

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIA, TECNOLOGIA
E INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS**



**"OBTENCION DE FRUTA CONFITADA A PARTIR DEL
CHAYOTE (*Sechium edule* L.) POR EL METODO DEL
PROCESO LENTO"**

Tesis

Para optar el título de :

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CESAR WALTER YURIVILCA MARTINEZ

TINGO MARIA - PERU

2002

DEDICATORIA

A Dios por haberme
permitido llegar a mi
meta profesional.

A la memoria de mis
padres: Marcial y Alfonsa
que iluminan mi camino.

A mi esposa Rosa María,
por su comprensión y
apoyo en el logro de mis
aspiraciones profesionales.

A mis hijos: Cecilia,
Cinthya y Jean Pierre
con mucho amor y
cariño

A mis hermanos: José
Alfonso, Irma y José
Alberto, con afecto y
estima.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por la oportunidad brindada de formarme profesionalmente en las Ciencias Industrias Alimentarias.
- Al Ing. Guillermo De La Cruz Carranza, patrocinador del presente trabajo de tesis, por su apoyo y orientación durante la ejecución de la misma.
- A los miembros del Jurado Calificador por sus orientaciones y sugerencias.
- A los Docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a los de la Facultad de Industrias Alimentarias, por los conocimientos y experiencias transmitidas durante mi formación profesional.
- A los Jefes y Técnicos de los Laboratorios de Química, Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial, Planta Piloto E-5 UNAS y a todas las personas y amigos que de una u otra forma contribuyeron en la ejecución del presente trabajo de tesis.
- A la señora María Guillen, por su apoyo desinteresado a mi familia.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la planta piloto E-5 de Procesamiento de Frutas y Hortalizas y en los Laboratorios de Química, Análisis de Alimentos y Análisis Sensorial de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, en el periodo Julio 1997 a Marzo 1998, con la finalidad de obtener fruta confitada utilizando como materia prima no tradicional al chayote (*Sechium edule* L.) por el método del proceso lento. El flujograma óptimo de procesamiento comprendió las siguientes operaciones unitarias: Pesado - Selección - Clasificación - Lavado - Pelado - Despepitado - Picado - Macerado - Desalado - Precocción - Inmersión en jarabe - Escurrido - Lavado - Secado - Envasado - Almacenado.

La metodología del presente trabajo compendió 3 componentes en estudio :

1. Caracterización de la materia prima.

Con el objeto de estudiar sus características biométricas, sus macrocomponentes (% de cáscara, % de semilla y % pulpa), su composición proximal y físico-químico del fruto del chayote.

2. Determinación de los parámetros tecnológicos.

Para la obtención de fruta confitada a partir del chayote por el método del proceso lento.

3. Caracterización del producto terminado.

A fin de evaluar el comportamiento organoléptico y sanitario del producto al inicio y al final del período de almacenamiento.

El análisis microbiológico de la fruta confitada del chayote al inicio y al final del almacenamiento reportó ser óptimo para su consumo.

La actividad de agua determinada en el producto fue de 0,72; valor que la ubica en el grupo de alimentos con humedad intermedia. El análisis sensorial se efectuó en base a los puntajes referidos por el panel semientrenado, según la escala hedónica presentada en cada ficha a los panelistas cuyos resultados se sometieron al análisis de variancia para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio; para luego aplicar la prueba de Tukey en un nivel de significación de 0,05. Finalmente se evaluó la preferencia del producto final frente a dos muestras comerciales provenientes de los mercados de Tingo María y de la ciudad de Lima, a través de la prueba de Ordenamiento (Ranking); obteniendo la fruta confitada de chayote aceptación y preferencia por el panel que discriminó a las muestras comerciales.

SUMMARY

The present study was made in the pilot plant E-5 and in the laboratories of Foods and sensory Analysis of the university : "Universidad Nacional Agraria de la Selva of Tingo María", in the period July 1997 to March 1998 with the purpose of obtaining preserved fruit using as raw material not traditional to the chayote (*Sechium edule L.*) in its green state (painted) for the methods of the slow process. The optimum flow sheet of processing understood the following unit operations: Weighing-Selection-Classification-Washing-Peeled-Remove the seeds-Choppy-Macerate-Desalt -Precooking-Immersion in syrup-Drain-Washing-Drying-Packing-Stored.

The methodology of the present work understood 3 components in study :

1. Characterization of the raw material.

In order to studying their characteristic biometrics, their macro components (peel%, seed% and% pulp), their proximal composition and physical-chemical of the fruit of the chayote.

2. Determination of the technological parameters.

For the obtaining of preserved fruit starting from the chayote for the method of the slow process.

3. Characterization of the finished product.

In order to evaluate the behavior sensorial and sanitarium from the product to the beginning and the end of the period of storage.

The microbiology analysis of the preserved fruit of the chayote to the beginning and the end of the storage demonstrated good sanitary conditions for its consumption.

The water activity determined in the product was of 0,72; valor that locates it in the group of foods with intermediate humidity. The sensorial analysis was made on the base of the scoring referred by the panel semi training according to the scale hedonic presented in each record to the panelists whose results underwent the analysis of variance to determine if significant differences exist among the treatments in study. For then to apply the test of Tukey in a level of significance of 0,05. The preference of the final product endly was evaluated in front of two commercial samples coming from the markets of Tingo María and of the of Lima city, through the test of Ranking; obtaining the preserved fruit of chayote acceptance and preference for the panel that it discriminate against to the commercial samples.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del chayote.....	3
2.1.1. Partes de la planta del chayote.....	3
2.1.2. Taxonomía.....	5
2.1.3. Valor nutritivo.....	5
2.2. fundamentos del procesamiento de fruta confitada.....	6
2.2.1. Fruta confitada.....	6
2.2.2. Fenómeno de ósmosis.....	6
2.2.3. Presión osmótica.....	8
2.2.4. Difusión.....	11
2.2.5. Actividad de agua (a_w).....	14
2.2.6. Deshidratación osmótica.....	18
2.3. Operaciones básicas en la elaboración de fruta confitada por el método del proceso lento.....	19
2.3.1. Proceso lento o tradicional.....	19
2.3.2. Operaciones unitarias a seguirse en el proceso de fruta confitada.....	20
2.4. Evaluación sensorial.....	24
2.5. La actividad de agua en la vida útil de los alimentos.....	26
2.6. Controles microbiológicos.....	28
2.7. Insumos del procesamiento de fruta confitada.....	28

III. MATERIALES Y METODOS	31
3.1. Materiales y equipos	31
3.1.1 Materia prima	31
3.1.2. Insumos	31
3. 1.3. Reactivos	32
3.1.4. Empaque	32
3.1.5. Materiales	32
3.1.6. Equipos	33
3.2. Métodos de análisis	34
3.2.1. Caracterización de la materia prima y del producto final	34
a. Determinación biométrica de los frutos de chayote	34
b. Análisis químico proximal en el fruto de chayote y en el producto final	34
c. Análisis físico-químico del fruto del chayote y del producto final	35
d. Análisis microbiológico de la fruta confitada	35
3.3. Metodología experimental	36
3.3.1. Determinación de los parámetros tecnológicos para la elaboración de fruta confitada a partir del chayote	36
3.3.2. Pruebas preliminares	41
a. Operaciones en estudio	41
b. Diseño experimental- análisis estadístico	44
c. Evaluación sensorial	45

3.3.3. Pruebas finales	46
a. Optimización del tiempo de inmersión en el jarabe	46
b. Evaluación estadística de las pruebas finales	47
c. Balance de materia y determinación del rendimiento	47
d. Obtención del flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada a partir del chayote (<i>Sechium edule</i> L.)	47
e. Análisis microbiológico	47
3.3.4. Estimación del tiempo de vida útil en anaquel del chayote confitado	48
3.3.5. Evaluaciones durante el almacenamiento	48
3.3.6. Evaluaciones después del almacenamiento	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	50
V. CONCLUSIONES	101
VI. RECOMENDACIONES	103
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	104
ANEXOS	108

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Composición químico proximal del chayote	6
2. Actividad de agua de algunos alimentos	27
3. Valores de actividad de agua mínimos para el crecimiento de microorganismos de importancia en alimentos	27
4. Solución NaOH para el pelado químico	41
5. Solución de NaCl para la maceración	42
6. Prueba de blanqueo	42
7. Análisis de varianza	45
8. Diseño experimental: DBCA con arreglo factorial 3A x 3B	45
9. Medidas biométricas de 10 frutos de chayote	50
10. Componentes del fruto del chayote	51
11. Análisis químico proximal del chayote	52
12. Análisis físico químico del chayote	53
13. Resultados del pelado químico	54
14. Resultado de la prueba de actividad enzimática	58
15. Pérdida de humedad en función al tiempo de secado	60
16. Variación del tiempo de inmersión en jarabe vs los °Brix en equilibrio por día	63
17. Variación de los °Brix del jarabe y de la fruta	63
18. Análisis de variancia para el atributo color	66

19. Prueba de Tukey para el atributo color ($\alpha = 0,05$).....	67
20. ANVA de los efectos simples para el atributo color.....	68
21. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_1 ($\alpha = 0,05$).....	69
22. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).....	70
23. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_3 ($\alpha = 0,05$).....	70
24. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_1 ($\alpha = 0,05$).....	71
25. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_2 ($\alpha = 0,05$).....	71
26. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_3 ($\alpha = 0,05$).....	72
27. Análisis de variancia para el atributo sabor.....	72
28. ANVA de los efectos simples para el atributo sabor.....	74
29. Prueba de Tukey para el atributo sabor del factor A en b_1 ($\alpha = 0,05$).....	75
30. Prueba de Tukey para el atributo sabor del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).....	75
31. Prueba de Tukey para el atributo sabor del factor A en b_3 ($\alpha = 0,05$).....	75
32. Prueba de Tukey para el atributo sabor del factor B en a_3	

