

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Industrias Alimentarias

Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e

Ingeniería de Alimentos



Conservación del Palmito de Pijuayo

(Bactris gasipaes HBK) en solución

agridulce

Tesis para optar el Título de

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Luz Dany Huamán Panduro

Tingo María - Perú

1996



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARIA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"AÑO DE LOS SEISCIENTOS MIL TURISTAS"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el sábado 29 de junio de 1996, a horas 7.00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **LUZ DANY HUAMAN PANDURO**, con el título:

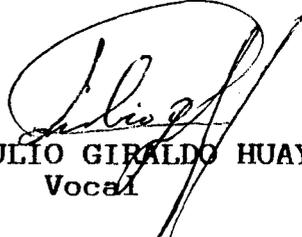
"CONSERVACION DEL PALMITO DE PIJUAYO (Bactris gasipaes HBK) EN SOLUCION AGRIDULCE"

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran aprobada con el Calificativo de **MUY BUENO**, en consecuencia la Bachiller **LUZ DANY HUAMAN PANDURO**, queda apta para recibir el Título de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22 de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana 23733; con los artículos 43º y 45º del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; con los artículos 95º y 96º del Reglamento General de la UNAS.

Tingo María, 08 de Agosto de 1996.


Ing. RAUL NATIVIDAD FERREYRA
Presidente




JULIO GIRALDO HUAYTA
Vocal


Ing. ALIPIQ ORTEGA RODRIGUEZ
Patrocinador

DEDICATORIA

A mis padres

**Ernesto Huamán Peñaloza y
a Laura Panduro de Huamán
con profundo amor y gratitud.**

A mis hermanas y Hno.

Karina, Estela,

Alicia y Ernesto

con mucho cariño.

**A mis abuelos Nestor, Estela
Guillermina y a la memoria de
mi abuelo José.**

A mis sobrinas

Carolina y Renata

**A Toño con
mucho amor**

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Alipio Ortega Rodríguez, patrocinador del presente trabajo.
- Al Ing. Eduardo Cáceres Almenara, por las facilidades brindadas en la realización de los análisis.
- Al Ing. Abraham Ignacio Santa Cruz, por su invaluable apoyo en el desarrollo del presente trabajo.
- Al personal de la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas E-5 de la UNAS, por su apoyo en la ejecución del proceso de elaboración del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Arturo Hoyos por sus facilidades brindadas para la ejecución del trabajo en la Planta de ASLUSA de Santa Lucía.
- Al Ing. Raúl Natividad Ferrer y a todos los docentes que han contribuido en mi formación profesional y al desarrollo del presente trabajo.
- A mi amigo Bach. Jaime Bacilio, por sus consejos en la ejecución del presente trabajo.
- A mi amigo Bach. Carlos López Trujillo, por su apoyo desinteresado en el servicio de tipeado e impresión del presente trabajo.
- A las Naciones Unidas, por su apoyo económico para la realización del presente trabajo de investigación.
- A la Sra. Olivia Pulgar Tapia, por su invaluable apoyo moral.
- A todos mis colegas y amigos, que de una u otra manera han contribuido con la realización de la presente tesis.

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	01
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	02
A. Característica de la materia prima.....	02
1. Clasificación Taxonómica del palmito de pijuayo.....	02
2. Sinonimia y nombres vulgares.....	02
3. Descripción del pijuayo.....	03
4. Importancia económica.....	03
5. Composición Química.....	04
6. Evaluación del Rendimiento en diferentes estados de desarrollo de palmito de pijuayo del ecotipo con espina.....	05
B. Tecnología y Operaciones básicas en el proceso de envasado de los alimentos vegetales en envases de vidrio.....	06
C. Penetración de Calor en Alimentos Envasados.....	12
D. Valor Nutritivo de Productos Vegetales Procesados.....	16
E. Difusión y Transferencia de Masa.....	17
F. Envases.....	20
1. El vidrio como embalaje de alimentos.....	20
2. Cápsulas metálicas.....	23
G. Calidad del Palmito en Conserva.....	24
1. Palmito en conserva.....	24
2. Requisitos físicos y sensoriales.....	25
3. Formas de presentación.....	26

4. Designación según el diámetro.....	26
5. Requisitos microbiológicos.....	27
III. MATERIALES Y METODOS.....	28
A. Lugar de Ejecución.....	28
B. Materiales y Equipos.....	28
1. Materia prima.....	28
2. Insumos.....	28
3. Reactivos.....	29
4. Envases.....	29
5. Materiales y equipos de laboratorio.....	30
6. Materiales y equipos de proceso.....	31
C. Metodología.....	31
1. Caracterización de la materia prima.....	31
2. Pruebas Preliminares.....	32
3. Pruebas Definitivas.....	41
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
A. Caracterización química, fisicoquímica de la materia prima.....	50
1. Análisis químico proximal del palmito de pijuayo del ecotipo con espina.....	50
2. Análisis físico y fisicoquímico.....	51
B. Pruebas Preliminares.....	54
1. Escaldado y retirada de corteza.....	54
2. Estudio de la solución de cubierta.....	57
3. Estudio del tratamiento térmico.....	64

C. Prueba Definitiva.....	77
1. Esquema del flujo de procesamiento.....	77
2. Balance de materia prima.....	77
D. Caracterización del Producto Final y Durante el Almacenamiento.....	84
1. Análisis químico proximal.....	84
2. Análisis fisicoquímico.....	87
3. Proceso osmótico.....	95
4. Adecuación del método espectrofotométrico de determinación del contenido de compuestos melanoidinos en los trozos del palmito durante el almacenamiento.....	101
5. Control de cierre de los envases.....	106
6. Análisis microbiológicos.....	106
7. Evaluación organoléptica de preferencia.....	107
V. CONCLUSIONES.....	109
VI. RECOMENDACIONES.....	111
VII. RESUMEN.....	111
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	114
IX. ANEXOS.....	128

I. INTRODUCCION

Actualmente se viene promocionando el consumo e industrialización de la palmera de pijuayo (Bactris gasipaes HBK), en la Amazonía. Esta considerado como cultivo comercial, debido a su preferencia en el mercado nacional y externo.

El palmito constituye una alternativa para sustituir a los productos tradicionales de exportación, por poseer cualidades exóticas y dietéticas muy apetecible en Europa, Japón y Estados Unidos de Norte América.

Crece así el interés de desarrollar nuevas técnicas de conservación para generar un óptimo aprovechamiento de este recurso de la selva, la cual estará contribuyendo con la economía y la diversificación de nuevos productos. En tal sentido el presente trabajo tiene los objetivos :

- Caracterización del palmito de pijuayo del ecotipo con espina.
- Encontrar los parámetros óptimos de procesamiento para la conservación de palmito en solución agridulce.
- Evaluar el comportamiento fisicoquímico, químico proximal, microbiológico y organoléptico del producto durante el almacenamiento.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Características de la materia prima.

1. Clasificación taxonómica del palmito de pijuayo.

Según PEREZ (43), el pijuayo tiene la siguiente clasificación

Taxonómica:

- Subdivisión : Angiosperma.
- Clase : Monocotyledoneae.
- Orden : Principes.
- Familia : Palmacea.
- Género : *Bactris*.
- Especie : *Bactris gasipaes* HBK.

2. Sinonimia y nombres vulgares.

- Colombia : Gasipaes HBK, Chontaduro.
- Brasil : Spinosa Mart, Punpunha.
- Costa Rica : Utilis Oerst, Pejibaye.
- Venezuela : Caribia Karst, Macana cachipay.
- Bolivia : Macana Mart, Tembe.
- Perú : Ciliate Ruizand Pann, Pijuayo.

3. Descripción del pijuayo.

CALZADA (9), indica que esta palmera tiene su origen en el trópico Americano desde la cuenca superior del Amazonas hasta el centro del Brasil.

CAMACHO (10), menciona que el pijuayo está constituido por el tejido tierno del extremo apical del tallo, así mismo presenta un tallo casi cilíndrico, con un diámetro de 15 a 25 cm, el mismo que se encuentra dividido en segmentos o internudos cubiertos de espinas, cuya proliferación puede llegar a 12 hijuelos, la vida útil de esta palmera destinada para la extracción de palmito es de 10 años mínimo.

4. Importancia económica.

OEA (41), menciona dentro de las nuevas alternativas para suplantar a los productos tradicionales se perfila el palmito de pijuayo ofreciendo varias opciones de desarrollo : fruta con varios (propósitos), palmito y madera.

Además su rusticidad lo hace un cultivo prometedor aún en zonas ecológicamente marginales, en donde podría superar a cultivos tradicionales, en rendimiento económico, se trata de un cultivo perenne que se autorenewa por la continua producción de hijuelos por tiempo indefinido.

MENDEZ (36), señala que alrededor de 60 países importan palmito, entre los importadores más importantes sobresale Francia, E.U.A., Argentina, España, Italia, Canadá, Alemania, Chile y Japón.

Cabe mencionar que los frutos y el corazón tierno o "palmito" de esta palmera tiene un gran potencial agroindustrial.

CLEMENT y MORA (12), manifiestan que el pijuayo tiene importancia desde la época de las culturas indígenas.

5. Composición química.

En el Cuadro 1, se presenta la composición química de la parte comestible del palmito de pijuayo.

Cuadro 1. Composición química del palmito de pijuayo del ecotipo sin espina en 100 g de parte comestible.

COMPOSICION	(1)	(2)	(3)
Humedad (%)	87,85	90,47	89,60
Proteínas N x 6,25 (%)	4,74	2,27	4,52
Carbohidrato (%)	6,27	2,7	6,55
Fibra (%)	0,68	0,89	0,72
Grasa (%)	0,36	0,13	0,38
Ceniza (%)	0,78	0,93	0,93
Azúcares reductores (%)	0,18	1,8	-
pH	5,80	6,58	5,85
Acidez (mg ác. cítrico)	0,12	-	0,14

Fuente : URRO (1), DE LA ASUNCIO (2), YGNACIO (3)

6. Evaluación del rendimiento en diferentes estados de desarrollo de palmito de pijuayo (Bactris gasipaes HBK) del ecotipo con espina.

La edad del pijuayo es un factor que influye en los rendimientos de porcentaje de palmito aprovechable por tallo tal como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rendimiento de los tallos en función al estado de desarrollo.

EDAD	Diámetro de la base.	% Palmito Aprovechable / tallo
18 meses	> de 12 cm.	13,80
20 meses	8 - 12 cm.	10,74
22 meses	< de 8 cm.	9,13

Fuente : MORA (39).

El estado de desarrollo medio y precoz son considerados para el procesamiento, por presentar un diámetro mayor de 2 cm y longitud de 30 - 40 cm de palmito enlatable.

En la Figura 1, se muestra las secciones del tallo del palmito, recepcionado para el proceso.

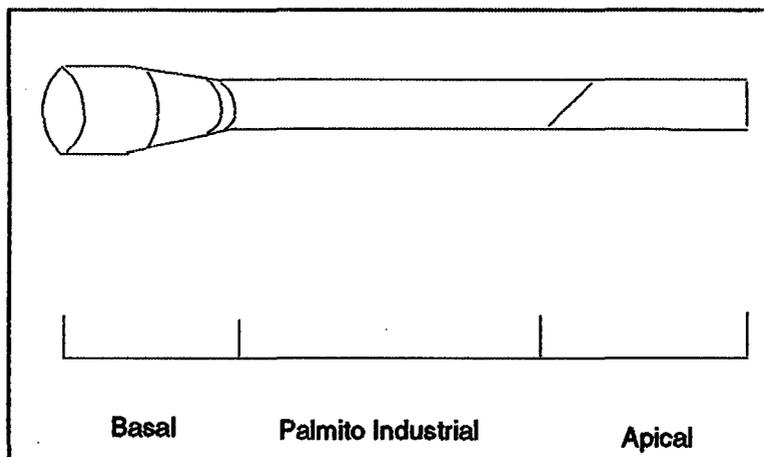


Figura 1. Secciones del palmito para el proceso.

B. Tecnología y operaciones básicas en el proceso de envasado de los alimentos vegetales en envases de vidrio.

En la Figura 2, se muestra el flujo de operaciones para el envasado de productos vegetales.

Las operaciones se describe a continuación :

1. Recolección, manipulación y transporte.

HOLDSWORTH (27), indica que deberá evitarse una serie de problemas como: lesiones, aplastamiento, rotura de la piel, incorporación de materiales extraños, con la finalidad de mantener la calidad del producto para el proceso.

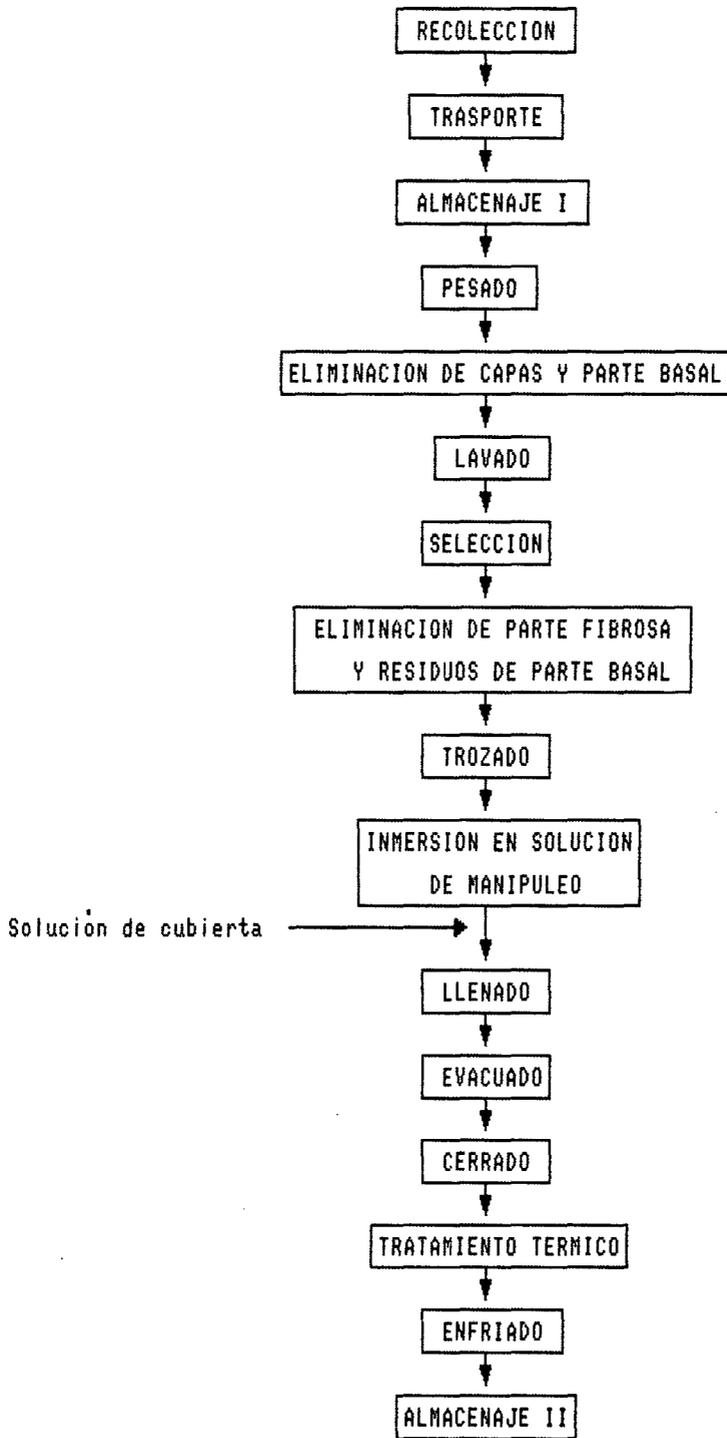


Figura 2. Flujograma para la elaboracion de conserva de palmito envasado en frasco de vidrio.

2. Selección de la materia prima recepcionada.

La materia prima debe estar firme, de lo contrario daría un mal aspecto al producto final.

3. Lavado.

FELLOWS (20), afirma que el lavado es importante porque con él se elimina las sustancias extrañas adheridas a la piel de los vegetales, así como microorganismos, especialmente el Clostridium botulinum, mejorando con ello la calidad sanitaria.

4. Eliminación de cortezas y/o cáscara.

HERSON y HULLAND (26), indican que el pelado constituye una operación preliminar importante que conjuntamente con el lavado elimina de la superficie tierra y contaminación microbiana.

El pelado incorrecto puede dar lugar a pérdidas excesivas de materia prima sana, además de aumentar los problemas de efluentes.

5. Cortado.

BERGERET (4), menciona que una vez pelada y cortada la mayoría de los vegetales sufren oxidación y pardeamiento enzimático, ello

puede ser controlado mediante la sumersión del producto en solución de manipuleo, pudiendo contener agua sola, agua con cloruro de sodio y ácido cítrico, o mediante un sulfitado.

6. Escaldado.

FELLOWS (20), indica que el escaldado se efectua a una temperatura durante un tiempo, de modo que asegure la destrucción de la enzima de deterioro más termorresistente, asimismo permite ablandar la textura del producto facilitando su manejo.

TAPA (47), señala que las enzimas que determinan el índice de blanqueado son la peroxidasa y la catalasa, para su inactivación se requiere de 70 °C por 3 min y 108 °C por 1 min, respectivamente.

7. Llenado.

HERSON y HULLAND (26), manifiestan que el nivel de llenado debe ser tal que después de fría, la superficie del contenido esté a 0,65 - 1,5 cm de la tapa.

HURTADO (28), menciona que la función de la solución de cubierta es la de conservar el color, sabor y textura del producto envasado.

COMAS (15), recomienda el uso de vinagre blanco debido a su composición uniforme, sabor neutro y porque deja ver por transparencia el color de los encurtidos.

RANKEN (45), considera que el jarabe acidificado se divide en dos categorías principales: por un lado aquél en que se hace un endulzado limitado para contrarrestar en cierta medida el sabor ácido y por otro el que busca la obtención de un producto de sabor dulce.

Los sólidos solubles están usualmente en el intervalo de 15 a 50 %; PRESCOTT citado por CHOY (11), a propuesto que el jarabe acidificado se prepara disolviendo 2 a 5 kg de azúcar en 5 litros de vinagre.

8. Cerrado de envases.

DESROSIER (18), menciona que previo a esta operación se debe inspeccionar los envases, las tapas con la finalidad de lograr hermeticidad y evitar fugas, que posteriormente constituyen puertas de entrada para los microorganismos.

9. Tratamiento térmico.

DESROSIER (18), indica que el objetivo de ésta operación es asegurar la conservación del producto por un período de 2 o más años.

BERGERET (4), hace referencia que la temperatura y tiempo para alcanzar la esterilización dependen sobre todo de la acidez del producto, siendo ésta una característica importante que nos indica el tipo de tratamiento térmico que se ha de aplicar, para aquellos de acidez baja (pH mayor de 4,5), la esterilización, mientras para alimentos ácidos (pH de 4,5 a 3,7) se recomienda una pasteurización.

RANKEN (45), menciona que el moho *Moniella acetobutans* no sólo es capaz de tolerar el ácido acético, sino que lo metaboliza, asimilándolo como fuente de carbono, los cuales pueden ser adecuadamente protegidos por la pasteurización o por otro régimen de tratamiento térmico.

FERREIRA (22), señala que el palmito es un producto bastante sensible al calor, y que la esterilización a 100 °C por 45 minutos no asegura totalmente la destrucción de las esporas. MEJIA (37) y FERREIRA (22), ante ello recomiendan la acidificación del medio a un pH alrededor de 4,3, permitiendo un tratamiento térmico inferior de 100 °C, manteniendo de esta manera el color del palmito. QUAST (44), puntualiza que mediante la acidificación del palmito, la esterilización puede ser realizada a temperaturas de ebullición durante 30 a 60 minutos.

10. Enfriado.

El enfriamiento se realiza en forma lenta a fin de evitar el shock térmico, hasta que la temperatura descienda a 38 - 40 °C.

11. Almacenaje.

GRANJE (24), recomienda almacenar los envases en ambientes frescos a fin de asegurar un vacío satisfactorio, mantener el buen estado de los cierres y reducir el riesgo de fermentación.

El producto obtenido se almacena por 90 días a temperatura ambiente, con la finalidad de evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del producto.

C. Penetración de calor en alimentos envasados.

LEWIS (34), menciona que la penetración de calor se controla colocando termopares en el punto de calentamiento más bajo del recipiente, y se registra la temperatura durante el proceso de calentamiento.

Métodos para evaluar el tratamiento térmico.

HERSON y HULLAND (26), establecen métodos de evaluación más usuales para el cálculo del Valor de Esterilización (F_0), entre éstos tenemos:

- Método General.
- Método matemático de BALL.
- Método matemático de STUMBO.
- Método de la diferencia finita de Texeira.

A continuación se presenta el procedimiento empleado para calcular el Valor F_0 y/o tiempo de esterilización mencionado por ITP (30).

Cálculo del valor F_0 .

El término de valor F_0 es la letalidad del proceso, definido como el número de minutos requeridos para destruir un número específico de esporas de Clostridium botulinum a 121,1 °C.

ITP (30), indica que la determinación del proceso térmico en un alimento enlatado, depende fundamentalmente de dos aspectos establecidos experimentalmente: la curva de penetración de calor en el alimento y la curva de destrucción térmica del microorganismo contaminante a ser destruido.

El valor F_0 , puede calcularse mediante los métodos General, Fórmula de BALL y por el de BIGELOW.

a. Método general.

Se halla los valores letales (L_i) correspondientes a las temperaturas internas, luego se calcula el Valor de F_0 mediante la siguiente formula:

$$F_0 = L_i \times t$$

LEWIS (34) y GEANKOPLIS (23), han determinado que los efectos del proceso de esterilización a diferentes temperaturas pero sucesivas de un mismo material son aditivos, por consiguiente, al considerar diversas etapas de temperatura, cada una de ellas con diferentes tiempos, los valores de F_0 total resulta de la sumatoria de todos los F_0 acumulados.

b. Método matemático de BALL.

