¼ .

La pulpa calentada, estabilizada y empacada se almacenó durante 3 meses a temperatura ambiente, habiéndose desarrollado controles fisico-químicos, microbiológicos y sensorial durante este tiempo. El pH, los sólidos solubles y la humedad durante el almacenamiento a temperatura ambiente no denotan diferencias significativas ($\alpha=0.05$) respecto al tiempo de almacenamiento (Figuras 3, 4 y 5).

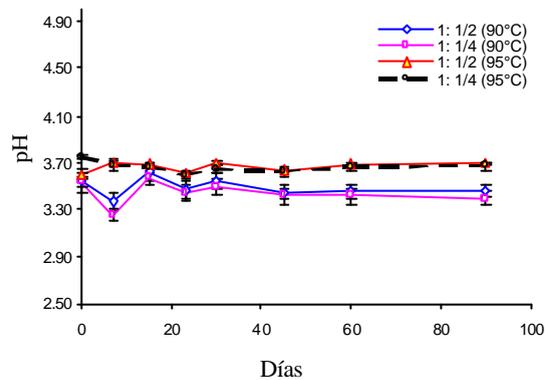


Figura 3: Variación de pH en la pulpa durante el almacenamiento a temperatura ambiente

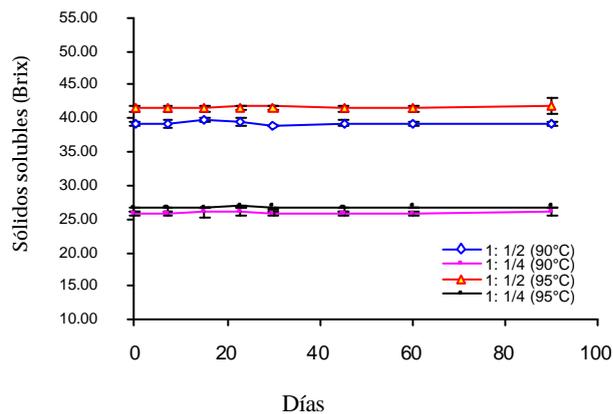


Figura 4: Variación de sólidos solubles en la pulpa durante el almacenamiento a temperatura ambiente

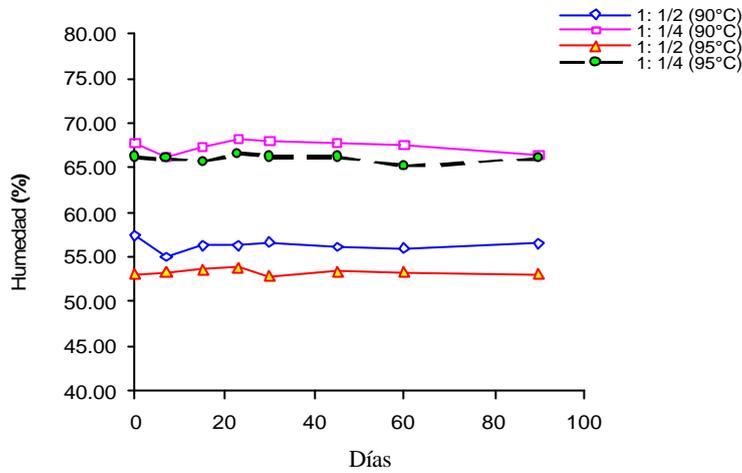


Figura 5: Variación de la humedad en la pulpa durante el almacenamiento a temperatura ambiente

El deterioro de las pulpas de frutas está asociado, generalmente, con mohos y levaduras, pues su pH y actividad de agua reducida, limitan el crecimiento de un gran número de bacterias, principalmente patógenas (Sajur, 1985), a lo que se puede agregar el lavado aséptico con solución de hipoclorito. El SK es un conservador efecti-

vo contra mohos y levaduras, pero si los niveles de adición son muy pocos e insuficientes, puede existir crecimiento de microorganismos. Se ha tomado como límite admisible para el conteo de mohos y levaduras un valor máximo de 10^3 ufc/mL establecido por García *et al.* (1993), en sus trabajos con pulpa de guayaba, donde encontró que