($\alpha = 0,05$).....	76
33. Prueba de Tukey para el atributo sabor ($\alpha = 0,05$).....	77
34. Análisis de variancia para el atributo apariencia general.....	78
35. ANVA de los efectos simples para el atributo apariencia general ..	79
36. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_1 ($\alpha = 0,05$).....	80
37. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).....	81
38. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_3 ($\alpha = 0,05$).....	81
39. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_1 ($\alpha = 0,05$).....	82
40. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_2 ($\alpha = 0,05$).....	82
41. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_3 ($\alpha = 0,05$).....	82
42. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general ($\alpha = 0,05$).....	83
43. Análisis de variancia para el atributo textura.....	84
44. Prueba de Tukey para el atributo textura ($\alpha = 0,05$).....	84
45. Balance de materia y determinación del rendimiento en base a 100 kg de materia prima.....	87
46. Análisis químico proximal del chayote confitado.....	91
47. Análisis físico químico del chayote confitado.....	92

48. Numeración de microorganismos del chayote confitado	93
49. Evaluaciones durante el almacenamiento	96
50. Análisis químico proximal después del almacenamiento	97
51. Análisis físico químico después del almacenamiento	97
52. Análisis microbiológico después del almacenamiento	98
53. Resultados de la evaluación sensorial de preferencia después del almacenamiento	100

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Partes de la planta del chayote.....	4
2. Intercambio agua-azúcar a través de una membrana semipermeable.....	7
3. Diagrama de flujo para la obtención de fruta confitada a partir del chayote (<i>Sechium edule</i> L.).....	40
4. Variación del peso del chayote en 120 horas de maceración.....	56
5. Pérdida de humedad del chayote confitado en función al tiempo de secado a 60°C.....	61
6. Variación del tiempo de inmersión en jarabe vs los °Brix en equilibrio.....	64
7. Variación de los °Brix del jarabe y de la fruta durante la inmersión.....	65
8. Balance de materia y rendimiento del proceso de obtención de fruta confitada de chayote.....	86
9. Isoterma de adsorción de la fruta confitada.....	94

I. INTRODUCCION

El chayote (*Sechium edule* L.) materia prima en el presente estudio, es una calabacita de gran adaptación al trópico peruano, pues según la literatura tiene como centro de origen a México y Centroamérica, en donde es consumido en forma de sopas, guisos, dulces, etc utilizándose los frutos, los tallos y hojas tiernas así como la raíz tuberizada. Pertenece a la familia de las Cucurbitaceas que incluye a plantas importantes, como las hortalizas. Esta familia cuenta con 90 géneros y alrededor de 750 especies, presenta un alto contenido de calorías, carbohidratos y 16 aminoácidos esenciales para una buena alimentación.

Asimismo posee propiedades medicinales, para lo cual se toma infusión de sus hojas ó macerado de la raíz, lo que ayuda a : disolver los cálculos renales, calmar la hipertensión, aliviar la retención de orina, así como el tratamiento de la arterioesclerosis, entre otros; considerando que su cultivo requiere de mínimas dosis de abonamiento y que se adapta a un amplio rango de temperatura que va de 10 a 32 °C (climas templados, subtropicales y tropicales), así como su rusticidad frente a la escasez o abundancia de humedad bien podría resultar altamente rentable su explotación agrícola en la zona de Tingo María y el Alto Huallaga y constituirse en la materia prima sustituta de la tradicional papaya verde por su gran rendimiento por hectárea y bajo costo de producción.

Al margen de estas bondades, el fruto del chayote contiene aproximadamente un 75% de pulpa con una textura apta para el proceso de confitado; por lo que teniendo en cuenta estas consideraciones se realizó el presente trabajo de tesis a fin de cumplir con los siguientes objetivos :

- Estudiar la caracterización del chayote (*Sechium edule* L.).
- Determinar los parámetros tecnológicos óptimos para el procesamiento de fruta confitada a partir del Chayote (*Sechium edule* L.), por el método del Proceso Lento.
- Estudiar la caracterización del producto terminado y almacenamiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del chayote

Según la FAO (1982), el chayote (*Sechium edule* L.), es una planta robusta perenne, de crecimiento rastrero trepador. Al madurar la planta, puede alcanzar una longitud de 12 m. Las partes de la planta del chayote se indica en la figura 1 y se describen a continuación :

2.1.1. Partes de la planta del chayote

a. Raíz; a diferencia de otras cucurbitáceas, el chayote al madurar tiene raíces tuberosas conocidas como chinchayote. Al terminar de dar su fruto, la raíz se engruesa dando el aspecto de un camote.

b. Tallo; el tallo es estriado y no tiene tanto pelo como el melón y sandía.

c. Hojas; las hojas son de forma acorazonada o lobular. Su diámetro es de 5 a 17 cm.

d. Zarcillos; son largos y complejos, divididos en filamentos secundarios.

e. Flores masculinas; nacen en grupos.

f. Flores femeninas; se encuentran solitarias. Nacen con frecuencia de la misma axila de las flores masculinas. Son de color verde

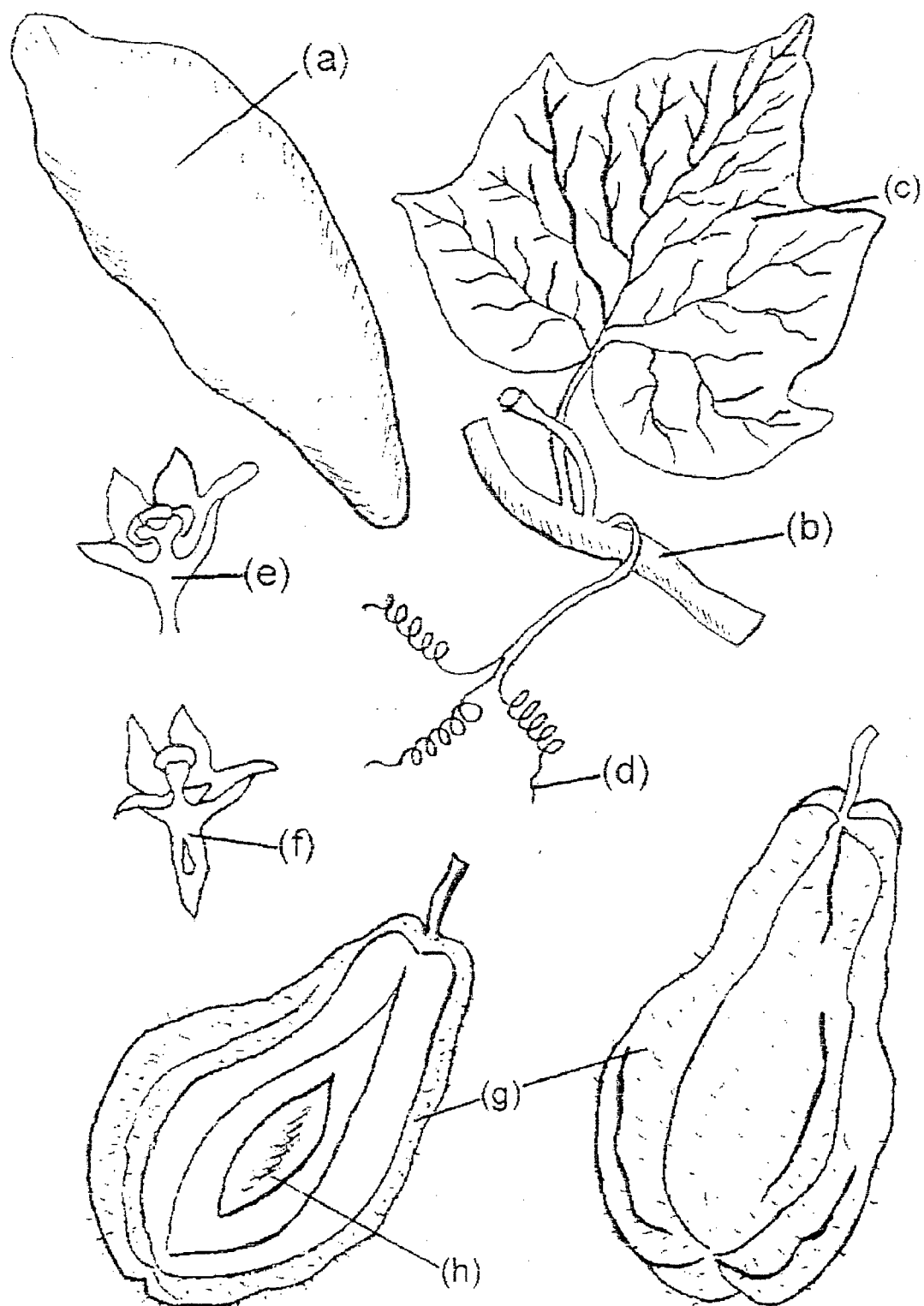


Figura 1. Partes de la Planta del Chayote

o crema.

g. Fruto; es carnoso en forma de pera con pulpa color verde crema.

h. Semilla; es grande, plana, ovoide y comprimida de color blanco. Mide de 3 a 5 cm de longitud.

2.1. 2. Taxonomía

Calzada (1980), presenta la siguiente división taxonómica:

División	:	Fanerógama
Sub División	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub Clase	:	Metaclamídeas
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Género	:	<i>Sechium</i>
Especie	:	<i>Sechium edule</i> L.

2.1.3. Valor nutritivo

El chayote es una hortaliza poco utilizada en la alimentación de nuestra población local, regional y nacional, debido al gran desconocimiento que se tiene del manejo agrícola de su cultivo y la utilización de sus frutos. Su escasa producción en los valles costeros es utilizado por lo general por los criadores de cerdos y pocas veces en la dieta de las personas. La raíz y hojas tienen bondades medicinales y la pulpa es rica en vitaminas y minerales; nutrientes requeridos a diario por el organismo humano.