El método consiste en primer término, plotear los valores de temperatura y tiempo sobre papel semilogarítmico, ploteándose el tiempo en la escala lineal (abscisa), y las temperaturas en la escala logarítmica (ordenada).

Las temperaturas ploteadas son las obtenidas de la temperatura de retorta menos la temperatura del alimento. En lugar de realizar estas sustracciones, es más práctico invertir el papel semilogarítmico y plotear las temperaturas del alimento directamente. La temperatura sobre la línea superior es un grado debajo de la temperatura de retorta. Al término del primer ciclo logarítmico la temperatura es 10 grados debajo de la temperatura de retorta, y al término del segundo ciclo logarítmico, es 100 grados.

Los valores de temperatura y tiempo, ploteados se pueden graficar en una sola línea recta (simple heating curve) o en no más de dos líneas rectas (broken heating curve); a partir de la curva se determinan los factores para el cálculo del valor de esterilización (F_0) para alimentos de baja acidez.

c. Método gráfico de BIGELOW.

Mediante la curva de tiempo de destrucción térmica del Clostridium botulinum, se determina el Valor TDT para cada temperatura interna, luego se halla el efecto letal causado en un minuto, que viene a ser el valor recíproco del valor TDT a cada temperatura.

Estos valores son ploteados contra el tiempo, en una escala de coordenadas rectangulares, para obtener la curva de letalidad.

El valor de esterilización es determinado por la medición del área enmarcada debajo de la curva; puede ser estimado mediante el conteo de los cuadrados pequeños que comprende el área total dividido entre el área de una unidad de área de esterilización ($F_0=1$).

D. Valor nutritivo de productos vegetales procesados.

HOLDSWORTH (27), enuncia que los productos procesados en forma adecuada, poseen un alto valor nutritivo.

Sin embargo, se producen pérdidas de nutrientes, especialmente en hortalizas verdes, alcanzando un 20 % de proteína. En relación con vitaminas existe (relativamente) poca vitamina A en cualquier fruta u hortaliza salvo en la zanahoria y hortalizas verdes, la pérdida en el enlatado es despreciable por cuanto esta vitamina es termoestable y al mismo tiempo insoluble en agua. La vitamina B1, en cambio es termolábil y soluble en agua, por lo cual más de un 25 % se pierde durante el escaldado y una cantidad similar durante la esterilización. La vitamina B2 es termoestable, pero puede perderse hasta en 25 % durante el escaldado. La vitamina C es soluble en agua y fácilmente oxidable y por esto es esencial que en frutas la temperatura de cierre sea alta y el espacio de cabeza mínimo. Una cierta cantidad de nutrientes son lixiviados en el líquido de cobertura, por lo tanto estos líquidos no deben desecharse sin que puedan aprovecharse para otros empleos culinarios.

E. Difusión y transferencia de masa.

LEWIS (34), menciona que la difusión implica la transferencia de masa sobre la capa límite que existe en todas las situaciones de flujo y dentro de la matriz del alimento.

La difusión tiene lugar continuamente a través de una membrana permeable al agua, en el sentido que las moléculas de agua están en movimiento constante a través de ambas direcciones.

La Figura 3, representa el mecanismo de difusión, y transferencia de masa desde una corriente a otra.

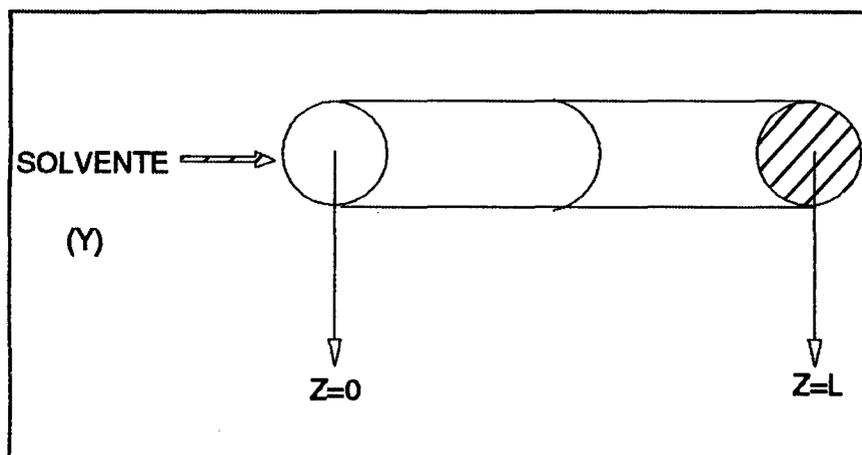


Figura 3. Difusividad y transferencia de masa, por efecto de un gradiente de concentración, en una sola dirección.

1. Difusión dependiente de la estructura.

LEWIS (34), hace referencia que la difusión en sólidos granulares o porosos que permiten el flujo de un líquido o gas a través de los capilares de los sólidos, pueden estar involucrados distintos mecanismos, tales como difusión en el propio sólido, difusión en los poros llenos de gas, flujo capilar como resultado de gradientes en la presión de la superficie y flujo convectivo resultante de diferencias en la presión total.

FERNANDEZ (21), indica que son muchos los factores que repercuten sobre la difusividad, siendo la estructura heterogénea de los alimentos uno de los factores que difícilmente pueden ser alterados, razón por la cual normalmente se asume que la difusión es unidireccional corrigiéndose esta suposición mediante una difusividad aparente o efectiva.

LERICE (33), manifiesta que a medida que el azúcar tiene menor tamaño molecular, mayor será el coeficiente de difusión. Al respecto la fructosa tiene un coeficiente de difusión de un 32 % más alto que la sacarosa.

2. Modelos teóricos - experimentales para el cálculo del coeficiente de difusión en sólidos.

LEWIS (34), manifiesta que los coeficientes de difusión de los componentes de los sólidos no son mucho mayores que las encontradas en líquidos, sugiriendo que la ganga ofrece poca resistencia a la transferencia de material, en otros casos los valores de difusividad sólida son significativamente menores.

JOST (31), indica la ecuación de Fick para la difusión dentro de una placa de un sistema finito lineal con difusividad constante.

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-D(2n+1)^2 \frac{t}{4L^2}}}{(2n+1)^2} \quad (1)$$

Donde :

M_t = Cantidad de soluto en solución después de un tiempo t .

M_∞ = Cantidad de soluto en solución después de un tiempo.

D = Coeficiente de difusión efectivo o aparente (m^2/sL) Semiespesor del sólido (m).

n = Número de serie.

SCHWARTZBERG (46), indica que se puede simular un sólido semi infinito, acondicionando el alimento, exponiendo sólo una cara y cubriendo sus lados y bases por una membrana impermeable a la solución.

F. Envases.

FELLOWS (20), indica que el envase no debe afectar a las características del producto (por migración de compuestos tóxicos, por interacciones entre el alimento y el envase). El envase debe ser estético, agradable y cómodo.

El envase constituye una barrera entre el alimento y el medio ambiente, se opone a la transmisión de luz, calor, humedad, gases y la eventual contaminación por microorganismos o insectos.

1. El vidrio como embalaje de alimentos.

Los vidrios son utilizados como embalajes en una serie de productos alimenticios. Una composición normal utilizada para embalajes de alimentos es la siguiente:

Cuadro 3. Composición de un vidrio como embalaje para alimentos.

Componente	%
Si O ₂ (Sílice)	72,50
Na ₂ O (Soda)	14,00
K ₂	0,50
Ca O (Cal)	10,00
Mg O	3,70
Al ₂ O ₃	1,00

Fuente : DANTAS (16).

APOLOVER (2), señala las siguientes propiedades del vidrio como material de embalaje.

a. Propiedades fisicoquímicas.

- Química y físicamente es estable.
- Transparente o no de acuerdo a la necesidad.
- Biológicamente inerte.
- Inercia organoléptica.
- Impermeabilidad frente al medio exterior.
- Material reciclable, retornable.

b. Propiedades mecánicas.

- Resistencia a los choques térmicos.

Las propiedades más importantes de un envase de vidrio es su resistencia a los choques térmicos, es decir, la capacidad de soportar fuerzas ocasionadas por la presión del gas o líquido que contiene, por los impactos o por las fuerzas internas originadas al ser sometidas a un tratamiento térmico. La diferencia térmica máxima es de 45 °C en el sentido caliente - frío.

- Resistencia a los choques mecánicos.

Los botes industriales han sido concebidos, fabricados y controlados para resistir a los choques mecánicos normales de una línea de envasado.

- Resistencia al aplastamiento vertical.

Los botes industriales presentan una resistencia al aplastamiento vertical que permite el encapsulado y el apilado.

2. Las cápsulas metálicas.

Una cápsula metálica para bote industrial es una tapa que lleva una junta de estanqueidad, adaptada a los diferentes anillos de los botes, que permite asegurar la hermeticidad del recipiente, condición necesaria para la conservación de los productos envasados.

Entre las principales :

- Eurotwist o Twiss - Off.
- Eurocap y Eurocap X.
- Pry Off.
- Press - Twist (PT).
- Deep - Press (DP).

a. Características fisicoquímicas.

Los materiales utilizados para la fabricación, protección interna y el engomado de las cápsulas han sido estudiados para permitir la preservación de productos preparados, así como la larga conservación de sus cualidades organolépticas.

Se deben adaptar a la legislación europea relativa a los materiales que deben entrar en contacto con alimentos.

b. Propiedades mecánicas.

Los materiales utilizados para la fabricación, protección interna y la decoloración de las cápsulas permiten resistir a las diferentes fases del proceso de envasado.

G. Calidad del palmito en conserva.

El MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA y COMERCIO (38) y CODEX ALIMENTARIUS (14), establecen las siguientes normas del Palmito en conserva.

1. Palmito en conserva.

Es el producto preparado de la parte comestible de palmas sanas, que comprende la extremidad apical, y el ápice caulinar tierno, que corresponde al extremo superior suave de la planta, de acuerdo con las características propias de las palmeras (*Bactris*, *Guillielma gacipaes*, *Euterpe* spp), o cualquier otra especie de palmera apropiada para el consumo humano.

2. Requisitos físicos y sensoriales.

- **Tamaño** : la longitud debe ser uniforme con una tolerancia de ± 3 mm de longitud predominante, siendo considerado defectuoso aquel recipiente que supere las tolerancias fijadas.

- **Color** : el palmito en conserva escurrido deberá presentar un color normal, con un rango definido entre blanco y crema. Cuando el número de variedades que no presenta el color característico represente más del 10 % de todas las unidades de la muestra (n), esta será considerada defectuosa.

- **Sabor y Olor** : el palmito en conserva deberá tener un sabor y olor normal característico, exento de sabores y olores extraños, el palmito que contenga ingredientes especiales deberá tener las características de sabor que le dan al palmito las sustancias agregadas.

- **Textura** : el producto deberá estar razonablemente libre de unidades que sean duras o excesivamente fibrosas y/o partes excesivamente blandas que afectan la comestibilidad.

- **Medio de cobertura** : debe ser límpido, o ligeramente turbio debido a la presencia de otros ingredientes, pudiendo contener una pequeña cantidad de sedimentos o fragmentos de palmito.

- **Impurezas macroscópica** : deben estar exento de materias extrañas tales como: arenilla, fragmentos de insectos, materia terrosa y otros.
- **Daños mecánicos** : se tolerará un máximo de 10% de unidades agrietadas o trozos desprendidos que afectan la apariencia del producto.

3. Formas de presentación.

- **Trozos de palmito** : Cortados transversalmente en forma cilíndrica o cónica, no menos de 40 mm de largo.
- **Rodajas** : Extremidad apical de la palma (corazón y tallos de palmito), cortados transversalmente en rodajas de 15 a 35 mm de espesor.
- **Trozos varios** : Secciones de la parte suave del tallo y subproductos del corazón del palmito; que pueden ser simétricos y uniformes en tamaño y forma.

4. Designación según el diámetro.

Los palmitos podrán designarse según su diámetro de la siguiente forma :

Cuadro 4. Designación del palmito según el diámetro.

Designación	Diámetro (mm)
Extra fino	15
Fino	≥ 15 a ≤ 22
Delgado	22 a ≤ 27
Mediano	27 a ≤ 35
Grueso	35

El diámetro medio, entre el diámetro mayor y menor debe conservar una relación no mayor de 1,5.

5. Requisitos microbiológicos.

El producto deberá encontrarse dentro de lo establecido :

- Estar exento de microorganismos que puedan representar un peligro para la salud.
- Para impedir el desarrollo del Clostridium botulinum, el producto deberá haber recibido uno de los siguientes tratamientos:

Un tratamiento de elaboración suficiente para destruir todas las esporas del Clostridium botulinum (esterilización) y lograr un pH de 4,5 a menos.

Pasteurización por calor y acidificación artificial del producto con la finalidad de lograr un pH de 4,5 o menos.

III. MATERIALES Y METODOS.

A. Lugares de ejecución.

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María - Huánuco - Perú, en los meses de Octubre 1995 a Marzo de 1996, con el apoyo de la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas, en los Laboratorios de Análisis de Alimentos, Nutrición, Química, Análisis Sensorial y en la Planta de Agroindustria Santa Lucía S.A - ASLUSA, ubicada en Santa Lucía Distrito de Uchiza, Provincia de Mariscal Cáceres, Departamento de San Martín.

B. Materiales y equipos.

1. Materia prima.

En el presente trabajo se utilizó como materia prima palmito de pijuayo del ecotipo con espina, procedente de Santa Lucía - Uchiza.

2. Insumos.

- Azúcar blanca.
- Vinagre blanco al 5 %, (marca Venturo).
- Agua blanda.

3. Reactivos.

Los principales reactivos empleados en los métodos de análisis fueron :

- Acido sulfúrico concentrado. p.a.
- Hidróxido de sodio. p.a.
- Tartrato de sodio y potasio (Sal de Rochelle)
- Metano al 50 %.
- Otros para análisis fisicoquímicos y químico proximal.

4. Envases.

Los envases fueron de vidrio pirex de 500 g de capacidad transparente, de boca ancha con rosca para el cierre hermético.

Las cápsulas metálicas o tapas son del tipo Euro - Twist o Twist - off (metal usado : acero revestido de óxido de cromo / cromo electrolítico, naturaleza de la junta : PVC fundido, principio de estanqueidad : horizontal, sujeción de la cápsula : por depresión interna reforzada por enganche de las uñas, apertura : por desenroscado), estas cápsulas aseguran la hermeticidad del recipiente, se adaptan a la legislación europea.

5. Materiales y equipos de laboratorio.

- Termómetro graduado en grados centígrados de 0 a 100°C.
- pHmetro, marca Orion Research, modelo 301, rango de pH 0 - 14.
- Balanza analítica, marca Satorius. sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Balanza analítica, marca Sartorius, sensibilidad 0,1 g. EE.UU.
- Mufia marca Thermolyne Cooperation, modelo FD, 520 M. Temperatura máxima 900 °C. USA.
- Aparato macro Kjeldahl.
- Aparato micro soxhlet.
- Refractómetro universal Abbe de mesa, con escala de lectura de 0 - 80 % de sólidos solubles. Carl Zeis. Lena DDR.
- Estufa Bacteriológica con termostato para temperatura regulable de 0 - 300 °C, marca Lab - line Instruments Inc. Melrose Park. I11.
- Viscosímetro de Ostwald No. 18.
- Vacuómetro marca, U.S. Gange. USA. lectura de 0 a 30 pulgadas de mercurio.
- Pie de rey de 0 - 15 cm. Inox. marca Somet. USA.
- Termopar o Termorregistrador marca Ellab, Copenhagen. Computadora F. Tipo Z TF 84 con 8 termopares. Dinamarca.
- Material de vidrio : buretas, pipetas, erlenmeyer, matraces, vasos de precipitación, tubos de ensayo, embudos, placas petri, balones, y otros.

6. Materiales y equipos de proceso.

- Mesa de acero inoxidable de (1,80 x 1,20 x 0,90) m.
- Balanza comercial marca Esteregon de 0 - 10 kg. Hungría.
- Balanza de plataforma marca Metripond de 0 - 200 kg. Hungría.
- Tanque de precocción de acero inoxidable (0,80 x 0,60 x 0,50) m.
- Cámara de refrigeración marca Tyler, capacidad de 1 T.M. Temperatura 10 °C.
- Caja de corte de madera de 4,5 cm de sección de corte.
- Cuchillos de acero inoxidable. Facusa N° 8 y N° 12.
- Autoclave vertical, capacidad de 120 envases, consumo de vapor de 70 kg/h. Hungría.

C. Metodología.

1. Caracterización de la materia prima.

Se realizaron los siguientes análisis.

a. Análisis físico.

Para determinar las características biométricas, se evaluó el peso de sus componentes, así mismo las dimensiones, empleando para ello balanza y pie de rey, cuyos resultados se obtuvieron de la

media aritmética de 10 repeticiones.

b. Análisis químico proximal.

Los análisis de humedad, proteínas, carbohidratos, grasa, fibra, y ceniza se determinó por los métodos de AOAC (1).

c. Análisis fisicoquímico.

Los análisis de pH, acidez titulable, de acuerdo a los métodos citados por HART y FISHER (25).

d. Determinación de la actividad peroxidásica.

La actividad peroxidásica de las muestras sometidas al escaldado, se evaluó por el método citado por LEES (32).

2. Pruebas preliminares.

Con el objeto de definir parámetros óptimos se realizaron las siguientes pruebas preliminares, para lo cual se utilizó el diagrama de flujo tentativo de la Figura 4.

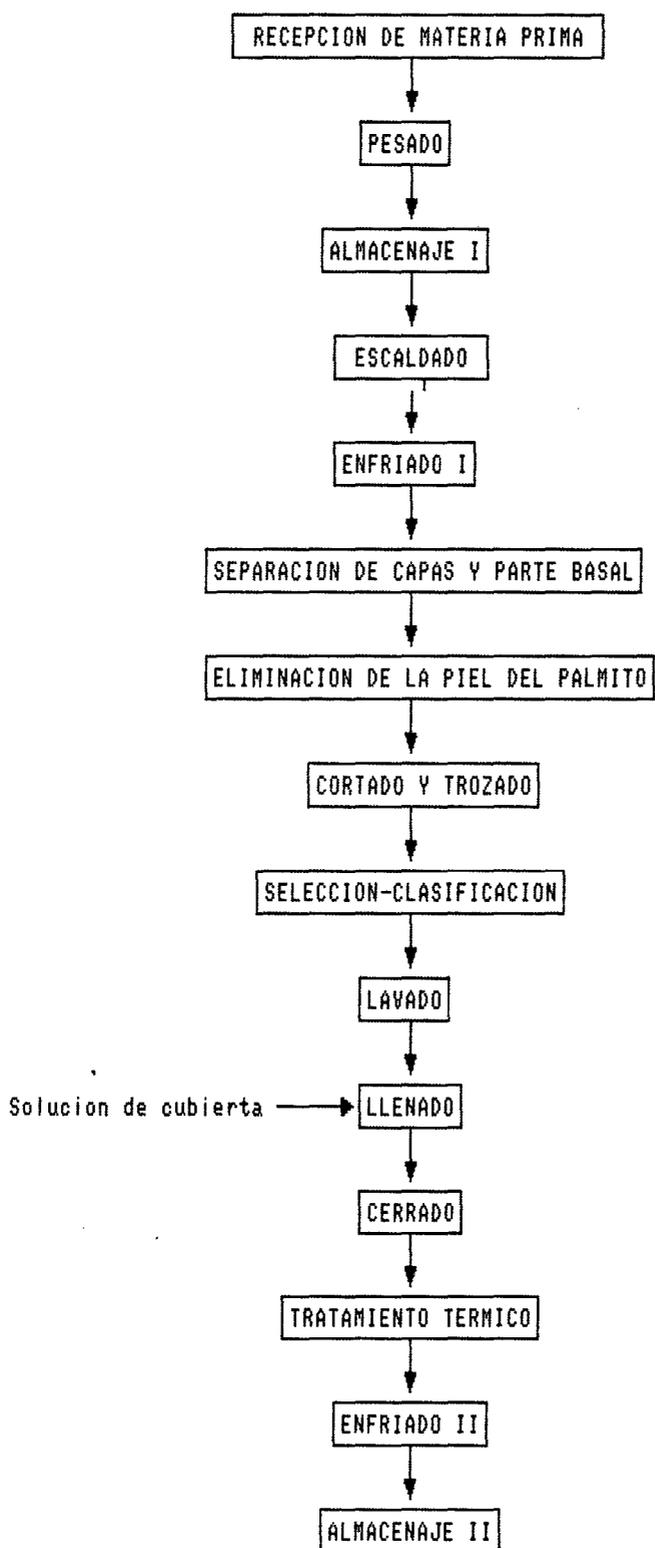


Figura 4. Diagrama de flujo tentativo del proceso de conservacion del palmito de pijuayo en solucion agridulce.

a. Descripción de las operaciones para el procesamiento de conservación del palmito de pijuayo, en solución agridulce.

A continuación se describen las operaciones en estudio.

1. Recolección de materia prima.

Para la cosecha de la palmera de pijuayo se seleccionó plantas que tenían entre 18 a 20 meses de siembra, evitando la "vela" (ápice terminal en estado creciente o abierto) que implica menor rendimiento por presencia de fibra en la parte apical del palmito. El diámetro de la base, debe estar entre 12 a 15 cm, a una altura de 90 cm a partir del cuello del tallo.

Además la "vela" (ápice terminal), debe estar en la fase inicial de desarrollo o en estado de espada a fin de minimizar pérdidas generadas durante el procesamiento industrial.