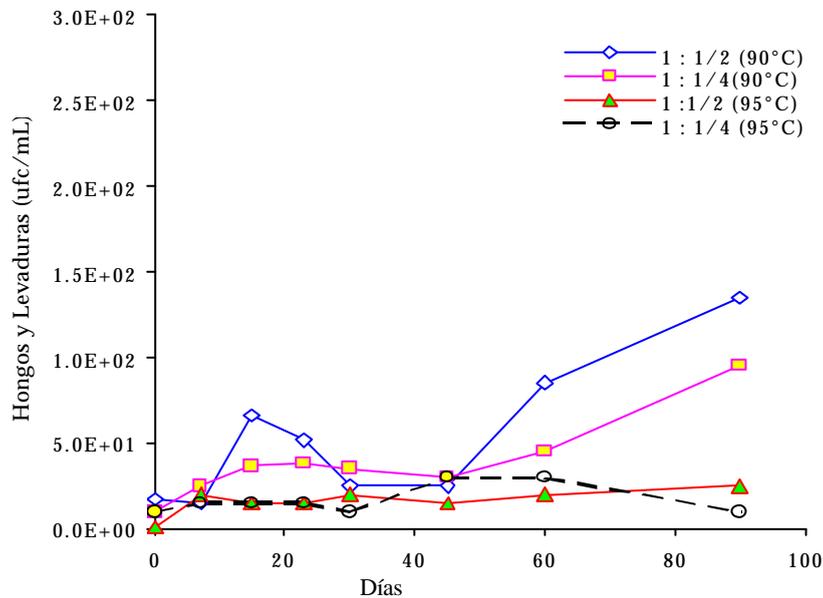


Figura 6: Mohos y levaduras en la pulpa durante el almacenamiento a temperatura ambiente

con conteos ligeramente superiores a 10^3 ufc/mL las pulpas presentaban signos visibles de comienzo del deterioro. En el caso de mesófilos aerobios, Pascual (1992) establece niveles de deterioro de 1.0×10^6 a 1.0×10^7 ufc/mL. En cuanto a las experiencias desarrolladas, después del procesado, es decir al día cero de almacenamiento, los recuentos de hongos y levaduras para los procesados con 90°C son mayores (1.75×10^1 y 1.0×10^1 ufc/mL) que los procesados con 95°C ($7.5 \times$

10^1 y 1.0×10^1 ufc/mL), resultados que son los esperados, puesto que a mayor temperatura mayor disminución de la tasa microbiana en la pulpa; sin embargo, los valores obtenidos son aceptables. Haciendo un seguimiento durante el almacenamiento, conforme se muestra en la Figura 6, los niveles de crecimiento de hongos y levaduras no son elevados, pues en ningún caso pasan del límite establecido (10^3 ufc/mL).

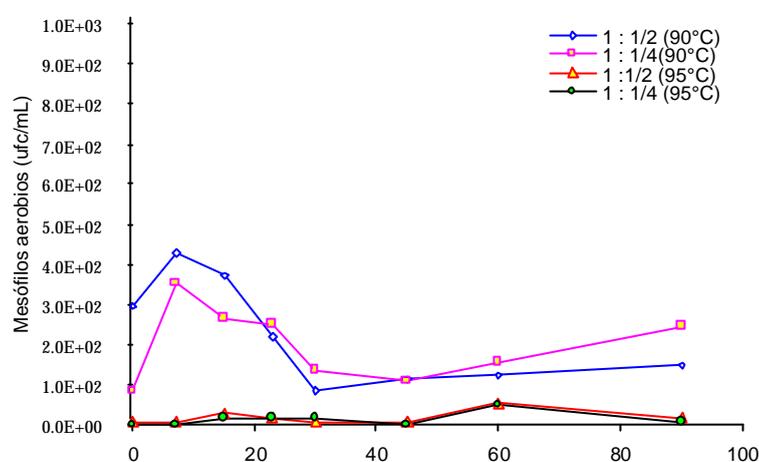


Figura 7: Mesófilos aerobios en la pulpa durante el almacenamiento a temperatura ambiente

En general, el recuento de flora aerobia mesófila es una prueba para conocer las condiciones de salubridad de los alimentos; tasas superiores a 10^6 - 10^7 gérmenes/g suele ser indicio de la descomposición (Pascual, 1992). Como se observa en la Figura 7, en el presente trabajo las tasas llegaron a valores bastante aceptables, siendo mayor la tasa en las pulpas de aguaje procesados con 90°C (2.9×10^2 a 8.5×10^1 ufc/mL) y de valores muy pequeños en el caso de las pulpas de aguaje procesados con 95°C (1.0×10^0 a <10 ufc/mL). Estos valores están por debajo de los encontrados por Días de Tablante *et al.* (1993), quienes trabajaron con papaya y mango aplicando métodos combinados de conservación, y encontraron 3×10^5 ufc/g en el tiempo

cero de almacenamiento; García *et al.* (1993) que encontraron menos de 10^3 ufc/mL trabajando con pulpa de guayaba; y, Argaiz *et al.* (1993) que encontró mesofilos totales en el día cero de almacenamiento menor a 10 ufc/g en durazno conservado por métodos combinados en frascos de vidrio y en bolsas de polietileno. Durante los 90 días de almacenamiento el crecimiento microbiano no llegó a valores en la que microbiológicamente se pueda desechar las muestras tanto desde el punto de recuento de mohos y levaduras como de aerobios mesófilos.