Cuadro 1. Composición químico proximal del chayote

Componentes		Contenido
Agua	(%)	93,10
Proteína	(%)	0,50
Grasa	(%)	0,30
Carbohidratos	(%)	4,90
Fibra	(%)	0,80
Ceniza	(%)	0,40
Calcio	(mg)	11,00
Fósforo	(mg)	19,00
Magnesio	(mg)	0,60
Caroteno	(mg)	0,20
Tiamina	(mg)	0,30
Riboflavina	(mg)	0,40
Niacina	(mg)	0,28
Acido ascórbico	(mg)	10,00
Calorías	(kcal)	21,00

Fuente: Ministerio de salud (1986)

2.2. Fundamentos del procesamiento de fruta confitada

2.2.1. Fruta confitada

La fruta confitada es el producto en el cual el agua celular está sustituida por el azúcar, FAO (1986). El proceso de confitado es debido a la ósmosis, en la que la fruta se comporta aproximadamente como una membrana semipermeable, en la que ingresa el azúcar pasando a formar parte de la masa de la fruta; a la vez que la fruta elimina agua por acción de la presión osmótica creada por la alta concentración de sólidos solubles del jarabe de inmersión, Egúsquiza (1982).

2.2.2. Fenómeno de ósmosis

La ósmosis consiste en el flujo de agua desde una solución diluida contenida dentro de una membrana semipermeable hacia una solución más

concentrada que rodea a la membrana. Este fenómeno físico gobierna la operación de inmersión en el jarabe durante la elaboración de fruta confitada, en la que el jugo celular de la fruta pasa a la solución azucarada y el azúcar de la solución ingresa a la fruta por difusión, tal como se observa en la figura 2 :

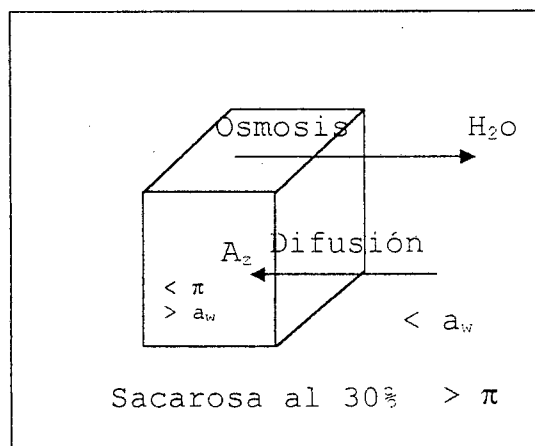


Figura 2. Intercambio Agua – Azúcar a través de una membrana semipermeable

Oriol y Legestri (1967); indican que el fenómeno de la osmosis esta sujeta a 3 leyes definidas :

- 1ra. Es preciso la interposición de una membrana semipermeable para que ocurra el fenómeno de osmosis.
- 2da. Es necesario que dicha membrana sea mojada o embebida por el solvente.
- 3ra. Es indispensable que los líquidos que separa la membrana sean miscibles el uno en el otro.

El paso del líquido a través de la membrana semipermeable puede apurarse o interrumpirse aplicando presión a la solución en el lado de mayor concentración de soluto, esta presión se denomina presión osmotica

y es una característica de la solución.

2.2.3. Presión osmótica

Es una presión generada a través de la membrana semipermeable por la diferencia de concentración externa e interna de la fruta, que produce una deshidratación osmótica parcial de la misma.

La presión osmótica se fundamenta en que el agua tiende a pasar de la fruta al medio circundante (jarabe) produciéndose pérdida de agua (deshidratación) y absorbiendo sólidos solubles (azúcar) del medio. Hurtado (1983) indica que en soluciones diluidas, la presión osmótica esta gobernada por la Ecuación de Van't Hoff :

$$\pi = C R T$$

Donde : π = presión osmótica

C = concentración de soluto en moles/litro

R = constante general de los gases

T = temperatura absoluta.

Flores (1977) manifiesta que la presión osmótica precisa de cuatro leyes a saber :

1ra La presión osmótica es directamente proporcional a la temperatura.

2da. La presión osmótica es directamente proporcional a la concentración de la solución.

3ra. No influye para nada la naturaleza de la sustancia disuelta.

4ta. Todas las soluciones equimolares tienen una misma presión osmótica.

Chirife (1982) sostiene que la transferencia de agua por ósmosis se puede aplicar a trozos de frutas, dado a que ellas contienen solutos (azúcares, ácidos orgánicos, etc.) en solución diluida y su estructura celular actúa aproximadamente como una membrana semipermeable. Es así que se puede lograr una deshidratación parcial de los trozos de fruta, simplemente por inmersión en una solución de suficiente concentración de azúcar.

La fuerza impulsora de la denominada deshidratación osmótica consiste en la diferencia del potencial químico del agua (U) en la fruta y del medio que lo rodea. El potencial químico está a su vez directamente relacionado con la actividad de agua (a_w) o la presión osmótica (π) a través de las ecuaciones :

$$U = u_0 + RT \ln a_w \dots\dots\dots(1)$$

$$\pi = \frac{RT}{V} \ln \frac{1}{a_w} \dots\dots\dots(2)$$

Donde :

U = Potencial químico del agua en la fruta

u_0 = Potencial químico de referencia a la temperatura en cuestión.

V = Volumen molar parcial del agua

R = Constante de los gases.

T = Temperatura absoluta

a_w = Actividad de agua

π = presión osmótica

Además se sabe que :

$$a_w = \frac{P}{P_0} \dots\dots\dots(3)$$

Siendo: P = presión de vapor del agua en la solución.

P_0 = presión de vapor de agua pura a igual temperatura.

De donde se afirma que la Actividad de Agua (a_w) esta relacionada en forma inversa con la presión osmótica (π) de la solución acuosa circundante a través de la siguiente ecuación:

$$\pi V = RT \ln \frac{P_0}{P} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Por lo tanto :} \quad \pi = \frac{RT}{V} \ln \frac{1}{a_w} \dots\dots\dots(5)$$

$$\therefore \boxed{\pi = 2,303 \frac{RT}{V} \text{ Log } \frac{1}{a_w}} \dots\dots\dots(6)$$

Por lo que se puede decir que, tanto la depresión de la a_w , así como el efecto de la presión osmótica (π) constituyen los efectos más importantes de la conservación de los alimentos azucarados.

Meyer *et al* (1976) afirman que el término "Presión Osmótica" puede emplearse en forma más útil como índice de ciertas propiedades de una solución, que como designación de una verdadera presión, por ejemplo; si se dice que una solución molal de sacarosa colocada en un vaso de precipitación tiene una presión de 27 atm. a 25 °C, no significa que la solución ejerce una presión real de 27 atm.; sino que se da a entender que esta solución tiene ciertas propiedades y potencialidades que se harán evidentes bajo ciertas circunstancias. Una

afirmación de este tipo tiene el mismo valor que decir que un motor eléctrico funcionando a régimen mínimo tiene una potencia normal de $\frac{1}{4}$ de HP. Ambas afirmaciones son índices de capacidad potencial y no de capacidad de uso. La presión osmótica es en consecuencia una medida del máximo de presión potencial que se puede desarrollar en una solución como resultado de la ósmosis.

2.2.4. Difusión

Mac Cabe Smith (1969), indica que la difusión es un proceso en el que ocurre una igualación de concentraciones dentro de una fase. La causa principal de la difusión es la existencia de un gradiente de concentración que se manifiesta en el componente que se difunde.

Oriol y Legestry (1967), mencionan que la difusión está gobernada por tres leyes:

1ra. La difusión siempre tiene la misma dirección de mayor a menor concentración

2da. La velocidad de difusión (masa difundida en la unidad de tiempo) es directamente proporcional al gradiente de la concentración e inversamente proporcional a la superficie a través de la cual se hace la difusión y a la temperatura de la solución.

3ra. A igualdad de temperatura y de gradiente de concentración cada cuerpo tiene una velocidad de difusión característica, específica para cada uno y en cierto modo inversa a su peso molecular.

Fick, condensa estas tres leyes en la siguiente ecuación :

$$V = K.S.T \left(\frac{C - C_1}{E} \right) \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

V = Velocidad de difusión (masa difundida en unidad de tiempo)

K = Coeficiente específico de difusión (3ra ley) en cierto modo inversamente proporcional al peso molecular del cuerpo

C-C₁= Gradiente de concentración (2da ley)

E = Espacio que va de C a C₁

T = Temperatura

S = Superficie a través de la cual se hace la difusión

Haciendo constante S y T se tiene:

$$V = K \left(\frac{C - C_1}{E} \right) \dots\dots\dots(8)$$

Ecuación que expresa, que la velocidad de difusión para cada cuerpo a temperatura constante es proporcional al gradiente de concentración. Flores (1977), menciona que el proceso de difusión se presenta en casi todos los procesos fisiológicos que tienen lugar en los vegetales.

a. Alto contenido de solidos solubles.

Hurtado (1983), sostiene que la condición básica de la conservación de los productos azucarados es la alta concentración de sólidos solubles, constituido fundamentalmente por azúcares y complementado por una alta acidez y un tratamiento térmico.

El alto contenido de "Sólidos Solubles" produce una disminución

de la presión de vapor de agua del alimento y por lo tanto una disminución del valor de la actividad de agua (a_w).

De acuerdo a la "ley de Raoult" la disminución de la presión de vapor de agua por la disolución de soluto, tal como la sacarosa o cloruro de sodio, es directamente proporcional a la fracción molar del soluto.