2. Recepción de materia prima.

El manipuleo de poscosecha del palmito debe ser rápido de modo que se evite mermas por oxidación en ambos extremos de la porción cortada.

Se recepcionó los tallos de palmito en la Planta Piloto, atadas en 10 unidades, protegidas con dos capas y provistas de 10 a 15 cm de parte basal o "yuca".

3. Pesado.

Se efectuó en la balanza de plataforma, para determinar el rendimiento de la materia prima.

4. Almacenaje I.

Se almacenó en lugares frescos y secos durante 24 horas, en la Planta Industrial de Santa Lucía.

Para las pruebas preliminares fueron almacenadas en las cámaras de refrigeración de la Planta Piloto a una temperatura de 9 a 10 °C por un tiempo de 24 horas, que ayudó a eliminar el calor de campo.

5. Escaldado.

Se realizó para facilitar separación de cortezas, los parámetros en estudio son temperatura y tiempo, recomendado por YGNACIO (50).

6. Enfriado I.

Se realiza por inmersión en agua, hasta temperatura ambiente, el propósito es evitar la sobrecocción de los palmitos.

7. Separación de cortezas y parte basal.

En forma manual, utilizando cuchillos de acero inoxidable, eliminando las cortezas y parte basal que cubren al producto.

8. Eliminación de la piel del palmito.

Se realiza deslizando el cuchillo en forma paralela sobre los tallos previamente escaldados, tiene como finalidad evitar desprendimiento y sedimentación de la piel durante el proceso de esterilización y almacenamiento, citado por YGNACIO (50).

9. Cortado y trozado.

Se realiza en forma manual, eliminándose la "yuca" residual y la parte apical, posteriormente se procede a seccionar los trozos en 4,5 cm, con la ayuda de la caja de corte.

10. Selección y clasificación.

Los palmitos son seleccionados en base a la textura y parte foliar.

Su clasificación se hizo teniendo en cuenta el diámetro de 2 a 2,5 cm.

11. Lavado.

Se lleva acabo por inmersión en agua a temperatura ambiente 22 °C aproximadamente, a fin de eliminar pequeños pliegos de la parte apical y partículas extrañas que pudieron haberse adherido en el palmito durante su manipuleo.

12. Llenado.

Consiste en el acomodo de 10 a 12 piezas por envase, con la finalidad de facilitar la penetración de calor y su fácil manipuleo. Acondicionándose la solución de cubierta a 85 °C, recomendado por la FAO (19).

13. Cerrado.

Se realiza en forma manual, inmediatamente después de la operación de llenado, con el propósito de crear vacío interno y proteger al producto.

14. Tratamiento térmico.

Operación en estudio.

15. Enfriado II.

Los botes son sumergidos en agua, hasta que el producto alcance una temperatura de 30 - 35 °C.

16. Almacenaje II.

Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente aproximadamente de 23 °C durante 90 días, donde se evaluaron el comportamiento fisicoquímico, químico proximal, microbiológico, organoléptico, hermeticidad de cierre, entre otros.

b. Operaciones en estudio.

Optimizado el flujo de operaciones, se procede a determinar los parámetros tecnológicos óptimos.

Se empleó diseño Bloque Completo al Azar, para las siguientes operaciones en estudio (sólidos solubles, acidez, tratamiento térmico), evaluados mediante una escala hedónica de 7 puntos. Ver anexo 1.

1. Escaldado.

En esta operación evaluamos los tiempos de 6, 8 y 10 min, a 90 °C. Posteriormente, encontrado el mejor tiempo se procedió con las temperaturas de 80, 90 y 96 °C.

La evaluación de estos parámetros radica en facilitar la extracción de las cortezas, manteniendo la textura del palmito.

2. Estandarización de los °Bx y pH de la solución de cubierta.

Para la optimización de las concentraciones de sólidos solubles de 60, 50, 40, y 30 °Bx, se mantuvo constante la

acidez en 4 % expresado como ácido acético.

Determinado los sólidos solubles, procede a optimizar el jarabe de dos formas: con azúcar invertida y azúcar sólida, sometiéndose a degustación de los panelistas, mediante la prueba de preferencia, cuya escala hedónica corresponde a 7 puntos.

Para definir la mejor acidez, se hizo variar la concentración del vinagre en 3, 3,5, 4 y 5 %.

El producto almacenado por 15 días al medio ambiente es sometido a una evaluación organoléptica de diferencia, cuya escala hedónica es de 7 puntos.

3. Tratamiento térmico.

El estudio fue en base a 100 °C por tiempo variable de: 20, 25, 30, 35 y 40 min.

El tratamiento térmico fue evaluado mediante el método de diferencia en función al color, textura y apariencia general, utilizando escala hedónica de 7 puntos.

Determinación de la penetración del calor.

Los termopares fueron colocados en tres frascos y en tres puntos diferentes a $1/4$, $1/2$ y $3/4$ de la altura de los frascos, colocándose en el autoclave, estos están conectados al termorregistrador, registrando las variaciones de temperatura por cada minuto transcurrido.

Los datos de temperatura y tiempo son graficados para determinar la curva de penetración de calor, y de letalidad, con la finalidad de verificar la eficiencia del tratamiento térmico empleado.

Letalidad del calor, durante el tratamiento térmico.

Los efectos letales acumulados por la temperatura de procesamiento y el tiempo al cual el producto es sometido, se determinó mediante la aplicación de los métodos: General, Bigelow y Matemático de Ball.

3. Pruebas definitivas.

De los resultados obtenidos de las pruebas preliminares, se procede a determinar el flujo definitivo de procesamiento, balance

de materia y el comportamiento del producto durante el almacenamiento.

a. Determinación del flujograma definitivo de procesamiento y balance de materia.

Determinado los parámetros óptimos, se plantea el flujograma definitivo (Figura 9) y paralelamente se procede a efectuar el balance de materia (Figura 10 y Cuadro 17).

b. Caracterización del producto final durante el almacenamiento.

1. Análisis químico proximal.

Los análisis de humedad, ceniza, proteína, fibra, carbohidratos y grasa, fueron realizados al producto final y después de 90 días de almacenaje, el método seguido fue el mismo que se aplicó para la materia prima.

2. Análisis de los azúcares reductores.

Se analizó la solución de cubierta del producto final y después de 90 días de almacenamiento, el método seguido fue lo citado por MAIER (35). Ver anexo 2.

3. Análisis físicoquímico.

Los análisis de pH, sólidos solubles y acidez titulable se efectuaron sobre la solución de cubierta de acuerdo a los métodos citados por HART y FISHER (25).

4. Determinación de viscosidad relativa.

Evaluó en la solución de cubierta, siguiendo el método de Ostwald citado por LEWIS (34). Ver anexo 3.

5. Determinación de la densidad.

De la solución de cubierta, en relación peso / volumen.

6. Determinación de difusividad efectiva.

Para un mejor entendimiento los cálculos de difusividad efectiva o aparente del medio (sacarosa más vinagre diluido) se realizó en forma independiente.

El método aplicado fue el de SCHWARTZBERG (46), simulando un sólido semi infinito.

Preparación de la muestra.

A fin de simular un sólido semi infinito de forma cilíndrica, introduce el producto en un tubo uniforme de 13 cm de largo y 2 cm de diámetro (sellado en un extremo, de manera que la difusión se realiza por una sola dirección).

Para evitar que el producto se osmodeshidrate, los tubos que contienen el producto son sumergidos en una solución de sacarosa más vinagre de concentración progresiva, hasta que el producto contenga una concentración 10 °Brix menor que la del medio donde se realizará la prueba de difusión.

Determinación de la concentración.

Después de 30 horas de inmersión en 500 ml del medio (solución de sacarosa más vinagre), las muestras en estudio son cuidadosamente extraídas de los tubos, con apoyo de una varilla de vidrio, luego son cortadas en tajadas delgadas de 2 mm de espesor y seguidamente se hace lectura de los grados brix y se mide su acidez expresada en ácido acético.

Cálculos para determinar la difusividad efectiva.

Asumiendo que el estudio es expuesto a un fluido manteniendo a concentración constante.

- Cálculo de Y/m .

Se gráfica los valores de los sólidos solubles (X) en función de la distancia (Z), de acuerdo a la linealidad del gráfico se tomó los 5 primeros valores para realizar el análisis de regresión lineal simple; de esta manera, el intercepto en X cuando $Z=0$ es igual a Y/m .

- Cálculo de $(X - Y/m) / (X_0 - Y/m)$.

Se realizó para cada distancia evaluada, tomando los valores de X a las diferentes distancias, X_0 y Y/m .

Donde:

X_0 = Es la concentración inicial uniforme en el sólido.

X = Es la concentración a una distancia Z .

- **Determinación del argumento Xi.**

En primer lugar se determina el factor del error, siendo éste un número mas cercano al valor de $(X - Y/m) / (Xo - Y/m)$ tal como se muestra en la tabla de función de error Erf (X) en el anexo 13.

Los valores del argumento Xi son encontrados mediante el intercepto de fila y columna con su correspondiente Erf (X).

- **Cálculo de Xtr.**

Los valores de Xi son corregidos (Xtr), mediante la siguiente ecuación:

$$X_{tr} = X_i + \frac{(X - Y/m) / (X_o - Y/m) - \text{Erf}(X_i)}{(2 / \sqrt{\pi}) - X_i^2}$$

- **Difusividad en cada punto.**

Se efectuó empleando la ecuación transformada de SCHWARTZBERG (51).

$$D_{si} = Z^2 / (4 X_{tr}^2 \cdot t)$$

Donde:

Z = Es la distancia medida desde la superficie expuesta.

t = Es el tiempo transcurrido durante el proceso osmótico.

- **Difusividad efectiva del producto.**

Se realizó promediando las difusividades encontradas para cada punto, descartando aquellos valores que se alejan de la tendencia central.

$$D_{st} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{si}}{n}$$

7. Adecuación del método espectrofotométrico de determinación del contenido de compuestos melanoidinos en los trozos del palmito durante el almacenamiento.

- Determinación de la longitud de onda de máxima absorvancia.

Para determinar la longitud de onda de máxima absorvancia se procedió a graficar las curvas de espectro de absorción de los compuestos melanoidinos existentes en los trozos, el cual es extraído por un solvente orgánico como metanol al 50%.

El método empleado fue la adecuación del método de BREKKE (7).

- Se obtiene un pure homogéneo (80 g de palmito con 60 ml de agua destilada licuado de 3 a 4 min).
- Se mezcla 5 g de muestra en 25 ml del solvente (mezclando vigorosamente).
- El tiempo de lixiviación fue de 2 horas.
- Luego se filtró al vacío, obteniendo un líquido claro.
- Se determinó la longitud de onda de máxima absorvancia.

8. Análisis microbiológicos.

Se realizó con la finalidad de determinar el grado de contaminación microbiana, que confirmaría la efectividad del tratamiento térmico aplicado.

Estos análisis se realizaron a cero días y luego cada 30 días hasta cumplir los 90 días de almacenamiento.

Los análisis realizados fueron:

- Investigación de microorganismos aerobios mesófilos.
- Investigación de microorganismos aerobios termófilos.
- Investigación de microorganismos anaerobios mesófilos.
- Investigación de microorganismos anaerobios termófilos.
- Numeración de mohos y levaduras.

9. Análisis organoléptico de preferencia.

Este análisis se realizó al culminar los 90 días de almacenaje, comparándolo con otro producto de palmito conservado en salmuera, con la finalidad de determinar el grado de preferencia por el público consumidor. Se determinó con 16 panelistas, utilizando para ello escala hedónica de 7 puntuaciones, los atributos evaluados fueron: color, sabor, textura, y apariencia general de los trozos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Caracterización química, fisicoquímica de la materia prima.

Se evaluó la parte comestible de la palmera de palmito de pijuayo (Bactris gasipaes HBK) del ecotipo con espina, fueron estudiados en cuanto a rendimiento, características fisicoquímicas y químico proximal.

1. Análisis químico proximal del palmito de pijuayo de la variedad con espina.

El Cuadro 5, presenta la composición química promedio de la materia prima utilizada.

Cuadro 5. Resultado del análisis químico proximal del palmito de pijuayo con espina, en base a 100 g de parte comestible.

Composición (%)	Valores (BH)
Humedad	89,79
Grasa	0,87
Proteína	2,73
Carbohidratos	4,27
Fibra	1,48
Ceniza	0,86

BH : Base húmeda.

En cuanto a los componentes mayores del análisis químico proximal del palmito de pijuayo de la variedad con espina, estos no difieren significativamente de los citados en el Cuadro 1; siendo mayor los valores de grasa y fibra, estas variaciones se debe a la diferencia varietal, fertilidad de suelo, estado de madurez de las muestras, condiciones climatológicas, WILLS (49).

Su composición química se ajusta bien a la tendencia de las dietas modernas, alta en fibra digestible.

2. Análisis fisicoquímico.

El Cuadro 6, indica los resultados promedios de 20 unidades de palmito de pijuayo (Bactris gasipaes HBK) del ecotipo con espina de la zona de Santa Lucía - Uchiza.

Cuadro 6. Resultado promedio de las medidas biométricas y fisicoquímicas del palmito de pijuayo del ecotipo con espina.

Características	
- Color de la corteza	verde claro
- Color de capas internas	blanco crema
- Color del palmito	blanco crema
- Peso del palmito entero	950,0 g
- Peso de cortezas (1 y 2) cap.	470,0 g
- Peso del palmito industrial	170,0 g
- Diámetro del palmito entero	4,5 cm
- Longitud del palmito entero	72,0 cm
longitud de parte basal	12,0 cm
- Longitud del palmito industrial	39,5 cm
- pH (a 23 °C)	6,4
- Acidez titulable (mg âc. cítrico)	0,875

Se determinó el diámetro de la base del tallo como un parámetro que indica el estado de desarrollo de la planta tal como lo menciona COCEPA (13).

Para realizar el corte de la chonta o tallo se tiene en cuenta la longitud de la "yuca" o parte basal, siendo este de 10 a 12 cm,

confiriéndole mayor protección y soporte al palmito durante el transporte, manipuleo y evita deshidratación de los mismos, así mismo controla el pardeamiento enzimático, e impide la contaminación microbiana.

Por otro lado el palmito de esta variedad se torna leñoso precozmente, comparado con el ecotipo sin espina, disminuyendo el rendimiento.

El diámetro es un factor que influye en los rendimientos del palmito aprovechable por tallo y tallo por envase. Este diámetro no debe excederse, a los estándares industriales y mercado internacional. Por ello las palmeras deben cortarse muy jóvenes y delgadas, de modo que puedan rendir industrialmente por longitud y no por exceso de diámetro BOVI (5).

Cuadro 7. Determinación del porcentaje en peso de las secciones del palmito entero.

Sección Palmito	Longitud (cm)	Peso (g)	Peso (%)
Basal o "yuca"	16,5	200	21,05
Medio	39,5	170	17,89
Apical	16,0	100	10,52
Cortezas	-	480	50,52

Se puede observar que el rendimiento aprovechable por tallo es de 17,89 %, muy superior a los rendimientos expuestos en el Cuadro 2, lo que ratifica lo mencionado por COCEPA (13), que la edad del palmito influye sobre el porcentaje de rendimiento de palmito por tallo y palmito por envase.

B. Pruebas preliminares.

1. Escaldado y retirada de corteza.

Los ensayos fueron dirigidos a facilitar la operación del pelado, evitando quebrantamientos de los tallos durante la eliminación de las cortezas, y con ello incrementar el rendimiento del tallo.

El Cuadro 8, reporta los resultados del escaldado, sometidos a diferentes tratamientos.

Cuadro 8. Evaluación cualitativa del escaldado de los tallos del palmito de pijuayo sometidas a diferentes tratamientos.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Pelado (palmito)	Textura
90	6	Difícultoso	Fibroso
90	8	Regularmente	Fibroso
90	10	Manejable	Firme
80	10	Difícultoso	Fibroso
90	10	Manejable	Firme
96	10	Sobrecocción	Blanda

Observándose que a 90 °C por 10 min el pelado es manejable, así mismo conserva la textura de los tallos, por debajo de dicho tiempo, el pelado es difíciloso, la corteza conserva aún su rigides.

Para optimizar el tratamiento se evaluó con diferentes temperaturas tal como se muestra en el Cuadro 8.

Las muestras al ser sometidas a la temperatura de 80 °C por 10 min, conservan la textura y el buen color del palmito, pero el pelado es aún difíciloso ocasionando en algunos casos el quebrantamiento de los mismos, al ser sometidas

al tratamiento de 96 °C por 10 min, se produce una sobrecocción, ocasionando la pérdida de textura de los trozos, incurriendo al desmejoramiento del producto.

Así mismo se determinó cualitativamente la presencia de las enzimas oxidorreductasas de las muestras sometidas al escaldado, cuyos resultados se indica en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Evaluación cualitativa de la presencia de peroxidasa en trozos de palmito de pijuayo sometidas a 90 °C/10 min.

Muestra	Actividad peroxidásica
1	+
2	-
3	-

Las enzimas oxidorreductasas fueron detectados en la parte comestible, los cuales son considerados como niveles bajos, comparados con los encontrados en variedades del género Euterpe.

De acuerdo a estos resultados, el tratamiento óptimo fue de 90 °C por 10 min.

2. Estudio de la solución de cubierta.

Esta evaluación se realizó con el objetivo de establecer la concentración óptima de los sólidos solubles y acidez de la solución de cubierta.

El Cuadro 10, indica los resultados del proceso osmótico de los sólidos solubles de la solución de cubierta hacia los trozos del palmito, empleando jarabe de azúcar invertida de 30, 40, 50 y 60 °Bx, y con una acidez constante de 4 % de ácido acético.

Cuadro 10. Resultados de la variación de los sólidos solubles del jarabe de azúcar invertido a 4% de acidez, durante los 15 días del proceso osmótico.

Muestras Jarabe (°Bx)	Sólidos solubles (días)						Variación (%)
	0	3	6	9	12	15	
30	30	27	25	23	23	23	20,0
40	40	35	31	29	26	24	23,5
50	50	42	37	33	31	29	28,8
60	60	50	46	43	42	40	26,6

Del cuadro se observa que la variación de los sólidos solubles en el jarabe disminuyó porcentualmente en un 20 % para (30 °Brix), 23,5 % para (40 °Brix), 28,8 % para (50 °Brix) y 26,6 % para (60 °Brix); siendo la mayor disminución para el caso de los 50 °Brix, debido a la difusión de la sacarosa hacia los trozos, mientras que para los 60 °Brix el porcentaje de disminución es menor debido a que a mayor gradiente inicial de concentración de sólidos solubles del jarabe, las paredes de los trozos del palmito tienden a saturarse, impidiendo con ello su fácil difusión hacia las capas internas de los trozos; también se observó que a mayor concentración de sólidos solubles los trozos del palmito presenta una coloración parda debido al efecto de la inversión de la sacarosa, a mayor azúcares reductores el pardeamiento es más acentuado.

En el Cuadro 27, del anexo 4, se muestran los resultados del Análisis de Variancia para cada atributo evaluado, antes mencionado, en el se observa que no existe diferencia significativa para los panelistas lo que demuestra el nivel de preparación de éstos, más no sucede así con los tratamientos, donde si existe diferencia significativa lo cual se determina mediante la Prueba de Medias de Tuckey al 5% de probabilidad, tal como se muestra en el Cuadro 11 para cada uno de los atributos evaluados.

Cuadro 11. Ordenamiento de las medias de los tratamientos de los sólidos solubles, mediante la prueba de Tukey al 5%.

Atributos	Tratamientos	Promedio	Significancia
SABOR	T4	6,062	a
	T3	3,062	b
	T2	4,062	c
	T1	3,750	c
COLOR	T4	6,000	a
	T3	5,250	b
	T2	3,750	c
	T1	2,750	d
APARIENCIA GENERAL	T4	5,687	a
	T3	4,812	b
	T2	4,375	c
	T1	3,688	d

En el cuadro anterior se puede apreciar que existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Para el atributo sabor se observa que las muestras de 30 y 40 °Brix son estadísticamente diferentes y así con las muestras de 50 y 60 °Brix, determinándose estadísticamente que las muestras de 50 y 60 °Brix son estadísticamente iguales, siendo el mejor el que corresponde a los 30 °Brix, pues alcanza el mejor calificativo.

Del cuadro se visualiza con claridad la diferencia de los tratamientos con respecto al color, estos difieren significativamente con el incremento de los sólidos solubles. Siendo el óptimo el que corresponde a 30 °Brix, por conservar el color de los trozos.

Según el cuadro podemos afirmar que existe diferencia para el atributo Apariencia con respecto a los sólidos solubles, así mismo determinamos que el mayor puntaje corresponde a 30 °Brix, alcanzando un puntaje de 5,68, correspondiente al calificativo de Bueno.

Posteriormente, con los sólidos solubles escogidos por los panelistas se procedió a realizar una comparación entre las muestras preparadas con jarabe de azúcar invertido (TX) y con jarabe de azúcar sólida (TY), con la finalidad de determinar con cual de los dos métodos el producto mantiene su color original.

Del Cuadro 28, del Anexo 5, se muestra los resultados del Análisis de Varianza, evaluadas para cada atributo.

Las muestras no presentan diferencia significativa para el atributo sabor.

Para los atributos color y apariencia general se realiza la prueba de promedios de Tuckey al 5%, independiente de los panelistas.

Cuadro 12. Ordenamiento de las medias de los tratamientos de igual concentración de sólidos solubles según la prueba de Tuckey

Atributo	Tratamiento	Promedio
	TY	6,000
COLOR	TX	4,375
APARIENCIA	TY	5,375
GENERAL	TX	4,625

TX = Jarabe con azúcar invertida.

TY = Jarabe con azúcar sólida.

Del cuadro, el atributo color alcanzó valores de 6 y 4,3 correspondientes a los calificativos de blanco ligeramente acentuado y ligeramente pardo; siendo el tratamiento TY el que alcanzó mayor puntaje.