La prueba de puntos y calificación se desarrolló al inicio y durante el almacenamiento de 90 días, respecto al color, sabor y aroma. El color amarillo mostaza de la pulpa

de aguaje mantiene su color natural después del procesamiento, con las pulpas que se adicionaron menos sacarosa (1/0.25) y que se aplicaron menor temperatura de calentamiento (90°C). Esto podría deberse a que durante el calentamiento y posterior enfriamiento lento, ocurren reacciones de oscurecimiento y caramelización de los azúcares. Durante el almacenamiento las evaluaciones sensoriales indican que a partir de 42 días las pulpas procesadas con 90°C con relación pulpa soluto de 1/0.25, encuentran diferencias significativas a un nivel de 95% de confianza con respecto al color inicial de almacenamiento. La aplicación de 90°C y relación pulpa/soluto de 1/0.25 es considerando como el tratamiento óptimo, ya que en estas condiciones el color característico de la pulpa de aguaje se mantiene casi inalterable. Los otros tratamientos (1/0.5 90°C; 1/0.5 95°C y 1/0.25 95°C), inician el almacenamiento con el color de la pulpa ligeramente modificada, lo que hace que el tiempo de almacenamiento desde el punto de vista del color sea muy pequeño.

En cuanto al aroma el análisis de varianza reporta que hay diferencias significativas con respecto al factor días de almacenamiento en sus efectos simples, sin embargo en sus interacciones dobles de temperatura-tiempo de almacenamiento no denota diferencia significativa. La valoración promedio de los panelistas según la escala aplicada a los 42 días muestra que la pulpa tiene un olor sui géneris débil, y a los 49 días, olor sui géneris muy débil.

El ANOVA reporta diferencia significativa del sabor con el factor tiempo de almacenamiento, al igual que el aroma no hay diferencia significativa con la interacción temperatura-tiempo de almacenamiento, y la valoración promedio de los panelistas según la escala aplicada a los 42 días mantiene un sabor ligeramente agradable, a los 49 y 56 días de almacenamiento la calificación promedio es de un sabor poco agradable.

4. CONCLUSIONES

La tecnología de los métodos combinados en la conservación de pulpa de aguaje ha dado resultados satisfactorios, logrando incrementar su tiempo de vida útil en condiciones ambientales, empacados en contenedores de 20 L, sin la utilización de frío.

La temperatura y el tiempo óptimo de maduración son 55°C y 2.5 horas respectivamente.

El rendimiento óptimo de pulpa de aguaje a nivel de planta piloto fue de 13.5 %

La aplicación de 90°C y la relación pulpa/soluto de 1/0.25 se ha considerado como el tratamiento óptimo, considerando que en estas condiciones, el color característico de la pulpa de aguaje se mantiene inalterable durante el tratamiento y su tiempo de vida útil es de 42 días aproximadamente en condiciones normales de temperatura y empacados en contenedores de plástico rígido de 20 litros.

Durante los 90 días de almacenamiento el crecimiento microbiano no llegó a valores en los que microbiológicamente se pueda desechar las muestras tanto desde el punto de recuento de mohos y levaduras como de aerobios mesófilos.

El pH, los sólidos solubles y la humedad durante el almacenamiento a temperatura ambiente, no denotan diferencias significativas respecto al tiempo de almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzamora E.M. Fundamentos del método de conservación por factores combinados. En: P. Fito; A. Andrés; A. Chiralt (Eds.). Aplicación de factores combinados en la conservación de alimentos. Red Iberoamericana de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo de la Industria Regional (RIBIADIR). Universidad Politécnica de Valencia, España (1994)
- Alzamora S.M.; Tapia M.S.; Argai A.; Welti J. Application of combined methods

- technology in minimally processed fruits. *Food Research International*, v.26, p.125-130 (1993)
- AOAC. Official methods of analysis, 14^{ed.}, Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.. (1984)
- APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of food, 3^a Ed., C. Vanderzant y D.F. Splittstoesser. (Eds.), Washinton, D.C. (1992)
- Argaiz A.; Vergara F.; Welti J.; Lopez-Malo A. Duraznos conservados por factores combinados. *Boletín Internacional de Divulgación N° 1, Preservación de frutas a granel por el método de factores combinados*, CYTEC-D, Universidad de las Americas –Puebla, Mexico (1993)
- Chirife J. y Fabetto, G. Curso: Fundamental Aspects of Food Preservation by Combined Methods, Int. Union of Sci. And Technol. Programa CYTEC-D Universidad de las Américas-Puebla- México. (1992)
- Días de Tablante R. V.; Tapia de Daza M.S.; Montenegro G.; Gonzales I. Desarrollo de productos de mango y papaya de alta humedad intermedia estabilizados por métodos combinados. *Boletín Interna-*
- cional de Divulgación N° 1, Preservación de frutas a granel por el método de factores combinados*, CYTEC-D, Universidad de las Americas – Puebla, Mexico (1993)
- Lück E. Conservación química de los alimentos: sustancias, acciones y métodos. Editorial Acribia, Zaragoza, España (1981)
- García A.; Vicente I.; Sevillano E.; Castro D. Conservación de pulpa de guayaba por métodos combinados. *Boletín Internacional de Divulgación N° 1, Preservación de frutas a granel por el método de factores combinados*, CYTEC-D, Universidad de las Americas – Puebla, Mexico (1993)
- Pascual M. del R. Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas, Ed. Diaz de Santos, Madrid (1992)
- Rojas R.R. Estado de conocimiento del aguaje. Borrador de trabajo (2000)
- Sajur S. Preconservación de duraznos por métodos combinados. Tesis de maestría. Universidad de Mar de Plata, Argentina (1985)