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{\text{Número de moles de soluto}}{\text{Número total de moles}} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{o lo que es lo mismo: } \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \dots\dots\dots(10)$$

Donde: n_2 = número de moles de soluto

n_1 = número de moles de agua.

De (10):

$$1 - \frac{P}{P_0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Pero: } a_w = \frac{P}{P_0} \dots\dots\dots(12)$$

Siendo: P = presión parcial de vapor de agua de la solución.

P_0 = presión parcial de vapor de agua pura a la misma temperatura.

Luego, Reemplazando: (12) en (11)

$$\boxed{1 - a_w = \frac{n_2}{n_1 + n_2}} \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{Entonces : } a_w = 1 - \frac{n_2}{n_1 + n_2} \dots\dots\dots(14)$$

Si :
$$\frac{n_1}{n_1 + n_2} + \frac{n_2}{n_1 + n_2} = 1 \quad (\text{Fracción Molar}) \dots\dots\dots (15)$$

Entonces:
$$\frac{n_1}{n_1 + n_2} = 1 - \frac{n_2}{n_1 + n_2} = a_w \dots\dots\dots (16)$$

$$a_w = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \dots\dots\dots (17)$$

La Ec. 17 muestra que la a_w es una medida directa de la fracción molar del agua en solución. Por lo tanto :

$$a_w = \frac{\text{número de moles de H}_2\text{O}}{\text{número total de moles de solución}}$$

Pero en la práctica las soluciones de los productos azucarados no se comportan como soluciones ideales, por lo tanto, hay desviaciones de la Ley de Raoult por efecto de que :

- 1º No toda el agua es disponible como solvente.
- 2º No todos los solutos son disponibles.
- 3º Existen interacciones entre los componentes del producto.

2.2.5. Actividad de agua (a_w)

Cheftel (1989) menciona que el agua presente en los tejidos vegetales y animales nos sirve de alimento y puede estar más o menos disponible, por lo que se distingue agua libre y agua ligada, y que a su vez el agua ligada puede estar más o menos fuertemente unida al alimento, siendo tan

importante para la estabilidad del mismo. El sistema más fácil para medir la “mayor” o “menor” disponibilidad del agua en los diversos alimentos es la actividad de agua (a_w). Definida por el descenso de la presión parcial del vapor de agua a una temperatura T_1 y en el equilibrio.

$$a_w = \frac{P_w}{P_0} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

P_w = Presión parcial de vapor de agua de una solución o de un alimento.

P_0 = Presión parcial de vapor de agua pura a la misma temperatura.

Puesto que la a_w es una relación entre dos magnitudes de las mismas dimensiones, es una medida relativa en relación a un estado “estándar”.

El estado “estándar” es el agua pura cuya actividad es igual a 1, por lo que la Actividad de Agua (a_w) de un alimento o solución es inferior a 1.

Esta inferioridad se debe a que los constituyentes químicos presentes, movilizan parcialmente el agua disminuyendo su capacidad química. En el equilibrio existe una igualdad entre la a_w de una solución o alimento y la presión parcial relativa de vapor de agua ejercida por la solución o alimento en una atmósfera cerrada que rodee a la solución o alimento.

a. Relación entre a_w y HR

Cheftel (1989), reporta que la Humedad Relativa (HR) y la Actividad de Agua (a_w) son dos magnitudes “directamente proporcionales” relacionados por la Ecuación:

$$a_w = \frac{\%HR}{100} \dots\dots\dots(19)$$

Entonces se puede decir que:

En el equilibrio también hay equivalencias entre la HR del aire (medio ambiente) y la a_w de los Alimentos colocados en ése aire.

Por la ley de Raoult : $P = X P_0 \dots\dots\dots(20)$

Donde: P = Presión de vapor ejercida por el disolvente en la solución.

P_0 = Presión de vapor ejercida por el disolvente puro (agua).

X = Fracción Molar del disolvente liquido en la solución.

Despejando de (20) : $\frac{P}{P_0} = X \dots\dots\dots(21)$

Pero: $a_w = \frac{P}{P_0}$, Finalmente: $a_w = X \dots\dots\dots(22)$

La ecuación (22) muestra que la a_w es una medida directa de la fracción molar del agua en solución, vale decir que la "Ley de Raoult" y la Ec. (22) se aplica a soluciones ideales en el equilibrio por lo que los valores de a_w obtenidos de mediciones sobre alimentos, no pueden ser tomados como rigurosamente exactos.

Fellows (1994), menciona que la a_w es el agua disponible para la actividad bioquímica, enzimática o microbiana; la que determina en realidad la vida útil de un producto. Por lo que la disminución de la humedad por deshidratación o congelamiento, o por el uso de azúcar en altas concentraciones o el uso de una solución concentrada de sal, son efectivos en la conservación, debido principalmente a que disminuyen la a_w lo

suficiente para impedir el crecimiento de los microorganismos causantes del deterioro de los alimentos.

b. Isoterma de humedad

Torres (1991) sostiene que la isoterma de humedad de un alimento es la representación gráfica o análítica de los valores de su a_w en función de su contenido de humedad.

La complejidad de esta curva es una manifestación directa de varios mecanismos por los cuales la molécula de agua interactúa con el resto de las moléculas presentes en el alimento (azúcares, sales, ácidos, proteínas, etc.)

c. Alimentos de humedad intermedia

Torres (1991) reporta que los alimentos de humedad intermedia pueden ser definidas como productos microbiológicamente estables a temperatura ambiente con suficiente plasticidad para que puedan ser consumidas sin necesidad de rehidratación; presentado en general una a_w entre 0,60-0,85 y un contenido de humedad entre 0,60-0,92.

Labuza (1980) indica que los alimentos de humedad intermedia con un contenido de 20 a 40% de humedad se localizan dentro de la isoterma de adsorción con una a_w superior a 0,5. Los productos de humedad intermedia son producidos por inmersión de la fruta en una solución de sacarosa de 71° Brix para reducir su peso a un 50%.

d. Actividad de agua de la fruta fresca.

La a_w de las frutas frescas esta determinada por la naturaleza y concentración de las especies químicas disueltos en su fase acuosa, siendo estas especies por lo general azúcares y ácidos orgánicos.

Chirife (1982), encontraron que el valor promedio de la a_w de una gran cantidad de frutas frescas fue de 0,983, el cual depende de la variedad y grado de madurez de la fruta.

e. Actividad de agua del jarabe de inmersión

Chirife (1982) afirma que el requerimiento termodinámico para producir la deshidratación parcial de la fruta, es que la a_w de la solución circundante (jarabe de inmersión) sea menor que la de la fruta.

Existen una gran variedad de agentes osmóticos que pueden reducir la a_w de la solución circundante, pero como el soluto se difunde al interior de la fruta, es necesario que sea compatible con las características organolépticas de la fruta.

Por esta razón los azúcares son los agentes osmóticos por excelencia para efectos de la deshidratación osmótica de frutas, siendo el azúcar común (sacarosa) el soluto utilizado casi con exclusividad.

2.2.6. Deshidratación osmótica

La transferencia de agua por osmosis se puede aplicar a trozos de frutas, dado a que ellas contienen solutos (azúcares, ácidos orgánicos, etc) en solución diluida, y su estructura celular actúa aproximadamente como una

membrana semipermeable. Es así que se puede lograr una deshidratación parcial de los trozos de fruta, simplemente por inmersión en una solución de suficiente concentración de azúcar.

Por lo tanto se puede decir que la deshidratación osmótica es un proceso de remoción de agua, que consiste en colocar los trozos de fruta en una solución hipertónica o de alta concentración del agente osmótico. Esta condición de la solución hace que tenga una alta presión osmótica (π) y una baja actividad de agua (a_w) lo cual aumenta la fuerza de remoción del agua entre la solución y la fruta, actuando la pared celular como una membrana semipermeable.

2.3 Operaciones básicas en la elaboración de fruta confitada por el método de proceso lento

2.3.1 Proceso lento o tradicional

García (1974), indica que al emplear este método se prepara un jarabe de 25 a 35 °Brix, utilizando una tercera parte de glucosa o jarabe invertido y dos tercios de sacarosa con suficiente agua para poder dar el °Brix requerido. La fruta y el jarabe son calentados hasta ebullición por 1 a 3 minutos y luego se deja en reposo por 24 a 48 horas. Transcurrido el tiempo se cuela el jarabe y se pone a ebullición por 1 a 3 minutos, agregándole previamente la cantidad requerida de azúcar para dejar la concentración del jarabe en 40° Brix en el segundo día.

El proceso se repite con un incremento diario de 10° Brix hasta que el jarabe final y la fruta alcancen un equilibrio en sus concentraciones aproximadamente a los 70° Brix.

2.3.2. Operaciones unitarias a seguirse en el proceso de fruta

confitada

a. Cosecha

Como materia prima tradicional se emplea la papaya al que se cosecha en estado verde, mostrando la pulpa un color blanco lechoso, las demás frutas y hortalizas deben mostrar buena consistencia o textura al momento de la cosecha.

b. Selección

Según Brenan (1980) se efectúa con la finalidad de uniformizar el producto, teniendo en cuenta características especiales como: grado de madurez, textura, color, tamaño, etc.

c. Lavado

El lavado o limpieza de la materia prima tiene por objeto eliminar sustancias extrañas que pueden estar adheridas a la superficie de ella.

El agua a utilizar debe ser clorada y los métodos de lavado deben adecuarse a la exigencia y cuidado de la materia prima.

d. Pelado

Según Cheftel (1989), se puede efectuar de varias maneras, según las características del fruto, así se tiene:

- **Manual.** Se efectúa en fábricas de pequeña capacidad. Se utiliza cuchillos de acero inoxidable, tratando en lo posible de no extraer mucha pulpa.
- **Mecánico.** Utilizado en fábricas de gran capacidad. Existiendo máquinas peladoras adaptadas a las características o tipo de

fruta a procesar.