Para el atributo apariencia general las muestras obtuvieron los calificativos de bueno y regular; el tratamiento TY fue el que percibió mayor promedio siendo este de 5,3.

Cuadro 13. Evaluación de la gradiente de concentración de los moles del ácido acético en la solución de cubierta a diferentes concentraciones, durante el almacenamiento.

Acidez inicial (% âc. acético)	Almacenamiento (días)					
	0	3	6	9	13	15
3,0	3,0	1,68	1,59	1,38	1,32	1,29
3,5	3,5	1,78	1,67	1,41	1,37	1,34
4,0	4,0	2,10	1,90	1,78	1,66	1,68
5,0	5,0	2,45	2,00	1,94	1,83	1,80

Del cuadro observamos que la gradiente de concentración del ácido acético se acentúa por efecto del tratamiento térmico, asimilando con mayor facilidad los moles del ácido acético, debido al ablandamiento de su textura, posteriormente con el transcurso de los días esta gradiente tiende a equilibrarse.

Asi mismo se observa que a concentraciones de 4 y 5%, el descenso de la acidez es más notorio.

En el Cuadro 29, del Anexo 6, se muestran los resultados del análisis de varianza, determinándose que no existe variabilidad en los resultados de los panelistas.

Para todos los atributos evaluados, los tratamientos en estudio resultaron ser todos significativos, para determinar esa variación se sometieron los resultados a la prueba de medias de Tuckey al 5% de probabilidad, el cual se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Ordenamiento de medias de los tratamientos de la acidez, mediante Tuckey al 5%.

Atributo	Tratamiento	Promedio	Significancia
SABOR	B1	6,312	a
	B2	5,375	b
	B3	5,312	b
	B4	4,812	c
AROMA	B1	6,500	a
	B2	6,250	a
	B3	4,937	b
	B4	4,375	c
APARIENCIA GENERAL	B1	5,500	a
	B2	5,312	a b
	B3	5,000	b c
	B4	4,812	c

Del cuadro se aprecia que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para cada atributo.

Para el atributo sabor, los tratamientos B2 y B3 son estadísticamente iguales, determinándose que el mejor tratamiento corresponde a B1 (3%), por presentar un mayor promedio siendo este de 6,3, correspondiente al calificativo de

moderadamente característico.

Así mismo los tratamientos B1 y B2 evaluados con respecto al aroma, reportaron ser estadísticamente iguales, siendo B1 el tratamiento de mayor puntaje correspondiente al calificativo de moderadamente característico.

De la evaluación del atributo apariencia, los tratamientos B1 y B2 demostraron ser estadísticamente iguales, así mismo B2 y B3, B3 con B4, en consecuencia el tratamiento B1 difiere de B3 y B4; de los tratamientos en estudio el tratamiento B1 reportó ser el mejor encontrándose dentro del calificativo de bueno.

3. Estudio del tratamiento térmico.

Este estudio es considerado como el punto crucial de todo el proceso de envasado.

Esta evaluación se realizó con el objetivo de establecer el tratamiento térmico óptimo, teniendo en cuenta la textura y el color de los trozos básicamente, las muestras fueron sometidas a una evaluación organoléptica de diferencia mediante una escala hedónica, tal como se muestran en el Anexo 1.

En el Cuadro 30, del Anexo 7, se muestra los resultados del Análisis de Varianza para los atributos de textura, color y apariencia general del producto.

Del cuadro se observa, que los panelistas no presentan variabilidad en el reporte de sus evaluaciones efectuadas para cada atributo.

El Cuadro 15, muestra los resultados de la prueba de medias de Tuckey del tratamiento térmico al 5% de probabilidad.

Cuadro 15. Ordenamiento de las medias del tratamiento térmico, mediante el método de Tuckey al 5%.

Atributo	Tratamiento	Promedio	Significancia
COLOR	X1	6,937	a
	X2	6,125	b
	X3	5,125	c
	X4	4,062	d
	X5	3,250	e
TEXTURA	X1	6,937	a
	X2	6,000	b
	X3	5,875	b
	X4	5,437	c
	X5	5,062	d
APARIENCIA GENERAL	X2	6,250	a
	X1	6,000	a b
	X3	5,625	b
	X4	4,375	c
	X5	3,625	d

Según el cuadro, visualizamos la diferencia significativa de los tiempos de tratamientos térmicos.

Para el atributo color, según los resultados del ordenamiento de las medias, se observa que a medida que se incrementa la temperatura la variación de color es notorio, siendo el tratamiento de 20 minutos, el que ha alcanzado el máximo puntaje de 6,9 que corresponde al color blanco característico, siguiendo el de 25 minutos que corresponde a blanco ligeramente acentuado.

En cuanto a la evaluación de textura los tratamientos de 25 y 30 minutos son estadísticamente iguales, correspondientes al calificativo de firme, mientras que el tratamiento de 20 minutos su calificativo corresponde a fibroso, lo que quiere decir que los trozos necesitan de mayor tiempo de tratamiento térmico, para ablandar a sus capas, así mismo para temperaturas mayores la textura corresponde al calificativo de ligeramente blanda. Por lo tanto podemos concluir diciendo que nuestro producto es aceptable.

Según el cuadro podemos afirmar que existe diferencia en el atributo Apariencia con respecto a los tratamientos, determinándose que X2 y X1 son estadísticamente iguales, y X1 con X3, así mismo el tratamiento X2 obtuvo el mayor puntaje correspondiente al calificativo de muy bueno.

Con respecto al tratamiento térmico, se toma como óptimo al tratamiento de 100 °C / 25 min., por ser el que mayor puntaje alcanzó.

- Penetración de calor y evaluación de Fo.

En el Cuadro 16 y Figura 5, se muestran los resultados del estudio de la penetración de calor en el envasado de l palmito de pijuayo en solución agridulce.

Cuadro 16. Datos experimentales de penetración de calor, para determinar el punto más frío, en el envasado del palmito en frasco de vidrio.

Tiempo (min)	TEMPERATURA °C			
	T1	T2	T3	RT
0	39,3	38,8	37,7	26,8
1	39,4	39,0	37,8	30,5
2	39,6	39,7	38,0	34,5
3	39,6	39,7	38,3	38,4
4	39,7	39,7	38,4	39,1
5	39,8	39,8	38,5	43,0
6	39,8	39,8	38,6	49,1
7	39,9	40,1	38,8	53,6
8	40,0	40,6	39,1	59,1
9	40,3	41,1	39,4	63,5
10	41,8	42,8	40,5	70,5
11	43,7	44,6	41,6	75,0
12	45,6	47,0	43,0	81,0
13	48,1	50,5	45,7	88,1
14	51,3	53,9	49,8	93,0
15	55,0	57,6	54,4	96,2
16	60,0	62,3	58,3	100,0
17	67,8	69,8	66,3	100,0
18	71,3	72,1	70,7	100,0
19	77,6	79,0	76,6	100,1
20	81,3	83,0	79,5	100,1
21	83,6	85,0	82,2	100,0
22	88,2	89,7	87,0	100,0
23	90,4	92,0	89,2	100,0
24	93,3	95,0	91,0	100,1
25	96,3	98,4	93,5	100,0
26	97,8	99,8	95,2	100,0
27	98,7	100,0	97,3	100,1
28	99,6	100,1	98,3	100,0
29	100,0	100,1	98,7	100,1
30	100,0	100,0	99,5	100,1
31	100,0	100,1	99,7	100,1
32	100,0	100,1	100,0	100,1
33	100,0	100,0	100,0	100,0

Va ...

Cuadro 16 ... Continua

34	100,0	100,1	100,0	100,1
35	100,1	100,1	100,1	100,1
36	100,1	100,1	100,1	100,1
37	100,0	100,1	100,1	100,1
38	100,0	100,1	100,0	100,1
39	100,0	100,1	100,0	100,0
40	100,0	100,1	100,0	100,0
41	100,0	100,1	100,1	100,0
42	99,5	100,0	100,0	99,5
43	96,3	100,0	98,0	86,4
44	89,2	98,0	97,5	75,6
45	83,3	97,7	94,5	70,7
46	81,7	94,5	93,2	68,3
47	79,3	93,2	91,0	66,6
48	78,7	91,0	88,1	58,6
49	71,4	88,1	86,0	57,8
50	69,7	83,6	84,0	55,3
51	67,6	78,0	82,1	55,0
52	66,3	75,2	80,0	53,7
53	65,2	73,6	78,0	52,4
54	64,3	67,5	76,2	50,1
55	63,6	65,4	66,4	50,1
56	63,2	64,0	65,0	48,8
57	60,0	62,0	61,0	48,0
58	55,8	56,2	58,3	47,2
59	48,4	52,2	56,6	45,0
60	46,4	50,8	55,4	40,1
61	45,3	48,0	53,3	37,1
62	43,5	47,2	51,9	35,0

Leyenda:

T1 = Temperatura 1/3 de la cápsula.

T2 = Temperatura 1/2 de la cápsula.

T3 = Temperatura de 3/4 de la cápsula.

TR = Temperatura de retorta.

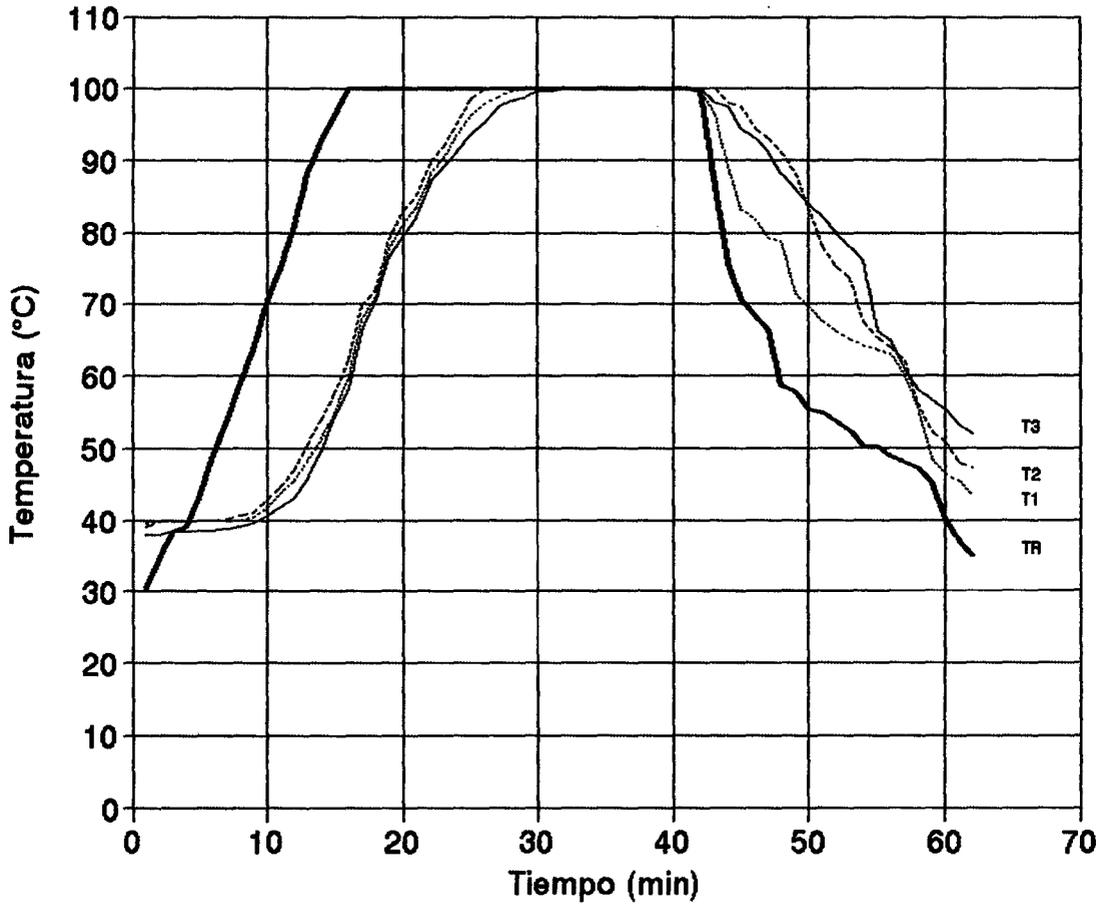


Figura 5. Curvas de penetración de calor para determinar el punto más frío del envasado del palmito de pijuayo en solución agridulce.

Del Cuadro 16 y de la Figura 5, se observa que, la temperatura de trabajo de 100 °C, es alcanzado luego de haber transcurrido los 16 minutos de calentamiento, manteniéndose constante por un lapso de 25 minutos, necesarios para mantener el flavor del producto.

Así mismo se observa que el T2 (1/2 de la altura del envase con respecto a la tapa), es el primero en alcanzar la temperatura de trabajo en un tiempo de 27 minutos en comparación con los dos puntos restantes, lo que quiere decir, que hay mayor concentración de calor en el centro geométrico del envase.

También se observa que el punto más tardío de calentamiento se encuentra a 3/4 de la altura del envase con respecto a la tapa.

Posteriormente ocurre un descenso brusco de temperatura, por efecto del enfriamiento, siendo la temperatura final de retorta de 35 °C.

En la Figura 6, se muestra la curva de penetración de calor en el punto más frío.

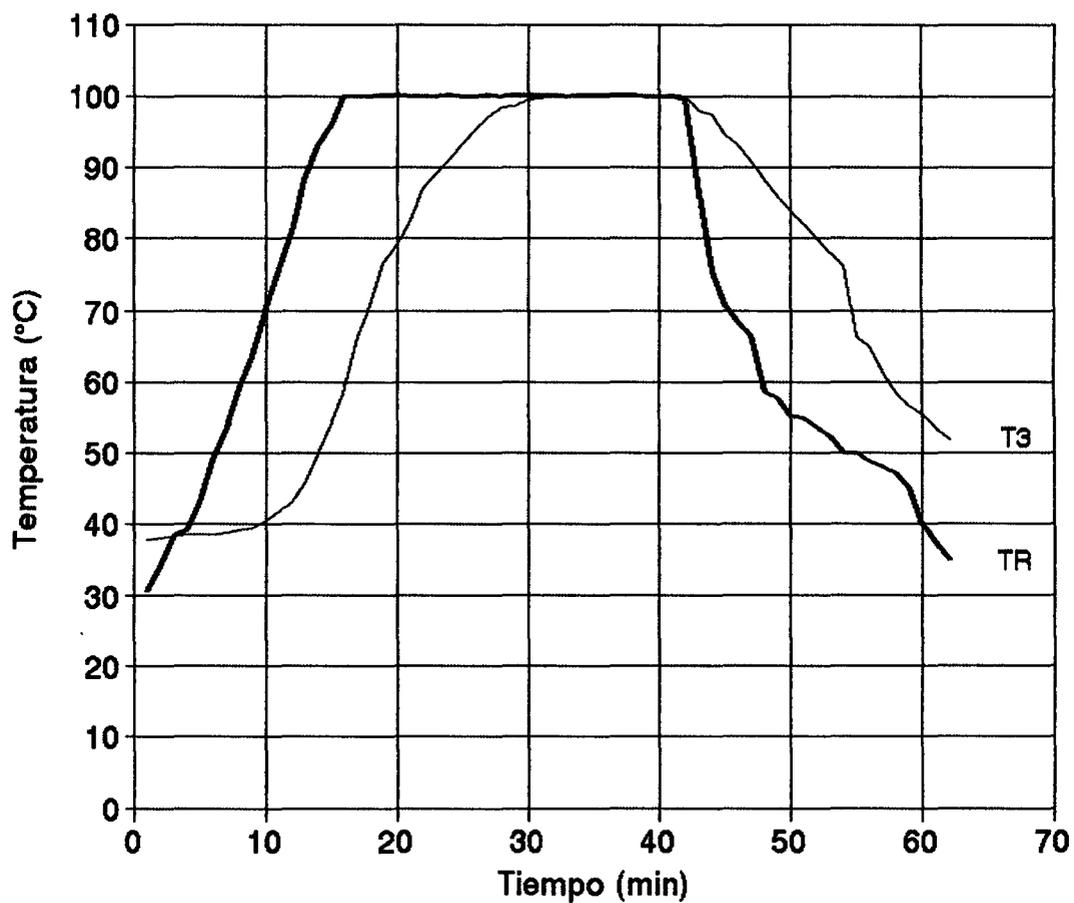


Figura 6. Curva de penetración de calor en el punto más frío del envasado del palmito de pijuayo en solución agridulce.

De la Figura 6, se observa que el T3 alcanza la temperatura de retorta luego de haber transcurrido un tiempo de 32 minutos, el mismo que se mantiene por un tiempo de 10 minutos, necesarios para garantizar una esterilización comercial y para conservar el flavor del producto, durante el enfriamiento este mantiene una temperatura de 51,9 °C, siendo mayor en 4°C en comparación con el T1 y T2, continua su enfriamiento hasta obtener una temperatura de 35 °C.

Letalidad del calor durante el tratamiento térmico.

En la Figura 7, se muestra el comportamiento letal del proceso, evaluado por Bigelow.

En el Cuadro 31, del Anexo 8, se presenta el cálculo de los efectos letales acumulados para cada temperatura del procesamiento (F_0), evaluado por el método General.

Por el método de Ball, considerando que se trata de una Curva de Calentamiento Simple, tal como se muestra en la Figura 8, el procedimiento utilizado se señala en el Anexo 9 del Cuadro 32.

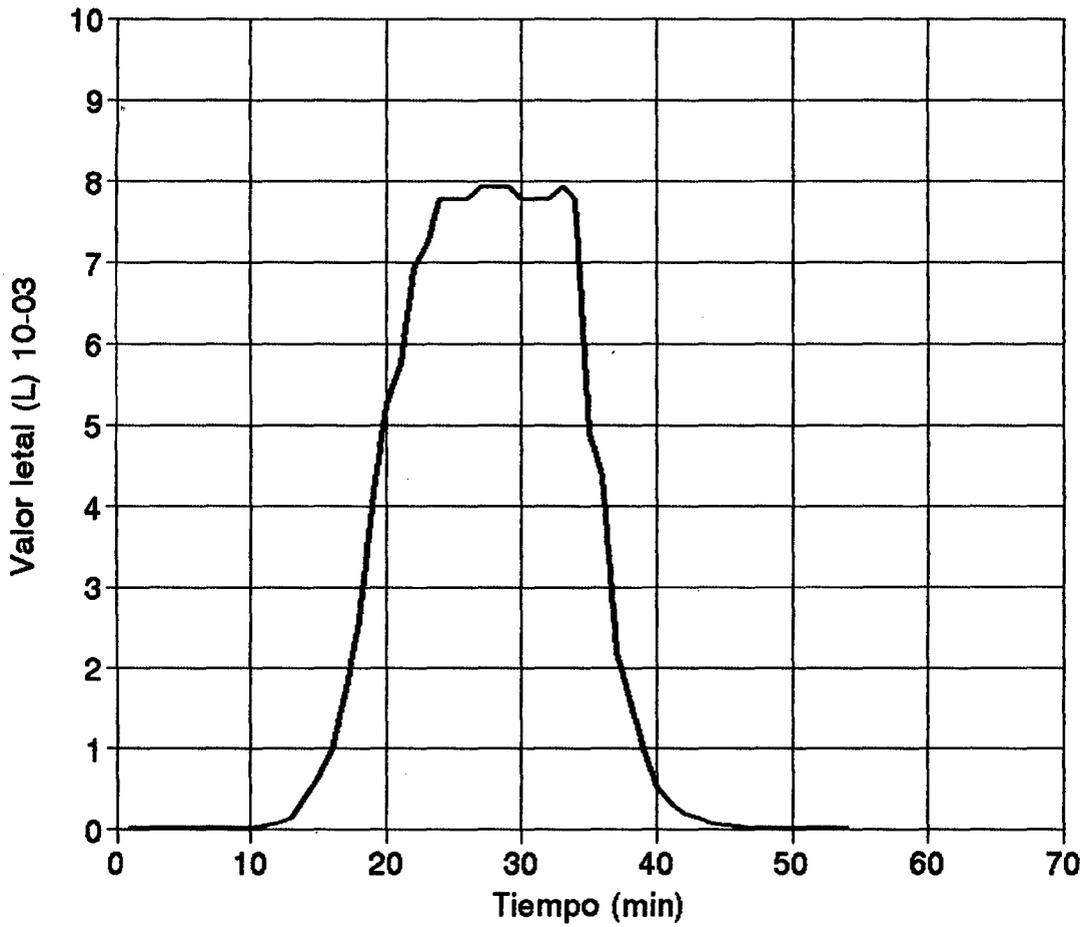


Figura 7. Curva de letalidad térmica del punto más frío, del envasado del palmito en solución agridulce, evaluado por el método de BIGELOW.

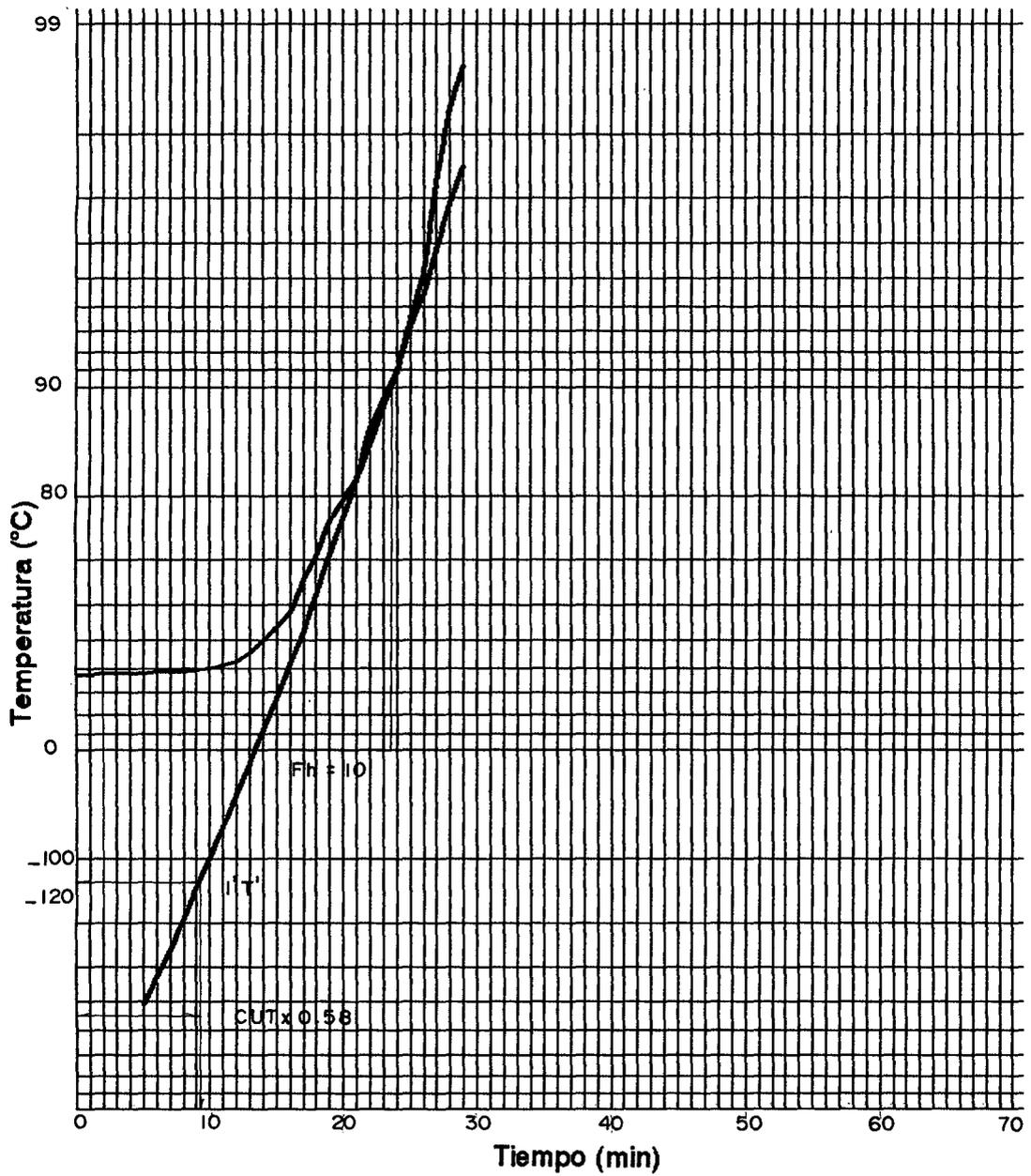


Figura 8. Curva de penetración de calor del envasado del palmito en solución agridulce, evaluado por el método de BALL.

El tiempo de tratamiento térmico calculado por los métodos de BIGELOW, GENERAL y el método matemático de BALL, reportaron los siguientes valores de Fo:

- Por los métodos General y Bigelow: el efecto total del valor letal integrado (Fo), corresponde a 0,13 minutos.

Es importante saber que no hay efecto letal significativo hasta alcanzar una temperatura de 100 °C, donde el valor de la letalidad está aún por debajo de 0,01, tal como lo menciona LEWIS (34).

- Por el método de BALL, se determinó que el Valor de Fo es de 0,09 minutos.

Por tratarse de un producto ácido, requiere un proceso menos drástico, puesto que el bajo valor de pH impide el crecimiento de bacterias patógenas y de putrefacción, en tal sentido el tratamiento térmico aplicado asegura al menos 12 reducciones decimales para esporas de Clostridium botulinum; tal proceso se conoce como cocción mínima para Clostridium botulinum.

De los métodos aplicados se puede decir que el tiempo de tratamiento térmico necesario para destruir las esporas de Clostridium botulinum es de 0,13 minutos.

C. Prueba definitiva.

1. Esquema del flujo de procesamiento.

En la Figura 9, se presenta el diagrama de flujo obtenido para la conservación del palmito de pijuayo en solución agridulce envasado en frasco de vidrio, en el se indica los parámetros respectivos de cada operación.

2. Balance de materia.

En el Cuadro 17 y Figura 10, se muestra el balance de materia referente al procesamiento del palmito de pijuayo envasado en frasco de vidrio.

Acontinuación se describe el flujo de operaciones, con su respectivo balance de materia.

a. Pesado.

La operación se inicia con 95 kg de palmito, equivalente a 100 u., protegidas por dos capas y con 15 cm, de largo de la parte basal.

b. Separación de cortezas y parte basal.

Ingresa 95 kg de materia prima de los cuales se extrae 68 kg comprendido entre la parte basal, apical y cortezas, esta operación constituye el mayor porcentaje de desecho de materia prima, equivalente al 71,58 %.

c. Eliminación de la piel del palmito.

Ingresa 27,0 kg, en esta operación se desprecia el peso del raspado por ser muy bajo.

d. Cortado y trozado.

De la parte aprovechable (35 - 50 cm) se hacen cortes transversales, obteniendo de 7 a 10 piezas de palmito envasable de 4,5 cm y una pieza denominada "yuca" o parte basal de mayor dureza de 7 cm aproximadamente. El ápice terminal constituye un desecho, por su dureza en algunos casos y en otros por su despliegue.

Ingresa 27,0 kg de materia prima de los cuales se elimina 10,0 kg, prosiguiendo la operación con 17,00 kg.

e. Selección y Clasificación.

Para uniformizar el proceso se realiza una clasificación de los trozos en función al diámetro, inclinándonos por aquellos trozos que presentan un diámetro de 2 a 2,5 cm, porque presentan un rendimiento en término intermedio de 10 a 12 trozos por envase, para diámetros mayores de 2,5 cm el rendimiento de trozos por envase disminuye de 8 a 9 unidades y para diámetros menores de 2 cm el número de trozos por envase aumenta considerablemente de 12 a 14 unidades.

Se continua con 17,00 kg eliminando 4,0 kg comprendido entre aquellos trozos que desmejoran su calidad en cuanto al manipuleo y al despliegue de los mismos, seccionados del inicio de la parte foliar, cuya clasificación radica básicamente en función al diámetro.

f. Lavado.

Se realizó por inmersión en agua fría, con el objetivo que los trozos queden libres de elementos extraños que se encuentran adheridas en su superficies.

En esta operación ingresan y salen 13,00 kg, de materia prima.

g. Llenado.

En esta operación se realiza el llenado de los trozos en envases de vidrio de 500 g de capacidad con un peso promedio de trozos / envase de 205 g, se adiciona la solución de cubierta a una temperatura de 85 °C, la cual está constituida por una solución agridulce (sacarosa a 30 °Bx y vinagre blanco de vino al 3 % de ácido acético).

Por cada envase ingresan de 10 - 11 unidades y 165 ml de solución de cubierta, haciendo un total de 13,0 kg de materia prima y 15,42 kg de solución de cubierta, obteniéndose un total de 28,42 kg.

h. Cerrado, tratamiento térmico, enfriado y almacenaje.

Se realiza con la finalidad de esterilizar el producto para su conservación y para proporcionar las características organolépticas deseables, en cuanto a textura se refiere.

El tratamiento térmico óptimo fue de 100 °C por 30 min.; (para aquellos trozos de diámetro de 2 a 2,5 cm), el cual conserva las características sensoriales como textura, color, olor y apariencia general. En estas operaciones no se producen ingresos ni pérdidas, el número de unidades obtenidas fue 56, el cual indica un rendimiento de 1,78% en relación tallo por envase.

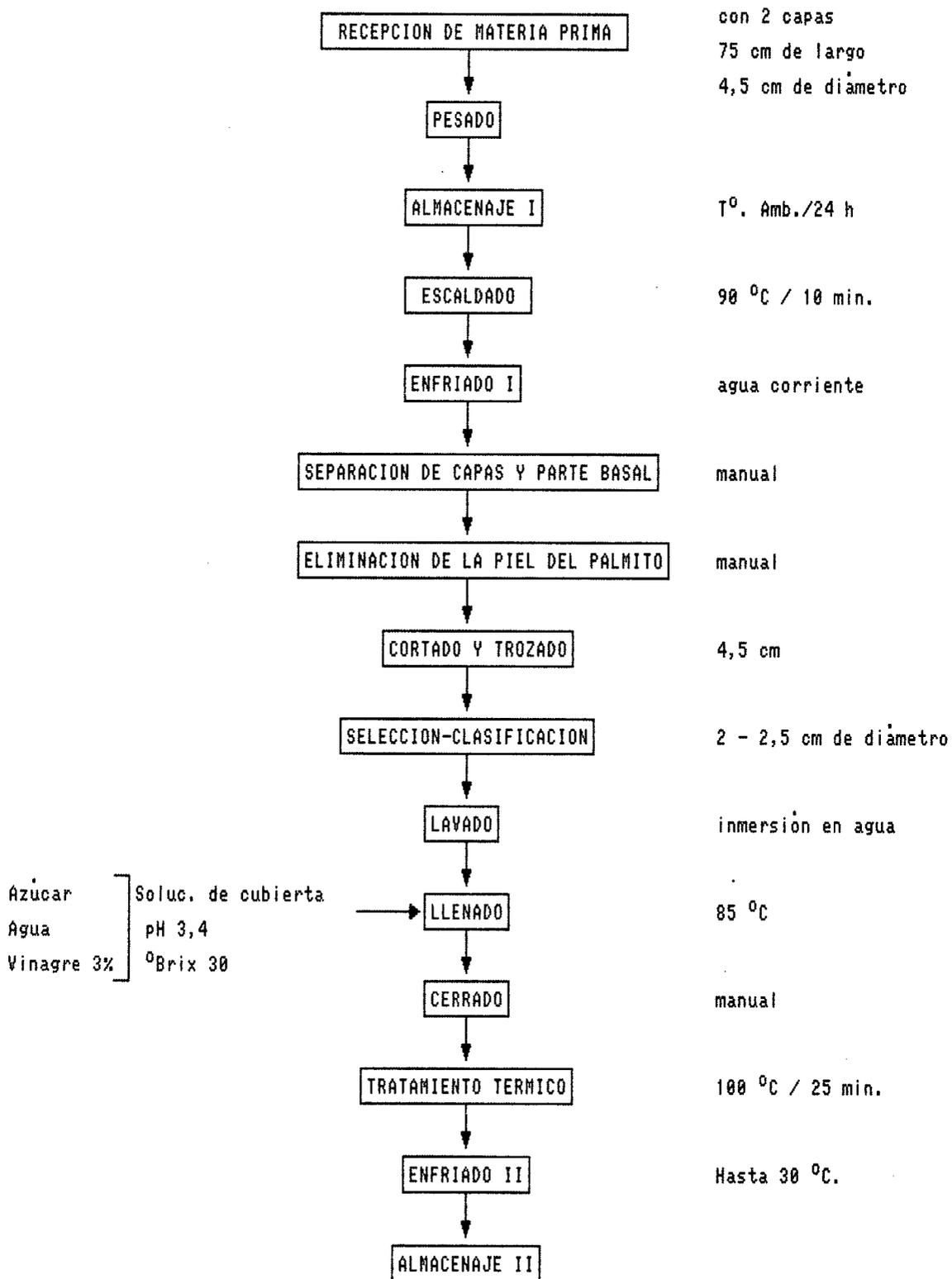


Figura 9. Diagrama de flujo definitivo del proceso de conservación del palmito de pijuayo en solución agridulce.

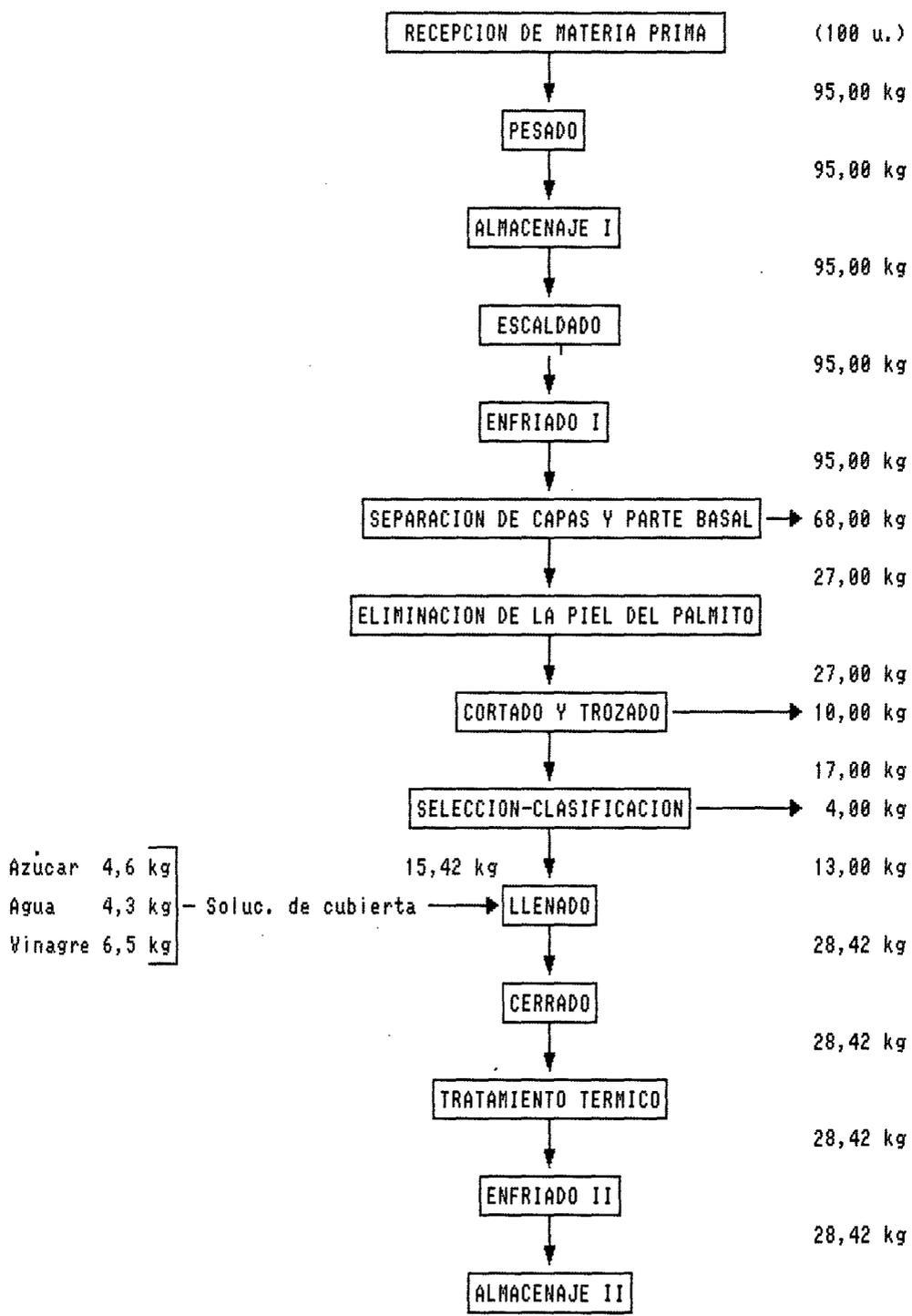


Figura 10. Balance de materia del procesamiento de palmito de pijuayo envasado en frasco de vidrio.

Cuadro 17. Balance de materia del procesamiento del palmito de pijuayo en solución agridulce en envase de vidrio.

OPERACION	MOVIMIENTO DEL PROCESO				R.O (%)	R.P (%)
	Inicia (kg)	Agrega (kg)	Elimina (kg)	Continua (kg)		
Pesado	95,00	-	-	-	100,00	100,00
Almacenaje I	95,00	-	-	-	100,00	100,00
Precocción	95,00	-	-	-	100,00	100,00
Enfriado I	95,00	-	-	-	100,00	100,00
Separación de capas y parte basal	95,00	-	68,00	27,00	28,42	28,42
Eliminación de la piel del palmito	27,00	-	-	27,00	100,00	28,42
Cortado y Trozado	27,00	-	10,00	17,00	62,96	17,89
Selección y Clasif.	17,00	-	4,00	13,00	48,14	13,68
Lavado	13,00	-	-	13,00	100,00	13,68
Llenado	13,00	15,42	-	28,42	218,61	29,90
Cerrado	28,42	-	-	28,42	100,00	29,90
Tratamiento Tco.	28,42	-	-	28,42	100,00	29,90
Enfriado	28,42	-	-	28,42	100,00	29,90
Almacenaje	28,42	-	-	28,42	100,00	29,90

R.O = Rendimiento por operación.

R.P = Rendimiento por proceso.

D. Caracterización del producto final y durante el almacenamiento.

La caracterización del producto durante el almacenamiento por 90 días se presenta a continuación.

1. Análisis químico proximal.

En los Cuadros 18 y 19 se muestran los resultados de los análisis químico proximal del producto terminado y al finalizar los 90 días de almacenamiento.

Cuadro 18. Resultados de los análisis químico proximal del producto final.

Composición (%)	Valores (BH)
Humedad	77,78
Sólidos totales	22,22
Grasa	1,82
Proteína	2,17
Fibra	1,48
Ceniza	0,86
Azúcar reductor	18,00
Carbohidratos	16,13
Densidad (g/ml)	1,06
Viscosidad relativa (cp)	1,50

Cuadro 19. Resultados de los análisis químico proximal de los trozos de palmito de pijuayo, a los 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Composición (%)	Valores (BH)
Humedad	74,63
Sólidos totales	25,37
Grasa	1,81
Proteína	1,93
Fibra	1,48
Ceniza	1,30
Carbohidratos	18,61
Azúcar reductor	20,00
Densidad (g/ml)	1,04
Viscosidad relativa (cp)q	1,40

BH = Base humeda.

De la comparación de los Cuadros 18 y 19, se observa que:

El porcentaje de humedad disminuye en un 4,04 %, debido al fenómeno de difusión, ingreso de azúcar y salida de agua de los trozos, incrementándose con ello los sólidos totales en un 14,18 %.

El porcentaje de ceniza aumenta en un 51,1 %, este incremento se debe al incremento de los sólidos totales por la disminución de humedad.

Así mismo los carbohidratos presentan una variación de 16,13 % a 18,61 %, este incremento es originado por la disminución de la humedad en los trozos y mayor concentración de azúcar en el producto por el fenómeno de osmosis.

En cuanto a los contenidos de Proteína, Grasa, Fibra, se produce una ligera disminución en razón de los efectos de procesamiento.

El contenido de azúcares reductores de la solución de cubierta del producto terminado es de 18 %, el cual se encuentra dentro del margen de lo establecido para evitar la cristalización de la sacarosa en el producto almacenado, tal como lo recomienda PEARSON (42). Se observó que durante el almacenamiento el contenido de azúcares reductores se incrementa del 18 % al 20 %, debido al fenómeno de la inversión de la sacarosa, mediante el cual este disacárido se hidroliza bajo la acción de los ácidos débiles coadyuvados por el calor, desdoblándose en fructosa y glucosa teniendo éstos, poder reductor en sus grupos carbonilos libres, por tal motivo originan cambios de color, lo que incide en la reacción de Maillard, acentuándose a partir de los 45 días de almacenaje, para tal efecto se determinó los compuestos melanoidinos de los trozos para cuantificar su pequeña variación

de color, así mismo se observó que la luz ejerce un factor negativo sobre los mismos.

2. Análisis fisicoquímico.

Los resultados de los análisis respectivos del producto terminado y almacenado a temperatura ambiente de 23 °C, se muestran en los siguientes cuadros.

a. pH.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Variación del pH de la solución de cubierta durante el almacenaje.

Tiempo (días)	pH
0	3,4
15	3,6
30	3,7
45	3,7
60	3,7
75	3,8
90	3,8

Del cuadro 20, se observa que el valor de pH experimenta un ligero aumento durante los primeros 15 días, esto se alude a la disminución de la acidez total, a partir de los 30 días experimenta un ligero equilibrio manteniéndose constante hasta los 60 días, alcanzando un valor de 3,7, así mismo presenta un equilibrio osmótico a los 75 días alcanzando un valor de 3,8 al cabo de los 90 días de almacenaje. Con el valor del pH encontrado podemos afirmar que la mayor parte del ácido acético se encuentra sin disociar, y por tanto mayor la proporción de moléculas de ácido que pueden ejercer una actividad inhibidora, tal como lo menciona RANKEN (45).

De acuerdo a los resultados obtenidos, nuestro producto está incluido dentro del grupo de los alimentos muy ácidos por encontrarse en un pH inferior a 3,7, tal como menciona HERSON y HULLAND (26).

b. Acidez total.

En el Cuadro 21, se indica los resultados de los análisis de la acidez titulable del producto terminado y durante los 90 días de almacenaje.

Cuadro 21. Variación de la acidez titulable durante los 90 días de almacenaje a temperatura ambiente.