- **Químico.** Para la mayoría de frutas y hortalizas este método es el más apropiado y ventajoso, porque:
 - * Permite un tratamiento rápido y uniforme del producto.
 - * Causa menor pérdida de fruta
 - * Reduce el costo de Operación

La solución empleada en el pelado químico de frutas comunmente es el hidróxido de sodio y la concentración a usarse es de 1,5 a 3,0%.

e. Despepitado – picado.

El cortado y despepitado se realiza generalmente en forma manual, y cuando la pepa esta adherida se utiliza cucharas especiales. La fruta despepitada se pica en cubitos de aproximadamente 1 cm. de lado.

Braverman (1980), recomienda el empleo de una solución al 0,5% de ácido cítrico; y al 0,3% de ácido ascórbico para prevenir el pardeamiento enzimático en los trozos de frutas.

f. Macerado

Potter (1978), afirma que la acción del macerado es preventiva al deterioro, siendo preservativa en alto grado cuando aumenta en concentración. Generalmente una concentración entre el 18 al 25% en solución prevendrá el crecimiento de microorganismos en los alimentos. El tiempo de macerado puede ser desde 48 horas hasta varios meses, dependiendo de la concentración de sal y la necesidad de conservación.

También ayuda a extraer los mucílago, la pectina, ciertos azúcares y otros componentes que están en las canalículas de la superficie de los trazos de frutas para facilitar el proceso de confitado.

g. Lavado – desalado

Terminada la operación de maceración se procede al lavado de la fruta en abundante agua a fin de eliminar la sal y el preservante de la fruta.

h. Blanqueado

Es una pre-cocción que consiste en someter el producto a la acción del agua en ebullición durante breves segundos, tiempo que varía con la naturaleza del fruto que se está procesando. Cheftel (1989), sostiene que se realiza con el objeto de inactivar la actividad de las enzimas presentes en la pulpa, además de facilitar el proceso osmótico.

i. Inmersión en jarabe

Operación más importante en el proceso de elaboración de Fruta Confitada. Se utilizan jarabes de azúcar con diversas concentraciones crecientes y en aplicaciones interdiarias. El proceso se inicia con un jarabe de 30 a 35° Brix, concentración que va aumentándose de 5 a 10° Brix cada 24 horas; hasta llegar a un jarabe final de aproximadamente 70° Brix.

Cheftel (1989), indica que la posibilidad de aumentar la concentración de azúcares se debe principalmente a la utilización y preparación de jarabes de azúcar. El jarabe de partida es preparado

utilizando glucosa o azúcar invertido desde el inicio, más sacarosa y más agua. Mediante este proceso se obtiene buenos resultados en el procesamiento de Fruta Confitada.

Otro método es adicionando jarabe invertido después de haber alcanzado 60° Brix en el jarabe de partida, que solo lleva azúcar más agua. Otra forma es invirtiendo el azúcar en el proceso, para la cual se agrega de 3-5 g de ácido cítrico por kilo de azúcar más agua y se hierve por 5 minutos, tiempo suficiente para invertir el azúcar por efecto del calor y la acidez; repitiéndose la operación durante cada incremento de azúcar al jarabe de partida.

j. Enjuagado

Se realiza con agua caliente por espacio de 20 a 30 segundos para eliminar el jarabe residual de la superficie de la fruta confitada.

k. Secado

El secado se puede realizar utilizando un secador de cabina eléctrico con una velocidad de aire de 3,5 a 5 m/s por un tiempo de 20 a 25 minutos hasta alcanzar una humedad de 20 a 25%. Se seca hasta que el producto no sea pegajoso al tacto, ITINTEC (1985) ó mediante un secado al sol.

l. Envasado

El producto seco se debe empacar de preferencia en bolsas de

polietileno y seguidamente deben ser sellados a fin de proteger el producto de la humedad y de la contaminación

2.4 Evaluación sensorial

De acuerdo al ITINTEC (1985), es necesario realizar pruebas de degustación. Esto por cuanto los productos son elaborados teniendo en cuenta las preferencias del consumidor. Para lo cual se emplea paneles (grupos de personas) con diversos grados de especialización.

Los paneles muy especializados podrán identificar cualidades muy específicas, los semi-especializados simplemente la condición de "le gusta o no". Cualquiera sea el caso es necesario confeccionar cuadros en los que el panelista anotará la calificación pedida de acuerdo a una escala establecida.

Los controles en Fruta Confitada son:

- Color (uniforme)
- Sólidos solubles (mayor de 70%)
- Sabor (agradable)
- Consistencia (relativamente dura)
- Textura (lisa)
- Brillantez (brillante)
- Apariencia General (buena)

Según la guía de evaluación sensorial para análisis de alimentos y bebidas (Food Technology, 1991) se tiene un test apropiado para cada producto, un diseño experimental más eficiente y un tratamiento estadístico más aplicable

según el caso.

Entre los tipos de test tenemos:

Test Analítico: Son usados para evaluación de laboratorio en términos de preferencia o similitud y para identificación y cuantificación de características sensoriales.

Entre los Test Analíticos tenemos:

Test analítico descriptivo: Identifica características sensoriales y las cuantifica

El análisis estadístico (ejem. ANVA) de los Scores de intensidad para cada muestra, es usado para determinar diferencias significativas entre las muestras representadas.

El número de panelistas depende de la variabilidad del producto y la reproducibilidad del juicio. El número frecuente usado es 10, el mínimo recomendado es 5 y el número de muestras por test va de 1 a 18.

El análisis de los datos puede ser realizado mediante:

- Análisis de variancia
- Análisis de Rank
- Análisis de regresión
- Presentación gráfica

Este método de análisis sensorial es apropiado para:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Productos similares.
- Productos mejorados.
- Cambios de procesos.

2.5 La actividad de agua en la vida útil de los alimentos

La actividad de agua (a_w) es un índice de gran utilidad para expresar la susceptibilidad de los alimentos a las diversas reacciones de deterioro. Cheftel y Cheftel (1989), indican que la actividad de agua (a_w), es definida por el descenso de la presión parcial de vapor de agua.

Badui (1984), afirma que la actividad de agua (a_w) en los alimentos desempeña un papel muy importante en su estabilidad, ya que muchas reacciones dañinas ocurren de acuerdo con el valor de este factor (cuadro 2). El deterioro se produce en alimentos deshidratados que presentan una actividad de agua muy baja y a medida que esta aumenta se inducen a las reacciones enzimáticas, hidrolíticas y las de oscurecimiento no enzimático; así mismo se favorece el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.

La actividad de agua (a_w) y la humedad de equilibrio (HU) nos permiten determinar la Actividad de agua crítica (a_{wc}) y poder predecir o estimar el tiempo de "vida útil" del producto en estudio a través de la Ecuación de G.A.B. La humedad de equilibrio se calcula determinando la humedad inicial de la muestra por el método de la estufa.

Las ecuaciones de isotermas o Ecuación de G.A.B. nos permite calcular la predicción del tiempo de secado y el tiempo de "vida útil" en anaquel de alimentos deshidratados y empacados.

La ecuación de Guggenheim, Anderson, De Boer, conocida como Modelo G.A.B. adopta la forma siguiente :

$$a_w / HU = \text{Alf. } a_w^2 + \text{Bet. } a_w + \text{Gam}$$

Ecuación que fue propuesta para productos alimenticios por Van de Perg (1981). recomendado por el grupo europeo de proyectos COST 90,

considerado como una extensión del modelo B.E.T. (SOLIS, 1996).

Cuadro 2. Actividad de agua de algunos alimentos

Alimento	a_w	Alimento	a_w
Frutas	0,97	Pan	0,96
Vegetales	0,97	Mermelada	0,86
Jugos	0,97	Frutas secas	0,72 a 0,80
Huevos	0,97	Miel	0,75
Carne	0,97	Galletas, cereales,	0,10
Queso	0,96	azúcar	

Fuente: Badui (1984)

El cuadro 3, muestra los valores de la actividad de agua mínimas para el crecimiento de microorganismos que tienen alguna relación con los alimentos. Las levaduras osmófilas pueden crecer en alimentos con valores de actividad de agua muy bajos, mientras que la mayoría de las bacterias patógenas requieren de valores mayores para su proliferación.

Cuadro 3. Valores de actividad de agua mínimos para el crecimiento de microorganismo de importancia en alimentos.

Organismo	a_w . m	Organismo	a_w . M
Bacterias dañinas	0,91	Salmonella	0,95
Levaduras dañinas	0,88	Clostridium	0,95
Hongos dañinos	0,80	Escherichia coli	0,96
Bacteria halófila	0,75	Staphylococcus aureus	0,86
Levadura osmófila	0,60	Bacillus subtilis	0,95

Fuente: Badui (1984)

a_w .m. : Actividad de agua mínima

2.6 Controles microbiológicos

Se realiza con el fin de determinar la carga microbiana del producto final y poder establecer, si es inócuo o nociva. Se determina la numeración de gérmenes viables (NGV) y numeración de hongos y levaduras (NHL), según la guía de microbiología de alimentos de la UNALM, citado por Sanchez (1985).

2.7 Insumos del procesamiento de fruta confitada

2.7.1. Sacarosa

Potter (1978), indica que el azúcar de caña o remolacha se disuelve a temperatura ambiente; 2 partes de sacarosa en una de agua, produciendo una solución cuya concentración es de 65 °Brix. La velocidad de cristalización de la sacarosa en soluciones sobresaturadas y el tamaño de los cristales formados puede reducirse considerablemente con la adición de glucosa, azúcar invertido o agentes hidrocoloides.

Esta propiedad se utiliza en confitería para obtener productos donde la sacarosa no cristalice a pesar de su elevada concentración.