Tiempo (días)	Acidez titulable (mg. âc.acético)
0	3,00
15	1,29
30	1,27
45	1,20
60	1,14
75	1,05
90	1,05

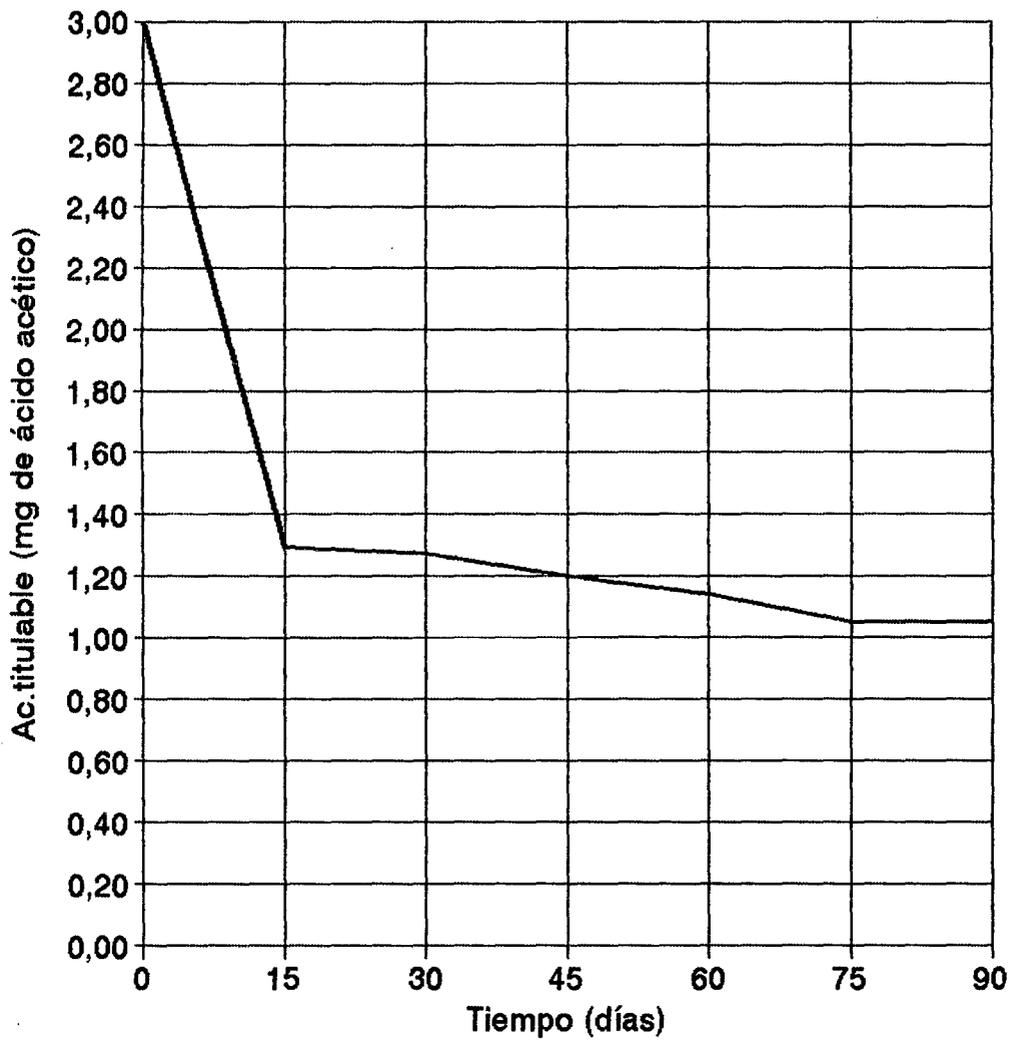


Figura 11. Curva de variación de la acidez titulable en función al tiempo de almacenaje a temperatura ambiente.

Del Cuadro 21 y Figura 11, se observa que existe una pendiente muy marcada de descenso durante los primeros 15 días, tal como manifiesta BERGERET (4), que la penetración de vinagre en los productos vegetales es mayor durante las primeras 24 horas.

Así mismo la acidez inicial de la solución de cubierta fue de 1,68 %, disminuyendo a 1,29 %, debido al fenómeno de difusión de los moles del ácido por la gradiente de concentración entre ambos lados de la membrana, tal como lo menciona ZUGARRAMURDI (51), posteriormente a los 30 días la disminución es menor, experimentándose un equilibrio osmótico a partir de los 75 días, es decir en este punto se alcanza el equilibrio de la concentración entre la parte superficial y la matriz del producto, siendo la acidez final de 1,05 %, de ácido acético, encontrándose dentro del rango permitido por ITINTEC (29).

c. Sólidos solubles.

En el Cuadro 22, se indica los resultados de la gradiente de concentración de los sólidos solubles durante el almacenamiento.

Cuadro 22. Resultados de los sólidos solubles de la solución de cubierta, durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	°Bx
0	30,0
15	25,0
30	22,0
45	21,6
60	20,6
75	20,0
90	20,0

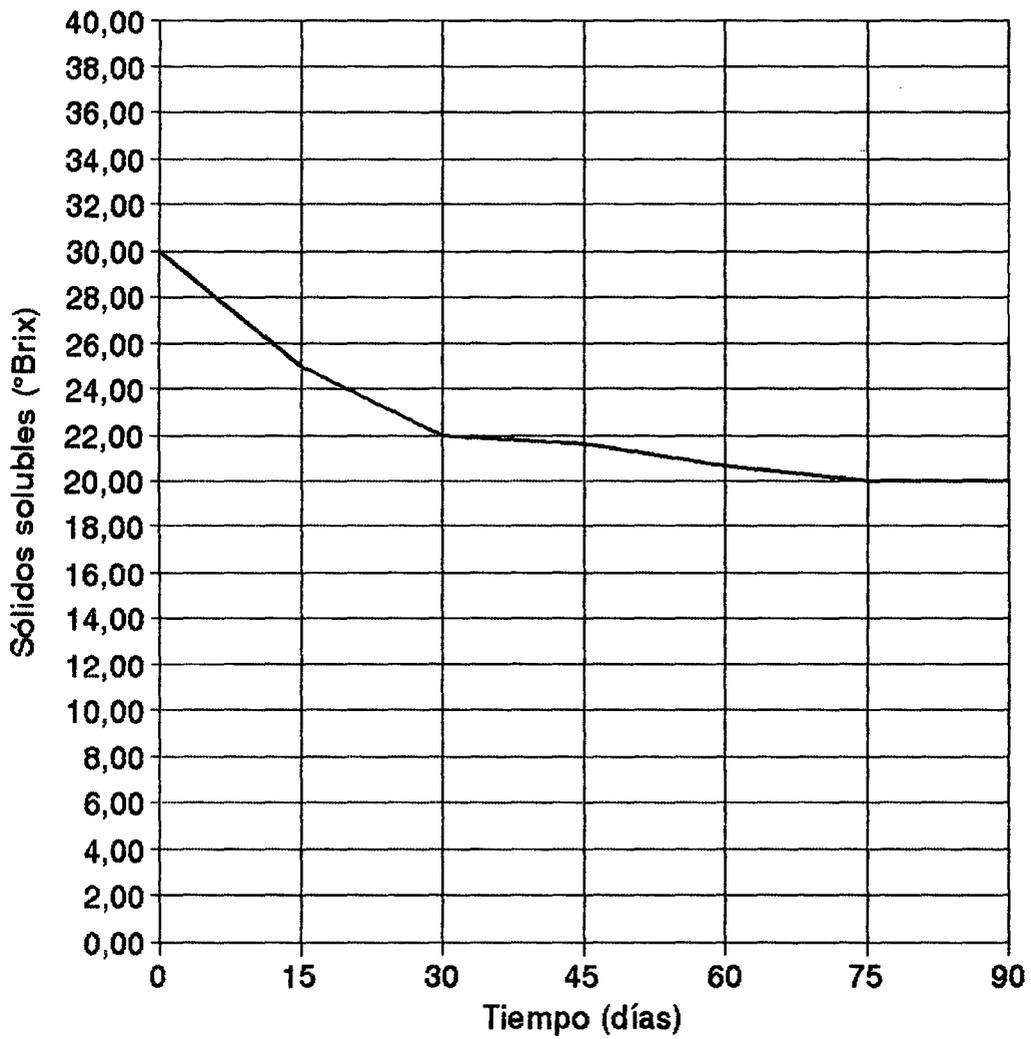


Figura 12. Curva del comportamiento de la gradiente de concentración de los sólidos solubles de la solución de cubierta durante el almacenaje.

Del Cuadro 22 y de la Figura 12, se visualiza el comportamiento de los sólidos solubles de la solución de cubierta durante el almacenamiento, en el se observa que los sólidos solubles descienden a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, debido al intercambio iónico que se produce entre el palmito y la solución de cubierta, llegando a equilibrarse a 20 °Brix al cabo de los 75 días.

d. Control de peso.

El Cuadro 23, nos muestra los resultados de los pesos promedio de las muestras analizadas durante los 90 días en almacenamiento a 26 °C.

Cuadro 23. Resultados de los pesos del envasado del palmito en solución agridulce, en gramos.

Muestra	Peso Total	Peso Neto	Peso Drenado	% de Peso Drenado
1	564,8	381,4	204,8	53,69
2	563,7	380,3	204,1	53,67
3	563,9	380,5	203,0	53,35
4	565,1	381,7	205,5	53,83
5	566,5	383,1	206,0	53,77
- X	564,8	381,4	204,6	53,67

Del cuadro se observa que el peso drenado promedio de los trozos de palmito es de 204,68 g, correspondiente a un 53,67 % del contenido neto del envase, siendodo su peso inicial de llenado de 203 - 205 g, (53,48 %), apreciándose que el peso drenado es mayor que el peso inicial de llenado , esto se alude a la difusión de los solutos de la solución del jarabe hacia los trozos.

e. Vacío.

El vacío promedio de las muestras analizadas fueron de 12,0 pulgadas de Hg, estando de acuerdo con las exigencias del ITINTEC (29), para conservas.

3. Proceso osmótico.

Por tratarse de una solución agridulce se procedió a determinar la difusividad de los sólidos solubles y de la acidez en forma independiente.

El proceso osmótico de los sólidos solubles fue realizado de la siguiente manera :

- Para determinar la variación de los sólidos solubles del producto durante el proceso osmótico se sumergieron los trozos en un jarabe de 20 °Bx, acondicionándolos su difusividad por ambos extremos por un tiempo de 48 horas necesarios para homogenizar el producto a este valor.

La diferencia entre la concentración del jarabe y la concentración inicial del producto fue de 10 °Bx, la aplicación de éste criterio fue con la finalidad de evitar el encogimiento debido a la osmosis, por el cual se debe realizar un aumento progresivo de la concentración del jarabe, dejando el producto en la solución azucarada por un tiempo suficiente que le permita alcanzar el equilibrio, de acuerdo a lo recomendado por SCHWARTZBERG (46).

- Acontinuación las muestras son vertidas en una solución de 30 °Brix, transcurridas las 30 horas los trozos del palmito fueron extraídos cuidadosamente, cortándolos en 2 mm de espesor. Los valores de los sólidos solubles obtenido se muestra en el Cuadro 33, del Anexo 10.

En la Figura 13, se muestran los valores de ganancia de sólidos solubles en función de la distancia.

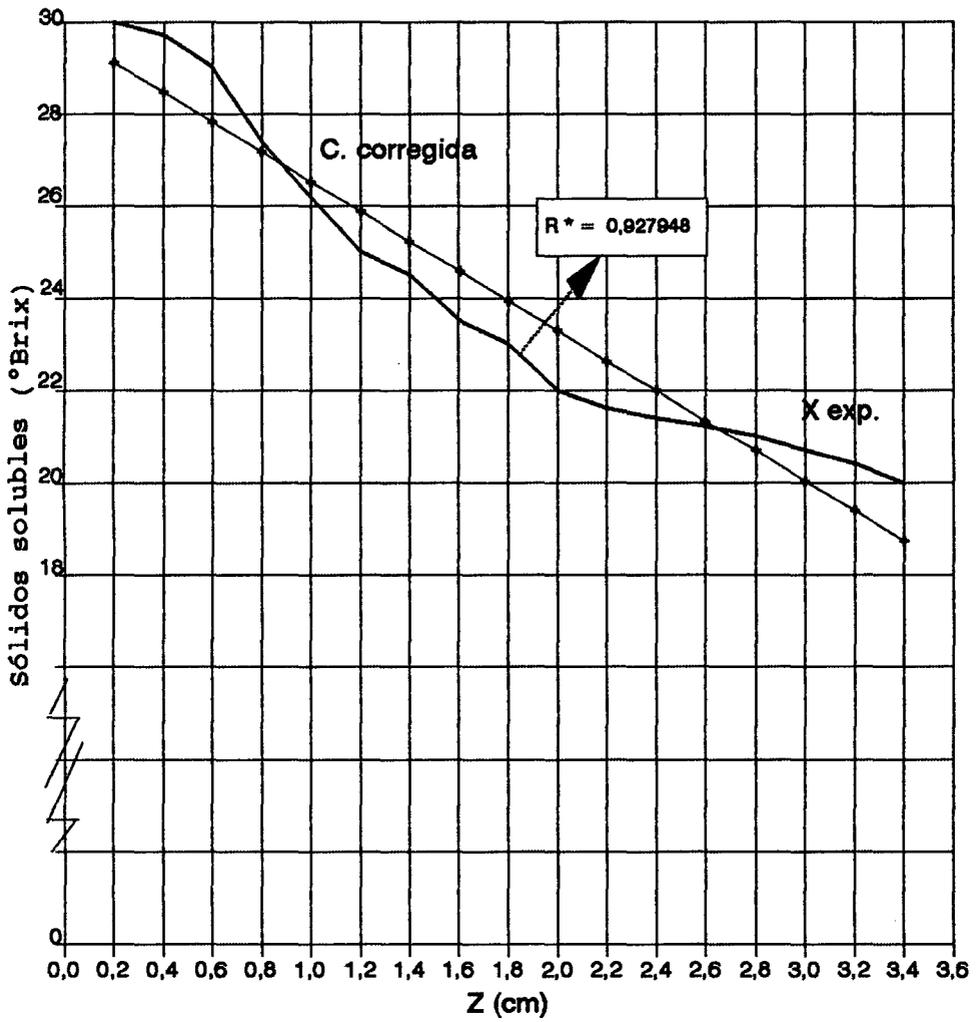


Figura 13. Curva del comportamiento de la difusividad experimental de los sólidos solubles de la solución de cubierta en función de la distancia, durante las primeras 30 horas.

Para el caso de la difusividad de los sólidos solubles los valores de $(X - Y/m) / (X_0 - Y/m)$ para los primeros puntos experimentales son mayores de 0,175, los cuales se grafican mediante una ligera curva y se extrapola en $Z=0$ para obtener Y/m , recomendado por SCHWARTZBERG (46).

Para el caso de la difusividad de la acidez, los trozos son acondicionados a la difusividad por una sola dirección, los cuales son sumergidos directamente en una concentración de 3 % de ácido acético, tal como se trabaja con la solución de cubierta, con la finalidad de determinar directamente el grado de difusividad de los moles del ácido hacia los trozos, los resultados se muestran en el Cuadro 35 del Anexo 11.

En la Figura 14, se muestra los valores de ganancia de los moles del ácido acético en función de la distancia.

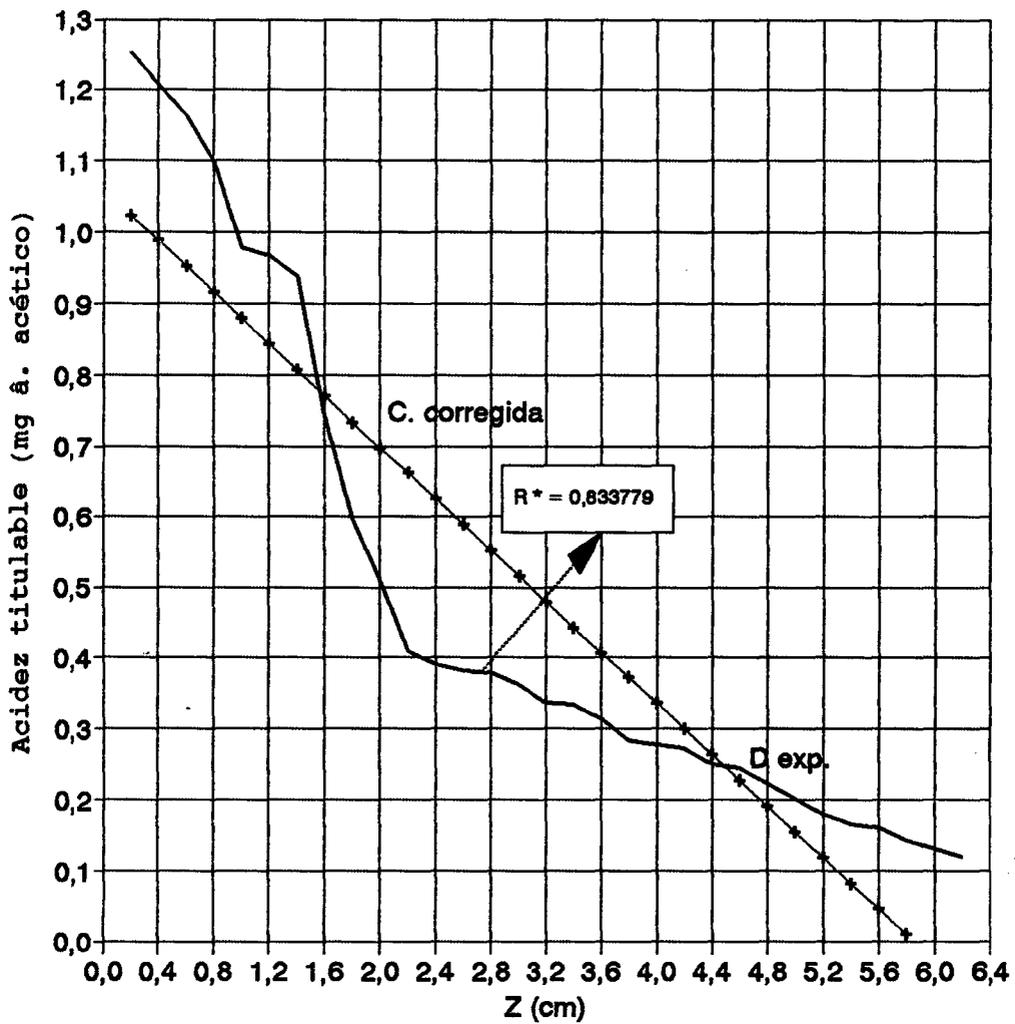


Figura 14. Curva del comportamiento de la difusividad experimental de la acidez titulable de la solución de cubierta en función de la distancia, durante las primeras 48 horas.

Para determinar el coeficiente de difusión para ambos casos se utilizó la ecuación (1) asumiendo que:

- La difusividad es constante.
- La distribución de los solutos en el producto es uniforme.
- El coeficiente de difusión es independiente del espesor de la capa.

De la figura se determinó el valor de Y/m , mediante una regresión lineal para los cinco primeros puntos experimentales (D,Z) , en cuya ecuación se reemplazo $Z=0$, en donde el valor de D hallado fue igual a Y/m .

Los coeficientes de $(X - Y/m) / (X_0 - Y/m)$ obtenidos fueron valores menores de 0,175 para las primeras evaluaciones, el cual indica que el error en la determinación de Y/m es menor al 1%, tal como menciona SCHWARTZBERG (46).

El palmito presenta una estructura heterogénea diferenciada en dos partes, la primera comprendida por una capa mucho mas compacta y de espesor variado, así mismo ésta rodea a un sistema celular de múltiples capas delgadas, esto hace difícil tener una idea precisa del mecanismo de difusión DJELVEH mencionado por FERNANDEZ (21), razón por la cual normalmente se asume

que la difusión es unidireccional, corrigiéndose ésta suposición mediante una difusión aparente, siendo para los sólidos solubles de $1,41 \text{ E-}09 \text{ m}^2/\text{s}$, y $2,39 \text{ E-}09 \text{ m}^2/\text{s}$ para la acidez, ello nos demuestra que la tasa de transferencia de la gradiente de concentración de los moles del ácido acético, ejerce una mayor transferencia de masa sobre la capa límite que existe dentro de la matriz del alimento.

4. Adecuación del método espectrofotométrico de determinación del contenido de compuestos melanoidinos en los trozos del palmito durante el almacenamiento.

- Determinación de la longitud de onda de máxima absorvancia.

En el Cuadro 24, se muestra los espectros de absorción del extracto de los compuestos melanoidinos presentes en el producto terminado y al finalizar los 90 días de almacenaje, extraídos con metanol al 50 % en las proporciones de 5:25 en p/v con relación pulpa / solvente, lixiviados durante 2 horas.

Cuadro 24. Espectro de absorción de los compuestos melanoidinos del producto final y durante el almacenamiento, lixiviado con metanol al 50 % durante 2 horas, de 5:25 en p/v con relación pulpa/solvente.

Longitud de Onda (nm)	Absorvancia	
	A	B
360	0,3498	0,4498
370	0,4244	0,4814
380	0,3019	0,4559
390	0,3002	0,4202
400	0,2472	0,3872
410	0,2145	0,3565
420	0,2010	0,3516
430	0,1821	0,3419
440	0,1657	0,3298
450	0,1440	0,3188
460	0,1440	0,3188
470	0,1438	0,3188
480	0,1438	0,3188

Leyenda: A: 0 días
B: 90 días.