2.7.2. Azúcar invertido

Según Braverman (1980), es el producto de la hidrólisis ácida de la sacarosa, viene a ser la mezcla de dextrosa y levulosa en pesos iguales. Rodríguez (1984), menciona las siguientes ventajas del uso de azúcar invertido:

- Es un agente humectante, que retiene la humedad de los productos.
- Evita la cristalización de otros azúcares debido a su contenido de fructosa.

- Es muy estable y no se deteriora en almacenamiento prolongado bajo condiciones normales.
- Tiene mayor poder edulcorante que otros azúcares.
- Mejora el color de los horneados debido a que se carameliza a baja temperatura.

2.7.3. Sal común

Luck (1981), menciona que la sal se presenta en el mercado en distintos tamaños, es obtenida de las aguas de mar, también se extrae de las minas.

Según Alfaro (1987), la sal desempeña un papel importante cuando se requiere enviar pulpa de fruta para confitar, a lugares distantes.

Gianola (1981), sostiene que el grado de concentración de la salmuera es de 20° Baume. Cuando se requiere confitar se retira la fruta de la salmuera, se coloca en agua, que se cambia cada 12 horas durante tres días, se cuece y se deja en agua fría otras 24 horas luego se procede a confitar.

Según Luck (1981), las frutas emplean salmueras de 6 - 8% como paso intermedio en la conservación antes de que la fruta sea conservado definitivamente con azúcar y de acuerdo a Rodríguez (1984) se pueden utilizar salmueras de 10, 12 y 14% de NaCl.

2.7.4. Acido cítrico

Es un polvo blanco cristalino usado en la elaboración de una serie de productos alimenticios. Se utiliza para ajustar el pH y dar realce al valor de

compotas, jaleas, confituras, gelatinas, bebidas y jarabes.

En la elaboración de fruta confitada se usa para la obtención del jarabe invertido a emplearse en el proceso.

2.7.5. Bisulfito de sodio

Es una sal inodora de acción antimicrobiana (antimoho y antilevadura) que se puede combinar con otros fungistáticos, como el ácido sórbico, ampliando el espectro de acción de ambos grupos de sustancias; siendo su uso permitido a partir de 0,001 hasta 0,1%.

2.7.6 Cloruro de calcio

Se utiliza en la operación de macerado de la fruta en salmuera con la finalidad de mejorar la textura en una concentración de hasta 1%.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de tesis se realizó en la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas E-5 y en los Laboratorio de Química, Análisis de Alimentos y Análisis Sensorial de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María en el periodo Julio 1997 a Marzo 1998.

3.1. Materiales y equipos

3.1.1. Materia prima

En el presente estudio de elaboración de Fruta Confitada se empleó como materia prima el chayote (*Sechium edule* L.), el mismo que se obtuvo de los mercados de Tingo María y alrededores.

3.1.2. Insumos

- Azúcar blanca refinada
- Cloruro de sodio (sal común)
- Cloruro de calcio comercial
- Bisulfito de sodio
- Sorbato de potasio
- Hidróxido de sodio

- Acido cítrico comercial
- Colorantes comerciales
- Agua blanda y agua potable

3.1.3. Reactivos

- Acido cítrico
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleina al 1%
- 2, 6 diclorofenol indofenol
- Cloruro de calcio
- 2, 4 dinitrofenol
- Medios para cultivos microbiológicos
- Reactivos para los Análisis químico proximal y físico-químicos.

3.1.4. Empaque

Se utilizó polietileno de alta densidad (0,15 mm) y envases de plástico.

3.1.5. Materiales

- Cocina a gas de kerosene semiindustrial, marca Surge.
- Mesa con revestimiento de fórmica
- Recipientes de plástico con tapa
- Cuchillos de acero inoxidable
- Ollas de aluminio

- Colador de plástico.

3.1.6. Equipos

- Balanza analítica y comercial de capacidad de 10 kg marca OHAVS
- Balanza eléctrica de precisión 0,1 g de capacidad de 600 g.
- Refractómetro universal ABBE de mesa, con escala para lectura del índice de refracción, de fabricación Húngara
- pH-metro
- Marmitas de cocción de fabricación Húngara
- Secador con circulador de aire caliente de bandejas
- Equipo de baño maría con termoregulador tipo L.P. 502.
- Termómetro con escala de 0-200 °C
- Equipos de soxhlet para extracción de grasa.
- Equipo de titulación
- Balanza eléctrica digital, precisión 0,1 g cap. máx. 600 g Alemán.
- Selladora eléctrica de plástico tipo 7001058
- Espectrofotómetro, Bausch and Lomb. Modelo Spectronic 20 U.S.A.
- Cámpanas de desecación.

3.2. Métodos de análisis

3.2.1. Caracterización de la materia prima y del producto final

a. Determinación biométrica de los frutos de chayote

Se evaluaron tomando al azar 10 frutas para cada estado fisiológico, considerándose las medidas de longitud, diámetro y peso. Utilizándose para las mediciones el pie de rey y para el pesado una balanza de capacidad de 1000 g.

Asimismo se pesó por separados la cáscara, la pulpa y la semilla.

b. Análisis químico proximal en el fruto de chayote y en el producto final

Se determinó:

Humedad; método de la estufa de vacío por diferencia de peso con el extracto seco total, método de la A.O.A.C. (1995).

Cenizas; método de calcinación de la A.O.A.C. (1995).

Fibra; método de la digestión ácida y alcalina descrita por Pearson de la A.O.A.C. (1995).

Proteína; método semi-microkjeldal, A.O.A.C. (1995).

Grasa total; método soxhlet, A.O.A.C. (1995)

Carbohidratos; se determinó por diferencia de 100 la suma de los porcentajes de humedad, cenizas, fibra, proteína y grasa total, A.O.A.C. (1995).

c. **Análisis físico-químico del fruto de chayote y del producto final**

Estas determinaciones se realizaron a través de los siguientes métodos:

Sólidos totales, por diferencia con el porcentaje de agua, según método descrito por la A.O.A. C. (1995).

Sólidos solubles, método refractométrico a 25 °C por lectura a temperatura ambiente constante.

Acidez titulable, método descrito por el ITINTEC (1977).

Índice de madurez, se determinará por cálculos de los sólidos solubles entre la acidez titulable.

pH, se determinó mediante el uso del pH-metro, las mediciones fueron hechas a temperatura ambiente, calibrando el equipo con solución buffer.

Azúcares reductores, método espectrofotometría

Azúcares totales, método espectrofotometría.

Vitamina C₁, método espectrofotometría

d. **Análisis microbiológico en la fruta confitada**

1) **Numeración de gérmenes viables (NGV)**

A la muestra problema se lleva hasta dilución de 10^{-4} en SSP (solución salina peptonada); 1 ml de cada dilución se lleva a placas estériles en presencia de TYA (Medio Triptófano Agar) y

se incuban a 32 – 37 °C por 24 - 48 hr para luego realizar el conteo en las muestras.

2) Numeración de hongos y levaduras (NHL)

De la solución problema preparada en forma similar a la prueba anterior se siembra 0,1 ml, así como también de la primera dilución en placas que contienen el medio OGA (Oxitetraciclina Glucosa Agar), se incuban a temperatura ambiente por espacio de 2 a 5 días, al cabo de los cuales se realiza el conteo.

3.3. Metodología experimental

3.3.1. Determinación de los parámetros tecnológicos para la elaboración de fruta confitada a partir del chayote.

Se ejecutaron las operaciones unitarias indicadas en el figura 3, que se describen a continuación :

- a. Recepción de materia prima;** Se recibieron chayotes provenientes del mercado de Tingo María y alrededores.
- b. Selección - clasificación;** Se tuvo en cuenta el grado de madurez fisiológica y aspecto general. El grado de madurez fue evaluado en base a los °Brix y acidez titulable.

- c. **Pesado;** A fin de poder determinar los rendimientos por operación y por proceso.
- d. **Lavado;** Se realizó en agua corriente a fin de eliminar toda materia extraña de la superficie de los frutos, preveniendo la contaminación de la pulpa.
- e. **Pelado - Despepitado;** Se efectuó el pelado químico con hidróxido de sodio al 1,5; 2,5 y 3,0 % de concentración, y se eliminó la pepa en forma manual.
- f. **Picado;** Se realizó en forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, obteniéndose cubitos de 1 x 1 x 1 cm.
- g. **Macerado;** Se utilizó salmuera a diferentes concentraciones: 10, 12 y 14%, con 1% de cloruro de calcio y 0,5% de bisulfito de sodio, por 24 horas a temperatura ambiente.
- h. **Lavado - Desalado;** Se realizó en agua corriente de flujo continuo por un tiempo de 4 horas y se dejó en reposo por 24 horas sumergido en agua para lograr un mejor desalado.
- i. **Pre-cocción;** Se realizó en agua hirviendo por espacio de 0,5;

1,0 y 1,5 minutos, a fin de facilitar el proceso osmótico y la inactivación enzimática.

- j. **Inmersión en jarabe;** Operación central en el proceso de obtención de fruta confitada. Se utilizó jarabes de inmersión de concentración inicial variable: 25, 30 y 35 °Brix, parcialmente invertidos. El proceso se llevó a cabo a temperatura ambiente con un incremento de 10 °Brix cada 24 horas hasta obtener una concentración constante en el medio jarabe-fruta de aproximadamente 70 °Brix.
- k. **Escurreido-lavado;** Se enjuagó la fruta confitada con agua hirviendo por espacio de medio minuto, con la finalidad de eliminar el jarabe residual para luego dejar escurrir.
- l. **Secado;** Se realizó en cabina de bandejas por aire caliente a una temperatura de 60 °C hasta que el producto no fue pegajoso al tacto.
- m. **Envasado;** Se utilizó bolsas de polietileno de alta y baja densidad, impermeables al vapor de agua, que luego fueron sellados herméticamente, así como envases de plástico de cerrado hermético.

n. Almacenado; Se realizó por un tiempo de 45 días a temperatura ambiente, con el fin de observar la estabilidad sanitaria y organoléptica del producto final.

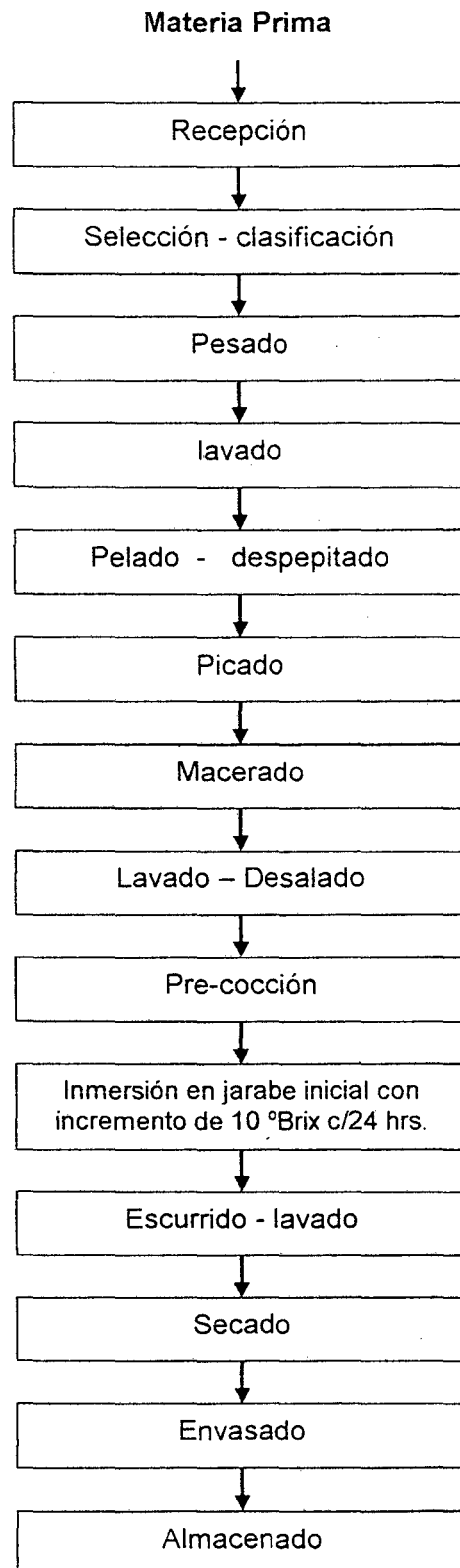


Figura 3 : Diagrama de Flujo para la obtención de Fruta Confitada a partir del chayote (*Sechium edule* L.).

3.3.2. Pruebas preliminares

a. Operaciones en estudio

1) Pelado

Se realizó un pelado químico, a fin de evitar pérdidas de pulpa que tiende a bajar el rendimiento del proceso.

Se evaluó el pelado utilizando soluciones de NaOH a diferentes concentraciones a fin de evaluar su eficiencia en función del tiempo.

Cuadro 4. Solución de NaOH para el pelado químico

Tiempo	Concentraciones de NaOH		
	T1 = 1,5 %	T2 = 2,5 %	T3 = 3,0 %
Q ₁ (minuto)	1	1	1
Q ₂ (minuto)	2	2	2

La fruta entera se sumergió en las soluciones en ebullición. Cabe indicar que las concentraciones en estudio están dentro del rango permitido para el pelado químico de frutas, Cheftel (1989).

2) Macerado

Esta operación se llevó a cabo en solución de salmueras a concentraciones de: 10, 12 y 14% de NaCl con adición de

0,1% de Bisulfato de sodio y 1% de CaCl_2 , los mismos que se encuentran dentro de los rangos recomendados por Rodríguez, (1984).

Cuadro 5. Solución de NaCl para la maceración

Tratamientos	Concentraciones (%)		
	NaCl	CaCl_2	Na_2SO_3
T1	10	1	0,1
T2	12	1	0,1
T3	14	1	0,1
Testigo	-	-	-

3) Pre - cocción

Esta evaluación se realizó con la fruta acondicionada en base al esquema de flujo tentativo mostrado en la figura 3. La pre-cocción permite captar mejor el azúcar a una temperatura de 100 °C. Esta prueba nos permitió determinar el tiempo óptimo del blanqueo, de acuerdo al método de la AOAC (1995).

Cuadro 6. Prueba de blanqueo

Tratamientos	Tiempos (minutos)		
T1	0,5	1,0	1,5
T2	0,5	1,0	1,5
T3	0,5	1,0	1,5

4) Inmersión en jarabe

Es la operación central del proceso de elaboración de fruta confitada, se realizó sumergiendo la fruta macerada precocida en jarabes de 25, 30 y 35 °Brix de concentración inicial.

La proporción de fruta: Jarabe utilizado fue de 1:1,5; dicha relación nos permite trabajar con comodidad, puesto que se consigue sumergir la fruta en el jarabe en forma total. Cabe indicar que a fin de obtener un producto final de calidad, la composición del jarabe de inmersión fue de 30% de jarabe invertido y 70% de sacarosa, siendo una de las razones importantes del uso del jarabe invertido que pueda prevenir o ayuda a controlar el grado de cristalización de la sacarosa.

5) Secado

Esta operación se realizó en el producto final previamente enjuagado, hasta obtener una humedad final máximo de 25%. El secado se realizó utilizando un secador eléctrico con flujo de aire a 60 °C por un tiempo determinado de acuerdo a la humedad deseada. Cabe indicar que el secador se halla instalado en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El producto húmedo fue colocado en bandejas de manera uniforme a fin de optimizar el secado tratando de exponer una mayor superficie de contacto del producto al aire caliente. Se registró la pérdida de agua en

función del tiempo de secado a temperatura constante, para luego evaluarse la curva de secado.

b. Diseño experimental - análisis estadístico

Para el análisis estadístico del presente estudio se ha utilizado el Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA) con un Arreglo Factorial de 3×3 que involucra 2 factores en estudio con 3 niveles cada uno.

Este diseño se caracteriza porque todos los tratamientos se distribuyen al azar en las unidades de cada bloque. El experimento factorial nos permite estudiar simultáneamente dos o más factores.

El arreglo factorial 3×3 se refiere al uso de 3 concentraciones del jarabe de inmersión y 3 concentraciones de NaCl empleados para la maceración; obteniéndose 9 tratamientos en estudio con 11 repeticiones lo que significa un total de 99 unidades observadas, cuyos resultados fueron estadísticamente evaluados a través de un análisis de varianza (ANVA) que se muestra a continuación :

Cuadro 7. Análisis de Varianza

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Panelistas	10					
Tratamientos	8					
% NaCl (A)	2					
° Brix (B)	2					
A x B	4					
Error exp.	80					
TOTAL	98					

Cuadro 8. Diseño experimental : DBCA con arreglo factorial**3A x 3B**

Trat	FACTORES		Interacción de los factores en estudio
	A = NaCl (%)	B= Jarabe de inmersión (%)	
T ₁	10	25	A ₁ B ₁ : 10 - 25
T ₂	10	25	A ₁ B ₂ : 10 - 30
T ₃	10	25	A ₁ B ₃ : 10 - 35
T ₄	12	30	A ₂ B ₁ : 12 - 25
T ₅	12	30	A ₂ B ₂ : 12 - 30
T ₆	12	30	A ₂ B ₃ : 12 - 35
T ₇	14	35	A ₃ B ₁ : 14 - 25
T ₈	14	35	A ₃ B ₂ : 14 - 30
T ₉	14	35	A ₃ B ₃ : 14 - 35

c. Evaluación sensorial

Los controles organolépticos fueron realizados por un panel de degustación semientrenado, conformado por 11 personas, bajo

las mismas condiciones de evaluación, los resultados fueron sometidos a un Análisis de Variancia.

Habiéndose hallado diferencias estadísticas entre los tratamientos en el ANVA, se procedió a realizar la Prueba de Tukey para determinar qué tratamiento supera a quien o a quienes para un nivel de significación de 0,05.

Se analizaron las características de color, sabor, apariencia general y textura, para lo cual fue presentado a cada panelista una ficha en el que se identifica la muestra, y se especifica la evaluación organoléptica utilizando una escala hedónica con sus respectivos valores para que proceda a la calificación respectiva.

3.3.3. Pruebas finales

Se realizaron las pruebas finales en base a los resultados obtenidos de las pruebas preliminares. Estas pruebas se realizaron con la finalidad de optimizar los parámetros tecnológicos determinados preliminarmente; así como para determinar el rendimiento del proceso.

a. Optimización del tiempo de inmersión en el jarabe

Durante el desarrollo de esta prueba se evaluó la variación de la concentración del jarabe vs el tiempo en horas hasta llegar al equilibrio (°Brix constante) evaluado cada 24 horas, a la vez que se incrementa la concentración del jarabe en 10 Brix lográndose el equilibrio al llegar a 70 °Brix.

b. Evaluación estadística de las pruebas finales

Se procedió a evaluar estadísticamente los resultados de la evaluación sensorial obtenida de las pruebas preliminares utilizándose el diseño experimental DBCA con arreglo factorial 3 x 3 descrito en el cuadro 8.

c. Balance de materia y determinación del rendimiento

El rendimiento del proceso se determinó realizándose el balance de materia respectivo.

d. Obtención del flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada a partir del Chayote (*Sechium edule* L.)