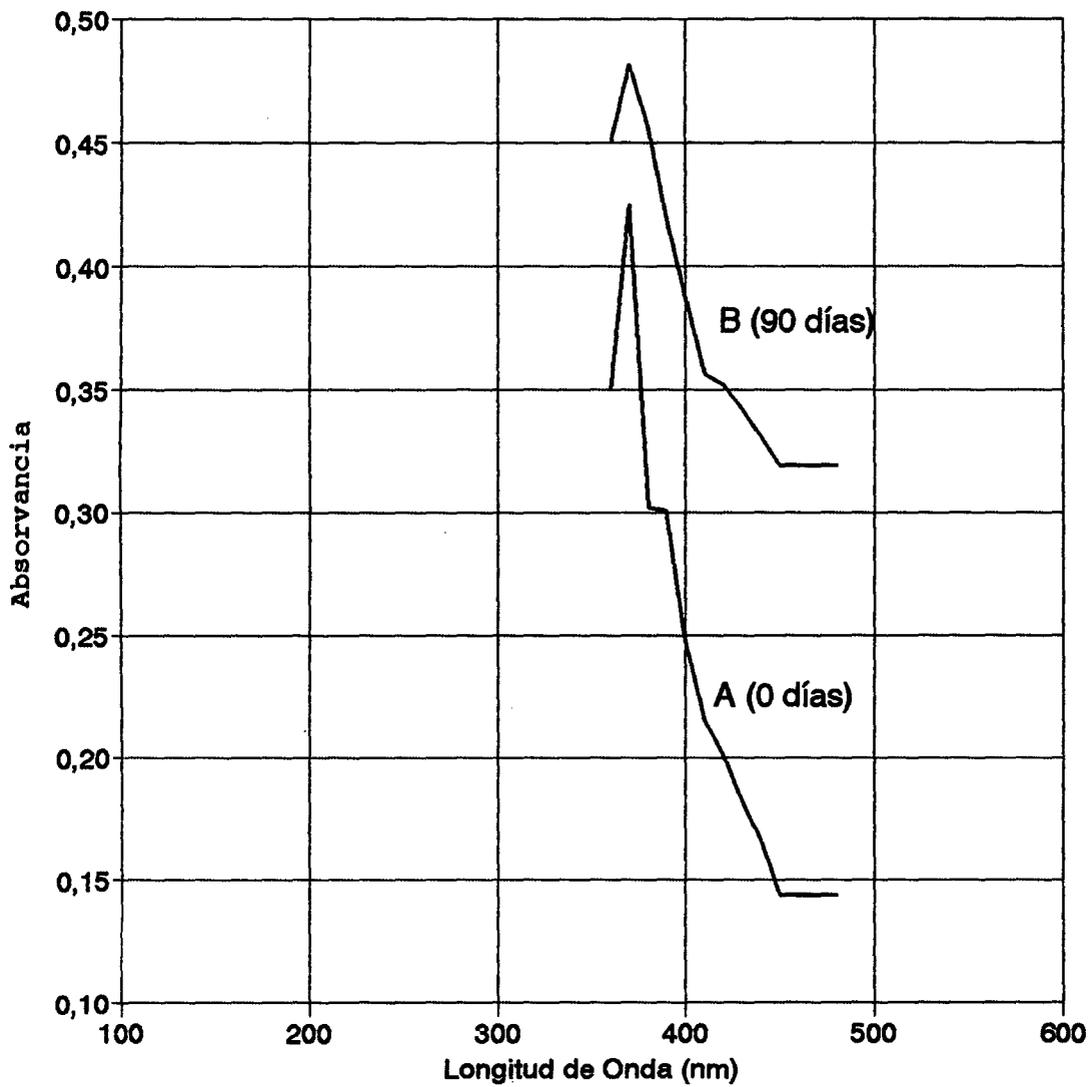


Figura 15. Curvas de espectro de absorción de los compuestos melanoidinos del producto terminado, y almacenado, lixiviado en metanol al 50%.

Así mismo del Cuadro 24 y de la Figura 15, se visualiza que la longitud de onda de máxima absorvancia es de 370 nm, estando en el rango de longitud de onda de los compuestos melanoidinos.

BRITTON (8), menciona que en cualquier solvente dado, los valores de longitud de onda de máxima absorvancia se incrementa con la longitud del cromóforo. Entre los factores que extienden la longitud del cromóforo tenemos la presencia de grupos carbonilos.

Al respecto DESROSIER (18), manifiesta que temperaturas mayores de 26 °C aumenta el contenido de azúcares reductores aproximadamente en el orden de 0,2 a 1% para productos enlatados. Recomienda almacenar por debajo de 21 °C.

El incremento de los azúcares reductores, obedece a la "inversión de la sacarosa" y / o conversión del almidón por hidrólisis bajo la acción de ácidos libres en sus componentes : fructuosa y glucosa, siendo estos reductores en razón al grupo carbonilo libre presente en la molécula.

El color muestra una ligera variación que tiende al color crema, pero no desmerece la presentación ni rechazo del producto,

posiblemente a la escasa disponibilidad de proteína que no permite la formación de grupos aminos que en contacto con los grupos carbonilos son responsables del oscurecimiento no enzimático.

Según BRAVERMAN (6), el oscurecimiento de muchos productos procesados se debe a la formación de compuestos marrones del tipo melanoidinos, este será mayor cuanto más grande sea la ocurrencia de las reacciones no enzimáticas.

Estos pigmentos se hacen más notorios conforme aumenta en el medio la concentración de azúcares reductores producidos por varios tipos de reacciones entre los que cabe mencionar:

La reacción de los grupos amino de las proteínas con los grupos carbonilos de los azúcares reductores; otro sería aquellos producidos por el ácido ascórbico y el aldehído activo, ocurriendo muchas veces combinaciones de estos tres mecanismos en los alimentos.

Por tanto los productos con mayor contenido de azúcares reductores, tienen mayor tendencia a la formación de estos compuestos, esto se descubre en los tratamientos osmodeshidratados con jarabe invertido.

5. Control de cierre de los envases.

Para determinar el cierre de los envases se procedió a inspeccionar la parte externa de la tapa con la finalidad de observar en forma visual algunas deformaciones posibles, no se observó ninguna deformación de las tapas.

El vacío del envase fue de 12 pulgadas de Hg, lo que indica buena hermeticidad del cierre del envase.

6. Análisis microbiológicos.

Se realiza con la finalidad de comprobar la esterilidad del envasado, siguiendo la metodología propuesta por MOSSEL (40), después de 90 de almacenamiento; cuyos resultados se observan en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis microbiológico del envasado del palmito de pijuayo en solución agridulce.

Controles	Mesófilos	Termófilos
- Aerobios	Ausente	Ausente
- Anaerobios	Ausente	Ausente
- Numeración de mohos y levaduras	Ausente	Ausente

7. Evaluación organoléptica de preferencia.

En el Cuadro 35, del Anexo 12, se presenta los resultados del Análisis de Varianza de la evaluación de preferencia de palmito conservado en solución agridulce envasado en botes de vidrio, comparado con palmito en salmuera en envase de hojalata.

De acuerdo al análisis estadístico mostrado en el cuadro anterior, se observa que no existe diferencia significativa entre los panelistas, pero si existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos; por lo que se efectuó la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad, el mismo que se muestra en el cuadro 26.

Cuadro 26. Ordenamiento de las medias de la evaluación de preferencia de las muestras de palmito, mediante Tuckey al 5%.

Atributo	Tratamiento	Promedio
COLOR	L	6,625
	A	5,375
SABOR	A	6,062
	L	5,625
APARIENCIA GENERAL	L	6,125
	A	5,250

A = Palmito en solución agridulce.

L = Palmito en solución de salmuera.

Del cuadro 26, se observa que la muestra codificada con L, para el atributo color fue la que obtuvo un mayor puntaje correspondiente al calificativo de blanco ligeramente acentuado, y para la muestra D, su calificativo correspondió a blanco cremoso moderadamente claro.

Para el caso del atributo sabor, la muestra A resultó con mayor promedio correspondiente al calificativo de moderadamente característico, y la muestra L obtuvo el calificativo de ligeramente característico.

En la evaluación de apariencia general la muestra L obtuvo el calificativo de muy bueno y para el caso de la muestra D correspondió al calificativo de bueno.

De los resultados obtenidos se puede decir que el palmito conservado en solución agrídulce tiene buena aceptación en el mercado.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y de acuerdo a los objetivos planteados, podemos establecer las siguientes conclusiones:

1. El palmito de pijuayo del ecotipo con espina presenta buenas cualidades para su procesamiento, en cuanto a su composición química y fisicoquímica comparada con los tallos de 18 a 23 meses de siembra del ecotipo sin espina, ésta presenta ligeramente un contenido superior en humedad (89,79 %), fibra (1,48 %), ceniza (0,86 %) y pH (6,4), es inferior correspondiente a: proteína (2,73 %), carbohidrato (4,27 %) y acidez (0,87 %).

2. Los parámetros tecnológicos óptimos para la conservación de los trozos del palmito de (4,5 cm de largo y de 2,5 cm de diámetro), en solución agridulce, envasado en frasco de vidrio de 500 g de capacidad fueron:

El escaldado de los tallos en agua a 90 °C por 10 min, facilita su pelado y conserva la textura de los palmitos.

Como solución de cubierta resulta ventajoso utilizar jarabe de azúcar sólida en lugar de jarabe de azúcar invertida, por efecto de los azúcares reductores.

El contenido de sólidos solubles de 30 °Brix, y un 3 % de ácido acético fue una combinación adecuada.

El tratamiento térmico 100 °C por 25 minutos.

3. El producto después de 90 días de almacenamiento presenta un pH de 3,8 asegurando la ausencia de microorganismos patógenos, confirmándose por los análisis microbiológicos.

El palmito conservado en solución agridulce tiene buena aceptación por los panelistas.

Las evaluaciones de difusividad de los sólidos solubles y de la acidez determinaron la velocidad de transferencia de masa, siendo $1,41 \times 10^{-09} \text{ m}^2 / \text{s}$ para los sólidos solubles y $2,39 \times 10^{-09} \text{ m}^2 / \text{s}$ en el caso de la acidez. Los rendimientos como palmito envasado es de 17,89 %, y de tallo por envase de 1,78 %.

VI. RECOMENDACIONES

Al final del trabajo, podemos recomendar lo siguiente:

- Se sugiere diversificar la línea de producción del palmito en solución agridulce, por ser un producto agradable para usos diversos.
- El producto debe ser almacenado y comercializado en lugares frescos, a fin de evitar el incremento de los azúcares reductores.
- Aprovechar las partes suaves del palmito que son descartados por no alcanzar las especificaciones internacionales en cuanto a longitud y diámetro, así mismo la utilización de la "yuca" para la elaboración de cremas deshidratadas, chips, harina, entre otros.
- Realizar estudios de conservación del palmito al estado fresco, por refrigeración, congelamiento, en vacío, recubriendo con ceras, así como inmersión en disoluciones de cloro, kilol y preservantes químicos. Determinar el embalaje adecuado.

VII. RESUMEN

El presente trabajo, se realizó en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Química, Microbiología de los Alimentos, Análisis sensorial, Nutrición, en la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas E-5 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María y en la Planta de ASLUSA, Santa Lucía - Uchiza, empleando como materia prima palmito de pijuayo (Bactris gasipaes HBK) del ecotipo con espina, procedente de Santa Lucía - Uchiza.

Los objetivos planteados fueron: caracterizar la materia prima, determinar los parámetros óptimos de procesamiento para la conservación del palmito de pijuayo en solución agridulce y evaluar el comportamiento fisicoquímico, químico proximal, microbiológico y organoléptico del producto durante el almacenamiento.

Los tallos fueron sometidos a un escaldado, inmersión en agua a 90 °C / 10 minutos.

Como solución de cubierta se empleó jarabe de azúcar sólida de 30 °Brix y 3 % de ácido acético con 3,4 de pH; los cuales son envasados en frascos de vidrio de 500 g de capacidad, las mismas que son sometidas a un tratamiento térmico de 100 °C de temperatura de retorta por 25 minutos.

Almacenándose a temperatura ambiente por 90 días. Cada 15 días se realizaron los análisis fisicoquímicos.

El rendimiento total del proceso es de 29,91 %. El producto sometido a la evaluación organoléptica de preferencia presenta aceptabilidad por el consumidor.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. AOAC. 1984. Association of official Analytical chemists, Pub. Assoc. of. anal. chem. Methods of analysis of the association of official analytical.
2. APOLOVER. Association pour l'étude et l'emploi des larges ouvertures en verre 3, rue la Boétie - 75008. Paris. Pág. 15.
3. ARTHEY y DENNIS, C. 1992. Procesado de Hortalizas. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág 196.
4. BERGERET. 1976. Conservas Vegetales. Frutas y Hortalizas 2 da. ed. Ed. Salvat. Barcelona, España.
5. BOVI, M.L., GODOY, G. y SAESL, L. A. 1987. Pesquisas comos generos Euterpe e Bactris no Instituto Agronómico de Campinas. In: Palmito, 1º Encontro Nacional de Pesquisadores. ANAIS, EMBRAPA. Curitiba, Brasil. Pág. 1-43.
6. BRAVERMAN, J. 1980. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Barcelona, España. Omega. Pág 166.

7. BREKKE, J. E. 1967. Dehidrated Bananos. Food Tecnology. Vol. 21. Nro. 10.

8. BRITTON, H. 1989. El Color en Alimentos. Medidas Instrumentales. Importancia de las medidas de color en Alimentos. Universidad de Chile. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos. Santiago de Chile. Pág. 60.

9. CALZADA, J. 1980. 143 Frutales Nativas. Lima, Perú. Pág. 15.

10. CAMACHO, E. 1976. El pejibaye (Guillielma gasipaes HBK Bailey). Simposio internacional sobre plantas de interes económico de la Flora Amazónica o Costa Rica. Pág. 55-61.

11. CHOY PEREZ, L. 1988. Preservación del Nabo (Bassica napus) por el método de encurtido dulce. Tesis. UNAS. Tingo María, Perú.

12. CLEMENT, C.R. y MORA, V. 1989. The pejibaye (Bactris gasipaes HBK palmae) Multi-use potencial for the Lowland Humid Tropics. IN:23. Anual Meeting Society for economic.

13. Comité Central de Productores Agropecuario (COCEPA). 1996. Manual Técnico del Sistema de Cultivo del Pijuayo para Palmitos. Proyecto AD/PER/759-UNDCP-OSP del programa de las Naciones Unidas. Santa Lucía-Uchiza, Perú. Pág. 55-58.
14. CODEX ALIMENTARIUS. 1989. Programa conjunto sobre Normas Alimentarias. Normas para Palmito en conserva. FAO/OMS. Roma.
15. COMAS, E. 1972. Condimentos, Salsas, Encurtidos. 2da. ed. Ed. SINTES, S.A. Barcelona. Pág. 54.
16. DANTAS, A.C. 1983. Embalagens de Productos Alimenticios. Estado de Sao Paulo, Brasil.
17. DE LA ASUNCION, R. 1991. Caracterización Química del palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes HBK), Tesis en desarrollo. Escuela de Tecnología de Alimentos, U.C.R.
18. DESROSIER, W.N. 1983. Conservación de Alimentos. Ed. Continental, México. Pág. 468.
19. FAO. 1984. Elaboración de Frutas y Hortalizas. Ed. Trillas. S.A. de C.V. México. Pág. 106.

20. FELLOWS, P. 1994. Tecnología del Procesado de los Alimentos. Principios y Prácticas. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 206-445.

21. FERNANDEZ, D. A. 1992. Determinación de la Difusividad efectiva de la Sacarosa en la papaya (Carica papaya L.) durante su inmersión en soluciones azucaradas. Tesis para optar el Título de Ing. Ind. Aliment. UNA. La Molina. Lima - Perú. Pág. 27.

22. FERREIRA, V.L. 1978. Materia Prima e Procesamento de palmito. Instituto Tecnológico de Alimentos. Campinas, Sao Paulo, Brasil.

23. GEANKOPLIS. C. J. 1982. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Ed. Continental, México. Pág. 345.

24. GRANJE, C. 1955. Conservas Alimenticias. Gustavo Hill S.A. Barcelona, España. Pág. 45.

25. HART, F. y FISHER, H. J. 1977. Análisis Moderno de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 619.

26. HERSON, A. C., HULLAND, E. D. 1980. Conservas Alimenticias. Procesado Térmico y Microbiología. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 360.

27. **HOLDSWORTH. 1988. Conservación de Frutas y Hortalizas. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 34**

28. **HURTADO, F. 1983. Etapas de Enlatado. Boletín del Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios. Tecnología de Alimentos. Lima-Perú.**

29. **Instituto de Investigación Industrial y de Normas Técnicas, (ITINTEC) Norma 209-109-76, 209-020-76.**

30. **ITP. 1988. Curso Internacional de Procesamiento Térmico en Alimentos Enlatados. Instituto Tecnológico Pesquero. Lima - Perú.**

31. **JOST, W. 1960. Diffusion in Solids, Liquids, Gases. Academic Press. New York United States of America.**

32. **LEES, L. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y Control de Calidad. 2da ed. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 288.**

33. **LERICE, R. C. y BAROLUCCI, L. 1985. Osmotic Dehydration of Fruit: Influence of Osmotic Agents on Drying Behavior and Product Quality. Journal of Food Science. Vol. 50:1217-1219.**

34. LEWIS, M. J. 1993. Propiedades Físicas de los Alimentos y de Sistemas Procesados. Ed. Acribia, Zaragoza, España, Pág. 439.
35. MAIER, H. G. 1981. Métodos Modernos de Análisis de Alimentos. Métodos Ópticos. 2 da. ed. Ed. Acribia. Pág. 106
36. MENDEZ, G. 1989. Comercialización del palmito. Bol. Pejibaye, editorial de la Universidad de Costa Rica. 1(2):1-3.
37. MEJIA, J. N. 1984. Palmito Producao, Pre Procesamento e Transformacao Agroindustrial. ITAL. Campinas Sao Paulo, Brasil.
38. MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO. 1994. Ley N° 1698 y en la Ley N° 5292. Art. 1. Norma. NCR 165. Palmito en Conserva.
39. MORA, U., SZOTT, L. 1993. IV. Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Costa Rica. Pág. 375.
40. MOSSEL. 1982. Microbiología de los Alimentos. 3ra ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 142.
41. OEA. 1977. Perfiles de Mercado Corazones de palmito. Organización de los Estados Americanos-OEA, Washington DC.

42. PEARSON, D. 1976. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 323.
43. PEREZ, V. J. 1987, Pautas para el Cultivo de pijuayo (Bactris gasipaes HBK) en la Amazonía Peruana. Programa de cultivos tropicales. INIAA. N°6.
44. QUAST. 1975. Curvas de titulacao do palmito. Instituto de Tecnología de Alimentos. Campinas. Sao Paulo - Brasil. Pág. 167.
45. RANKEN. 1993. Manual de Industrias de los Alimentos. 2 da. ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 328
46. SCHWARTZBERG, G. H. 1982. Solute Diffusivities in Leaching Process. Food Technology.
47. TAPA. 1971. Curso de capacitación en Tecnología de Alimentos. UNA. Lima - Perú.
48. URRO, S. 1990. Determinación de Parámetros Tecnológicos de Procesamiento de palmito de Pijuayo (Bactris gasipaes HBK). Tesis. Ing. Industrias Alimentarias. UNAP. Iquitos, Perú.
49. WILLS, R. 1984. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas posrecolección. Ed. Acribia. Zaragoza, España Pág. 35.

50. YGNACIO, S. 1995. Conservación del Palmito de Pijuayo (Bactris gasipaes HBK) en salmuera en envase de vidrio. Tesis. Ing. Industrias Alimentarias. UNAS. Tingo María - Perú.

51. ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, M. H. 1980. A Model to Explain Observed Behavior on Fish Salting. Journal of Food Science. Vol. 45: 1305 - 1311.

IX. ANEXOS

ANEXO I

LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS

Nombre:

Producto: Conserva de Palmito de Pijuayo

Hora:

PRUEBA DE DIFERENCIA

Observe y deguste las muestras cuidadosamente, luego marque con una "X" s el calificativo que crea conveniente para los siguientes ATRIBUTOS.

COLOR

CALIFICATIVO	MUESTRAS		
	X	Y	Z
Blanco característico			
Blanco ligeramente acentuado			
Blanco cremoso moderadamente claro			
Ligeramente pardo			
Moderadamente pardo			
Muy pardo			
Palmitos manchados en tonos oscuros			

SABOR

CALIFICATIVO	MUESTRAS		
	X	Y	Z
Bien característico			
Moderadamente característico			
Ligeramente característico			
Neutro			
Ligeramente extraño			
Moderadamente extraño			
Muy extraño			

AROMA

CALIFICATIVO	MUESTRAS		
	X	X	X
Característico			
Moderadamente característico			
Ligeramente característico			
Neutro			
Ligeramente extraño			
Moderadamente extraño			
Muy extraño			

TEXTURA

CALIFICATIVO	MUESTRAS		
	X	Y	Z
Fibroso			
Muy firme			
Firme			
Ligeramente firme			
Ligeramente blanda			
Blanda			
Muy Blanda			

APARIENCIA GENERAL DE LOS PALMITOS

CALIFICATIVO	MUESTRAS		
	X	Y	Z
Excelente			
Muy bueno			
Bueno			
Regular			
Ligeramente desagradable			
Desagradable			
Muy desagradable			

ANEXO 2

ANALISIS DE AZUCARES REDUCTORES

El método seguido fue el citado por MAIER (35), quien nos muestra el método espectrofotométrico para la determinación de los azúcares reductores.

a. Reactivos.

- Glucosa 0,11 g.
- Agua destilada 100 ml
- Reactivo de Ross 1000 ml.:

*** Solución A:**

- 2,4 Dinitrofenol, 7,145 g.
- Fenol 2,5 g.
- NaOH 5%, 250 ml.

*** Solución B:**

- Sal de Rochelle (Tartrato de sodio y potasio), 100 g.
- Agua destilada 500 ml.

b. Método.

- Preparación del Reactivo de ROSS.

El reactivo de ROSS está constituido por la mezcla de la solución A con B aforado con agua destilada hasta 1000 ml.

*** Solución A:**

Se pesa 7,145 g de 2,4 de dinitrofenol y se diluye en 250 ml de NaOH al 5%, se calienta en agua en ebullición hasta disolver el 2,4 dinitrofenol; la solución de dinitrofenol se mezcla con 2,5 g de fenol, se calienta por un tiempo de 2 a 4 min, hasta obtener una coloración transparente.

*** Solución B:**

Se pesa 100 g de sal Rochelle (Tartrato de sodio y potasio) y se diluye en 500 ml de agua destilada.

- Solución patron glucosa.

- 0,1636 g de glucosa se diluye en 100 ml de agua destilada a temperatura ambiente.

- Se vierte en cada tubo de ensayo muestras de la solución de glucosa en volúmenes diferentes desde 0,1 ml a 1,0 ml, enrasados hasta 2,0 ml con agua destilada.
- Adicionar 6 ml de reactivo de Ross a cada tubo de ensayo que contiene solución de glucosa.
- Las muestras son calentadas a 65 °C por 6 min., hasta que ocurra viraje del color amarillo a rojizo, inmediatamente se enfría, hasta 23 °C.
- Realizar lectura de transmitancia en la longitud de onda de 620 nm.
- Calculamos la absorvancia mediante la siguiente fórmula:

$$Ab = - \text{Log } \% T / 100 \dots(1)$$

- Establecemos una relación de Absorvancia y del porcentaje de concentración de cada muestra evaluada.

La fórmula aplicada es:

$$Cg = Wm / VI \dots(2)$$

Donde:

Cg : Concentración de la solución de glucosa.

Wm : Peso de la glucosa (0,11 g)

VI : Volumen del agua destilada (100 ml)

$$Wg = (Wm / Vl) Vg(2)$$

Donde:

Wg : Peso de la glucosa existente en el volumen X.

Vg : Volumen de la muestra de solución de glucosa (0,1, 0,2....1,0) ml.

$$Cm = (Wg / Vx) 100(3)$$

Donde:

Cm : Concentración real de la muestra al ser enrasada con 2ml de agua destilada.

Vx : Volumen del agua destilada adicionada a cada muestra enrasada a 2 ml.

- Con los datos encontrados elaboramos la Curva Patron (Absorbancia vs Concentración de Azúcares Reductores)

- **Evaluación de la muestra problema.**

- Se pesa un gramo de muestra y se diluye en 50 ml de agua destilada, se adiciona 0,5 g de sulfato de sodio para evitar pardeamiento.

- Agitar y filtrar la muestra en papel watman N° 40.
- Adicionar 2 ml de la solución filtrada al tubo de ensayo y en el vertir 6 ml de reactivo de Ross.
- Los tubos son calentados a 65 °C/6 min, enfriar inmediatamente hasta 23 °C.
- Realizar lectura del porcentaje de transmitancia a 620 nm , sin que transcurra mucho tiempo, de no obtener lectura del porcentaje de transmitancia en el rango de la curva patron, ello indica que la muestra esta muy concentrada, diluyase hasta obtener dicha lectura.
- Calculamos la absorvancia teniendo como referencia el porcentaje de transmitancia, para ello reemplazamos nuestros valores en la ecuación 1..
- Determinamos la concentración de la muestra problema interpolando los valores de absorvancia y concentración de la glucosa inferior y superior con respecto a la absorvancia de la muestra en estudio.

Abs	Concentración
Gluc.1	Gluc.1
Muestra	X
Gluc.2	Gluc.2

- De igual manera puede ser calculado en forma directa mediante la intercepción de la absorvancia de la muestra en estudio con la curva patron, proyectándose una vertical hacia el eje de la concentración.

- Finalmente para determinar la concentración real de la muestra en estudio, multiplicamos por el factor de dilución.

% Azúcares reductores = Concentración teórica x Dilución.

ANEXO 3

VISCOSIDAD RELATIVA

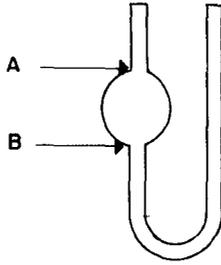
EL método aplicado fue el de Ostwald, citado por LEWIS (34)..

- Materiales:

- Agua destilada.
- Muestra problema.
- Cronómetro.
- Viscosímetro N° 18.

- Método:

- En primera instancia se determina el tipo de viscosímetro a emplear, dependiendo de la fluidez de la solución problema.
- Con un cronómetro el tiempo en (s) transcurrido en pasar la solución del menisco A hasta B, dicho procedimiento es aplicado tanto para el agua como para la solución problema, tal como se muestra en la figura.



Viscosímetro de Ostwald

- Determinamos la viscosidad relativa mediante el despeje de la viscosidad de la muestra problema de la ecuación general (1).

$$N_1 t_1 = N_2 t_2 \dots(1)$$

$$N_1 = (N_2 t_2) / t_1 \dots(2)$$

Donde:

N_1 : Viscosidad de la muestra problema.

t_1 : Tiempo transcurrido de A-B en (s) de la muestra problema.

N_2 : Viscosidad teórica del agua a 20 °C (1,002 cp).

t_2 : Tiempo transcurrido de A-B en (s) del agua a temperatura ambiente.

ANEXO 4

Cuadro 27. Análisis de Variancia de la evaluación organoléptica de diferencia para determinar los sólidos solubles en estudio.

ATRIBUTO: SABOR						
FV	G.L	S.C.	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	3	52,6719	17,5573	58,19	**	11.60
Panelistas	15	4,2343	0,2822	0,94	N.S	
Error	45	13,5781	0,3017			
Total	63	70,4843				
ATRIBUTO: COLOR						
Tratamientos	3	102,7500	34,2500	268,04	**	8.05
Panelistas	15	3,2500	0,2167	1,70	N.S	
Error	45	5,7500	0,1278			
Total	63	111,7500				
ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
Tratamientos	3	33,6718	11,2239	58,88	**	9.40
Panelistas	15	4,4843	0,2989	1,57	N.S	
Error	45	8,5781	0,1906			
Total	63	46,7343				

ANEXO 5

Cuadro 28. Análisis de variancia de los sólidos solubles de las muestras preparadas con jarabe de azúcar sólida y con azúcar invertida.

ATRIBUTO: SABOR						
FV	G.L	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	1	0,1250	0,1250	0,48	N.S	7.97
Panelistas	15	3,5000	0,2333	0,90	N.S	
Error	15	3,8750	0,2583			
Total	31	7,5000				
ATRIBUTO: COLOR						
Tratamientos	1	21,1250	21,1250	169,00	**	6.81
Panelistas	15	1,8750	0,1250	1,00	N.S	
Error	15	1,8750	0,1250			
Total	31	24,8750				
ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
Tratamientos	1	4,5000	4,5000	27,00	**	8.16
Panelistas	15	5,0000	0,3333	2,00	N.S	
Error	15	2,5000	0,1667			
Total	31	12,0000				

ANEXO 6

Cuadro 29. Análisis de variancia de los tratamientos de la acidez.

ATRIBUTO: SABOR						
FV	G.L	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	3	18,7969	6,2656	0,63	**	9.64
Panelistas	15	2,6093	0,1739	22,64	N.S	
Error	45	12,4531	0,2767			
Total	63	33,8593				

ATRIBUTO: AROMA						
FV	G.L	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	3	50,2969	16,7656	89,25	**	7.85
Panelistas	15	3,2343	0,2156	1,15	N.S	
Error	45	8,4531	0,1878			
Total	63	61,9843				

ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
FV	G.L	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	3	4,5625	1,5208	10,63	**	7.33
Panelistas	15	3,4375	0,2291	1,60	N.S	
Error	45	6,4375	0,1430			
Total	63	14,4375				

ANEXO 7

Cuadro 30. Análisis de variancia del tratamiento térmico.

ATRIBUTO: COLOR						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	4	142,8250	35,7062	233,50	**	7.66
Panelistas	15	1,2000	0,0800	0,52	N.S	
Error	60	9,1750	0,1529			
Total	79	153,2000				

ATRIBUTO: TEXTURA						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	4	31,9250	7,9812	78,83	**	5.42
Panelistas	15	1,4875	0,0991	0,98	N.S	
Error	60	6,0750	0,1012			
Total	79	39,4875				

ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	4	81,3000	20,3250	102,48	**	8.6
Panelistas	15	2,3500	0,1567	0,79	N.S	
Error	60	11,9000	0,1983			
Total	79	95,5500				

ANEXO 8

Cuadro 31. Valores letales correspondientes a las temperaturas del punto más frío, para determinar el Valor de Fo mediante el Método General.

Tiempo (min)	Temperatura °C		Valor letal	
	T3	L	L	Lxdt
1	37,8	4,68E-09	4,68E-09	4,68E-09
2	38,0	4,89E-09	4,89E-09	4,89E-09
3	38,3	5,24E-09	5,24E-09	5,24E-09
4	38,4	5,37E-09	5,37E-09	5,37E-09
5	38,5	5,49E-09	5,49E-09	5,49E-09
6	38,6	5,62E-09	5,62E-09	5,62E-09
7	38,8	5,89E-09	5,89E-09	5,89E-09
8	39,1	6,31E-09	6,31E-09	6,31E-09
9	39,4	6,76E-09	6,76E-09	6,76E-09
10	40,5	8,71E-09	8,71E-09	8,71E-09
11	41,6	1,12E-08	1,12E-08	1,12E-08
12	43,0	1,54E-08	1,54E-08	1,54E-08
13	45,7	2,88E-08	2,88E-08	2,88E-08
14	49,8	7,41E-08	7,41E-08	7,41E-08
15	54,4	2,13E-07	2,13E-07	2,13E-07
16	58,3	5,24E-07	5,24E-07	5,24E-07
17	66,3	3,31E-06	3,31E-06	3,31E-06
18	70,7	9,12E-06	9,12E-06	9,12E-06
19	76,6	3,54E-05	3,54E-05	3,54E-05
20	79,5	6,91E-05	6,91E-05	6,91E-05
21	82,2	1,29 E-04	1,29E-04	1,29E-04
22	87,0	3,89 E-04	3,89E-04	3,89E-04
23	89,2	6,45 E-04	6,45E-04	6,45E-04
24	91,0	9,77 E-04	9,77E-04	9,77E-04
25	93,5	1,73 E-03	1,73E-03	1,73E-03
26	95,2	2,57 E-03	2,57E-03	2,57E-03
27	97,3	4,17 E-03	4,17E-03	4,17E-03
28	98,3	5,24 E-03	5,24E-03	5,24E-03
29	98,7	5,75 E-03	5,75E-03	5,75E-03
30	99,5	6,91 E-03	6,91E-03	6,91E-03
31	99,7	7,24 E-03	7,24E-03	7,24E-03

Va...

Cuadro 31 ... Continua

32	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
33	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
34	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
35	100,1	7,94 E-03	7,94E-03
36	100,1	7,94 E-03	7,94E-03
37	100,1	7,94 E-03	7,94E-03
38	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
39	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
40	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
41	100,1	7,94 E-03	7,94E-03
42	100,0	7,76 E-03	7,76E-03
43	98,0	4,89 E-03	4,89E-03
44	97,5	4,37 E-03	4,37E-03
45	94,5	2,19 E-03	2,19E-03
46	93,2	1,62 E-03	1,62E-03
47	91,0	9,77 E-04	9,77E-04
48	88,1	5,01 E-04	5,01E-04
49	86,0	3,09 E-04	3,09E-04
50	84,0	1,94 E-04	1,94E-04
51	82,1	1,26 E-04	1,26E-04
52	80,0	7,76E-05	7,76E-05
53	78,0	4,89E-05	4,89E-05
54	76,2	3,23E-05	3,23E-05
55	66,4	3,39E-06	3,39E-06
56	65,0	2,45E-06	2,45E-06
57	61,0	9,77E-07	9,77E-07
58	58,3	5,24E-07	5,24E-07
59	56,6	3,54E-07	3,54E-07
60	55,4	2,69E-07	2,69E-07
61	53,3	1,66E-07	1,66E-07
62	51,9	1,21E-07	1,21E-07

ANEXO 9

Cuadro 32. Tabla para cálculo del Valor Fo por método de BALL, cuando la curva de calentamiento es "Simple Heating Curve".

ESPECIFICACIONES		
Z	Z = 10 °C	Z = 10 °C
f _h	10	10
RT	100 °C	100 °C
I' T'	-120 °C	-120 °C
J i = RT - I' T'	220 °C	100 - (-120) = 220 °C
IT	37,7 °C	37,7 °C
I = RT - IT	62,3 °C	(100 - 37,7) °C = 62,3 °C
j = J i / I	3.53	220 / 62,3 = 3,53
Fi (Por Tabla Z=10 RT=100 °C)	128.8	128.8
CW	20 °C	20 °C
m + g = (RT - CW)	80 °C	(100 - 20) °C = 80 °C
j I =	219.91	3,53 x 62,3 = 219,91
Log j I	2.34	LOG 219.91 = 2,34
B = (t _p + 0,42 x CUT)	31.72	(25 + 0,42 x 16) = 31,72
B/f _h	3.172	31,72 / 10 = 3,172
Log g = (Log j I - B/f _h)	-0.83	2,34 - 3,17 = - 0,83
f / U (del gráfico f / u : log g)	1	1
Fo = [f h / (f/U x Fi)]	0.08	10 / (1 x 128,8) = 0,08

Donde:

- f_h = Un período logarítmico de la curva.
- RT = Temperatura de Retorta.
- I' T' = Temperatura inicial del contenido de la conserva (teórico) cuando t=0, cuando del "0" corregido corresponde a CUT x 0,58
- CW = Temperatura del agua de enfriamiento.
- I T = Temperatura real inmediata anterior a la esterilización térmica de la conserva.
- j = Se denomina factor log. cuando mayor es su valor, indica que existe un retraso en la elevación de la curva.

ANEXO 10

Cuadro 33. Determinación de la Difusividad efectiva de los sólidos solubles de la solución de cubierta hacia el producto a 30 °Bx.

Z (m)	X (°Bx)	A	Erf (Xi)	Xi	Xtr	Dsi (m ² /s)
0,002	30,0	0,1251	0,1236	0,11	0,111497	7,44 E-10
0,004	29,7	0,1513	0,1459	0,13	0,135444	2,01 E-9
0,006	29,0	0,2126	0,2118	0,19	0,190794	2,29 E-9
0,008	27,4	0,3526	0,3491	0,32	0,323437	1,41 E-9
0,010	26,2	0,4576	0,4569	0,43	0,430652	1,24 E-9
0,012	25,0	0,5626	0,5549	0,54	0,547389	1,11 E-9
0,014	24,5	0,6062	0,6039	0,60	0,602296	1,25 E-9
0,016	23,5	0,6938	0,6914	0,72	0,722243	1,13 E-9
0,018	23,0	0,7375	0,7361	0,79	0,791328	1,19 E-9
0,020	22,0	0,8250	0,8209	0,95	0,953695	1,01 E-9
0,022	21,6	0,8600	0,8586	1,04	1,041243	1,03 E-9
0,024	21,4	0,8801	0,8768	1,09	1,092892	1,11 E-9
0,026	21,2	0,8950	0,8931	1,14	1,141635	1,20 E-9
0,028	21,0	0,9125	0,9108	1,20	1,201437	1,26 E-9
0,030	20,7	0,9388	0,9381	1,32	1,320533	1,19 E-9
0,032	20,4	0,9650	0,9649	1,49	1,490079	1,36 E-9
0,034	20,0	1,0000	0,9672	1,59	1,614169	7,99 E-10

Xo = 20 °Bx

Tiempo = 30 horas

Coefficiente de determinación para los 5 primeros puntos experimentales

R cuadrado = 0,939513

X = 31,43 - 495 Z

Coefficiente de determinación para los 15 puntos experimentales

R cuadrado = 0,927948

ANEXO 11

Cuadro 34. Determinación de la Difusividad efectiva de los moles del ácido acético hacia el palmito en un 3% de acidez.

Z (m)	D (% á.acétc.)	A	Erf (Xi)	Xi	Xtr	Dsi (m2/s)
0.002	1.2543	0,0665	0,0564	0,05	0,060097	1,60 E-9
0.004	1.2072	0,1039	0,1013	0,09	0,092597	2,69 E-9
0.006	1.1637	0,1385	0,1348	0,12	0,123693	3,40 E-9
0.008	1.0993	0,1897	0,1790	0,16	0,168074	3,27 E-9
0.010	0.9795	0,2849	0,2768	0,25	0,258039	2,17 E-9
0.012	0.9683	0,2939	0,2869	0,26	0,266943	2,92 E-9
0.014	0.9379	0,3180	0,3079	0,28	0,290004	3,37 E-9
0.016	0.7423	0,4735	0,4662	0,44	0,447131	1,85 E-9
0.018	0.5970	0,5890	0,5879	0,58	0,581056	1,39 E-9
0.020	0.5121	0,6565	0,6494	0,66	0,666736	1,30 E-9
0.022	0.4098	0,7378	0,7361	0,79	0,791577	1,12 E-9
0.024	0.3922	0,7518	0,7480	0,81	0,813510	1,26 E-9
0.026	0.3822	0,7589	0,7538	0,82	0,824702	1,43 E-9
0.028	0.3808	0,7609	0,7595	0,83	0,831288	1,64 E-9
0.030	0.3620	0,7758	0,7707	0,85	0,854673	1,78 E-9
0.032	0.3373	0,7954	0,7918	0,89	0,893271	1,86 E-9
0.034	0.3334	0,7993	0,7969	0,90	0,902176	2,05 E-9
0.036	0.3127	0,8150	0,8116	0,93	0,933062	2,15 E-9
0.038	0.2832	0,8384	0,8342	0,98	0,983739	2,16 E-9
0.040	0.2774	0,8430	0,8427	1,00	1,000273	2,31 E-9
0.042	0.2715	0,8477	0,8468	1,01	1,010796	2,49 E-9
0.044	0.2506	0,8643	0,8624	1,05	1,051663	2,77 E-9
0.046	0.2446	0,8691	0,8661	1,06	1,062619	2,95 E-9
0.048	0.2235	0,8859	0,8835	1,11	1,112068	2,92 E-9
0.050	0.2016	0,9033	0,9020	1,17	1,171101	2,85 E-9
0.052	0.1784	0,9217	0,9205	1,24	1,240997	2,73 E-9

Va ...

Cuadro 34 ... Continua

0.054	0.1663	0,9313	0,9297	1,28	1,281312	2,76 E-9
0.056	0.1610	0,9356	0,9340	1,30	1,301304	2,87 E-9
0.058	0.1433	0,9497	0,9490	1,38	1,380556	2,73 E-9
0.060	0.1317	0,9589	0,9583	1,44	1,440467	2,68 E-9
6.200	0.1200	0,9682	0,9672	1,59	1,590737	2,34 E-9

Yo palmito (% á. acético) = 0,08

Tiempo = 48 horas.

Coefficiente de determinación para los 5 primeros puntos experimentales.

R cuadrado = 0,9498965

Y = 1,338 - 32,875 Z

Y/m = 1,338

Coefficiente de determinación para los 31 puntos experimentales.

R cuadrado = 0,833779

ANEXO 12

Cuadro 35. Análisis de variancia de preferencia entre las muestras del palmito en salmuera y en solución agridulce.

ATRIBUTO: COLOR						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	1	12,5000	12,5000	53,57	**	8.05
Panelistas	15	4,0000	0,2667	1,14	N.S	
Error	15	3,5000	0,2333			
Total	31	20,0000				

ATRIBUTO:SABOR						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	1	1,5312	1,5312	4.62	**	9.84
Panelistas	15	3,7188	0,2479	0.75	N.S	
Error	15	4,9687	0,3312			
Total	31	10,2188				

ATRIBUTO : TEXTURA						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	1	0.2812	0.2812	1.31	N.S	9.13
Panelistas	15	2.9688	0.1979	0.92	N.S	
Error	15	3.2188	0.2146			
Total	31	6.4688				

ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
FV	G.L.	S.C	C.Me	Fc.	Sig.	C.V.
Tratamientos	1	6,1250	6,1250	31,96	**	8.52
Panelistas	15	1,8750	0,1250	0,65	N.S	
Error	15	2,8750	0.1917			
Total	31	31,0000				

ANEXO 13

Cuadro 36. Tabla de la función de error Erf (X)

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,1113	0,0226	0,0338	0,0451	0,0564	0,0676	0,0789	0,0901	0,1013
0,1	0,1125	0,1236	0,1348	0,1459	0,1569	0,1680	0,1790	0,1900	0,2009	0,2118
0,2	0,2227	0,2335	0,2248	0,2550	0,2657	0,2768	0,2869	0,2974	0,3079	0,3183
0,3	0,3286	0,3389	0,3491	0,3593	0,3694	0,3794	0,3893	0,3992	0,4090	0,4187
0,4	0,4284	0,4380	0,4475	0,4569	0,4662	0,4755	0,4847	0,4937	0,5027	0,5117
0,5	0,5202	0,5292	0,5379	0,5465	0,5549	0,5633	0,5716	0,5798	0,5879	0,5959
0,6	0,6039	0,6117	0,6194	0,6270	0,6346	0,6420	0,6494	0,6566	0,6628	0,6700
0,7	0,6778	0,6847	0,6914	0,6981	0,7047	0,7112	0,7175	0,7238	0,7300	0,7361
0,8	0,7421	0,7480	0,7538	0,7595	0,7651	0,7707	0,7761	0,7814	0,7867	0,7918
0,9	0,7969	0,8019	0,8068	0,8116	0,8163	0,8209	0,8254	0,8299	0,8342	0,8385
1,0	0,8427	0,8468	0,8508	0,8548	0,8586	0,8624	0,8661	0,8698	0,8733	0,8768
1,1	0,8802	0,8835	0,8868	0,8900	0,8931	0,8961	0,8991	0,9020	0,9048	0,9076
1,2	0,9108	0,9130	0,9155	0,9181	0,9205	0,9229	0,9252	0,9275	0,9297	0,9319
1,3	0,9340	0,9361	0,9381	0,9400	0,9419	0,9438	0,9456	0,9473	0,9490	0,9507
1,4	0,9523	0,9539	0,9554	0,9569	0,9583	0,9597	0,9611	0,9624	0,9637	0,9649
1,5	0,9661	0,9662	0,9663	0,9665	0,9666	0,9667	0,9668	0,9669	0,9670	0,9672

Fuente : JOST (31).