Para determinar el flujograma óptimo para el proceso de confitado del chayote por el método del proceso lento se tuvo en cuenta los resultados de las pruebas preliminares y de las pruebas finales.

e. Análisis microbiológico

La fruta confitada de chayote fue sometido a un análisis microbiológico a fin de evaluarse la numeración de gérmenes viables, hongos y levaduras para determinar el grado de contaminación microbiana y la probabilidad de desarrollo de microorganismos osmófilos, para lo cual se utilizó el procedimiento indicado por Mosell (1985).

3.3.4. Estimación del tiempo de vida útil en anaquel del chayote confitado

La vida útil en anaquel del chayote confitado durante el almacenamiento se evaluó en base al isoterma de absorción.

La humedad de equilibrio (HU) se calculó determinándose la humedad inicial en base seca de la muestra por el método de la estufa al vacío.

Se utilizaron los datos experimentales determinados por Solís (1996) para el modelo matemático G.A.B.; quien utilizando una microcomputadora y con el apoyo del software quattro obtuvo la siguiente ecuación:

$$a_w/HU = Alf \times a_w^2 + Bet \times a_w + Gam$$

Donde : a_w = Actividad de agua

HU = Humedad de equilibrio en base seca

Alf, Bet y Gam = parámetros

Ecuación que permite graficar la variación de la humedad en base seca (H.B.S.) vs. actividad de agua (a_w) del producto en estudio.

3.3.5. Evaluaciones durante el almacenamiento

Luego de obtenerse el producto final, este fue envasado en bolsas de polietileno y en envases de plástico con tapa hermética, a fin de evaluarse el empaque que mantenga en óptimas condiciones al producto a almacenarse por 45 días, determinándose previamente sus características químicas y físico-químicas.

El almacenamiento se realizó a temperatura ambiental (25 °C) y en refrigeración evaluándose el producto cada 15 días en cuanto a pH, acidez titulable y humedad

en base húmeda.

3.3.6. Evaluaciones después del almacenamiento

La evaluación sensorial del producto terminado después del almacenamiento se realizó a través del Test de Preferencia utilizando el Ranking Test para la prueba de Ordenamiento (anexos 7 y 8), indicado por Wittie (1984). La fruta confitada de chayote fue comparada con frutas confitadas de papaya verde (muestras comerciales traídos de la ciudad de Lima y del mercado local).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Determinación biométrica

Cuyos resultados se muestran en el cuadro 9. El peso promedio registrado fue de 438,5 g para el tamaño grande; 332,0 g para el tamaño mediano y 220,5 g para el tamaño pequeño. En la cuantificación de sus macrocomponentes se determinó que un 75% del fruto es pulpa, un 15% es cáscara y un 10% corresponde a la semilla, valores que se muestran en el cuadro 10. El significativo porcentaje de pulpa ameritó la ejecución del presente estudio.

Cuadro 9. Medidas biométricas de 10 frutos de chayote.

Fruto N1	T A M A Ñ O								
	Grande			Mediano			Pequeño		
	Peso (g)	Long. (cm)	Diám (cm)	Peso (g)	Long. (cm)	Diám (cm)	Peso (g)	Long. (cm)	Diám (cm)
1	500	14,0	9,0	330	11,0	8,5	200	9,0	6,5
2	400	12,0	9,0	330	12,0	8,5	210	9,5	7,5
3	410	12,5	8,5	340	10,0	7,0	200	9,5	6,5
4	440	14,0	9,0	350	10,0	9,0	240	10,0	7,0
5	460	13,5	9,5	365	11,5	8,5	200	10,5	7,0
6	300	13,0	8,0	310	11,5	8,5	200	9,5	7,0
7	460	12,0	9,5	310	10,0	8,5	230	10,5	6,5
8	495	13,0	9,5	315	10,5	9,0	220	10,5	7,0
9	400	13,0	8,5	325	11,0	7,5	250	11,0	7,0
10	440	13,5	9,0	345	12,0	8,0	255	10,5	7,5
X	430,5	13,05	8,95	332	10,95	8,3	220,5	10,05	6,95

Cuadro 10. Componentes del fruto del chayote

Componentes	Peso (g)	%
Peso total	438,500	100,0
Pulpa	328,500	75,0
Cáscara	65,775	15,0
Semilla	43,850	10,0

4.1.2. Composición químico proximal del chayote

En el cuadro 11, se presenta los resultados del análisis proximal del fruto del chayote, el cual comparado con lo reportado por el Ministerio de Salud (1986) muestra mínimas diferencias en cuanto al contenido de humedad en un 92,6 %. En cuanto a proteína se determinó un contenido de 0,59 %, superior al 0,50 % que reporta el Ministerio de Salud (1986).

El contenido de grasa determinado fue de 0,33%, ligeramente superior al reportado (0,30%). El contenido de fibra fue de 0,75%, encontrándose entre el rango reportado que va de 0,70 a 0,80%

El contenido de ceniza hallado fue de 0,43 % que varía ligeramente con el reportado por el Ministerio de Salud (1986), esto debido posiblemente a las condiciones edáfoclimáticas de la zona y al manejo del cultivo.

Cuadro 11. Análisis químico proximal del chayote

Componentes	
Humedad (%)	92,60
Ceniza (%)	0,43
Fibra (%)	0,75
Proteína (%)	0,59
Grasa total (%)	0,33
Carbohidratos totales (%)	5,30
TOTAL	100,00

4.1.3. Composición físico-químico del fruto del chayote

En el cuadro 12, se muestra el reporte del análisis físico-químico del fruto del chayote obteniéndose un porcentaje de acidez titulable equivalente a 0,515, el mismo que se encuentra dentro del rango establecido de 0,4 a 0,7% Lees, (1980).

En cuanto al contenido de vitamina "C" se obtuvo 16,11 mg de ácido ascórbico por 100 gramos de muestra, valor que está dentro del rango indicado por Braverman (1980), que va de 14 a 90 mg de ácido ascórbico/100 g. de muestra. El valor encontrado para el índice de madurez fue de 13,379 y corresponde a un fruto verde "pintón" siendo ligeramente inferior al fruto maduro, pues en este estado fisiológico el contenido de sólidos solubles es ligeramente menor y el contenido de ácidos es mayor lo que hace descender el índice de madurez.

El contenido de sólidos solubles varía de 7 a 13 °Brix según la literatura y el valor encontrado de 6,89 se encuentra cercano al límite inferior lo que explica el estado fisiológico de madurez del fruto analizado.

Cuadro 12. Análisis físico-químico del chayote

Componentes	
Sólidos totales (%)	7,400
Sólidos solubles (%)	6,890
Sólidos insolubles (%)	0,510
Acidez titulable (% de ácido ascórbico)	0,515
Índice de madurez (No se expresa en %)	13,379
pH	5,800
Azúcares reductores (%)	1,363
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 g de muestra)	16,110

4.2. Parámetros tecnológicos para la obtención de fruta confitada a partir del chayote

4.2.1. Pruebas preliminares

a. Pelado

En el cuadro 13, se muestran los resultados de la operación, observándose que la mayor concentración (3% NaOH) por un tiempo de 2 minutos reportó la mayor eficiencia de pelado, como la cáscara del chayote

presenta protuberancias en forma de espinillas en algunos casos fue necesario utilizar un cuchillo para eliminarlos.

Cuadro 13. Resultados del pelado químico

Tiempo (minutos)	Eficiencia del pelado (%)		
	Solución de NaOH		
	1,5 %	2,0 %	3,0 %
1	0,0	20,0	70,0
2	0,0	20,0	96,0

b. Macerado

Con respecto al tiempo de maceración este se determinó teniendo en cuenta la eliminación del sabor un tanto desagradable del chayote al estado semi-maduro.

El sabor desagradable desaparece en 48 horas usando salmuera al 14 % y en 24 horas usando salmueras de 10 y 12 %.

Lo que significa que para las diferentes concentraciones de salmueras utilizadas el tiempo mínimo fue de 24 horas pudiendo ser mayor a 48 horas o más, si la concentración de salmuera aumenta.

En la figura 4, se aprecia la variación del porcentaje de peso de la fruta vs el tiempo de macerado durante 120 horas, utilizando tres concentraciones de salmuera (10, 12 y 14 % Na_2Cl); en el que se puede observar que la presión osmótica de la salmuera esta en función directa del incremento de la sal. Se nota claramente que con la salmuera T3 compuesto

de 14% NaCl ; 1% CaCl₂ y 0,1% Na₂SO₃ la fruta pierde el 18 % de su peso debido al efecto osmótico, llegando al equilibrio a las 120 horas e incrementando su peso en un 5,2 %.

En la salmuera T₂ cuya composición es 12% NaCl; 1% CaCl₂ y 0,1% Na₂SO₃ la pérdida de peso llega al 14,25 % observándose un equilibrio a las 96 horas y un incremento de 3,1 %; y en la salmuera T₁ cuya composición es 10 % NaCl, 1% Ca Cl₂ y 0,1 % Na₂ NO₃, la pérdida de peso fue del 12,5 %, llegando al equilibrio a las 72 horas; con un incremento de 1,33% en peso.

Estas variaciones de peso se deben a que la fruta pierde agua y simultáneamente penetra en ella la salmuera.

La concentración final de la salmuera en cada tratamiento es menor que la concentración inicial, esto significa que la fruta macerada a captado un porcentaje de sal durante la operación; por lo que la fruta tiene que someterse a un desalado.

Puesto que el objeto de la maceración es aumentar la permeabilidad de las paredes celulares de la fruta para facilitar la absorción del azúcar, podríamos indicar que el uso de la salmuera al 14% de NaCl sería el más indicado; sin embargo se observa una ligera deformación irreversible en la fruta debido al severo efecto osmótico inicial. Esto no sucede con las concentraciones 10 y 12% NaCl, debido a que el efecto osmótico no es significativo lo cual indica que los tratamientos adecuados serían éstos. A fin de evaluarse estos parámetros los frutos macerados para las tres concentraciones fueron sometidos al proceso de confitado.

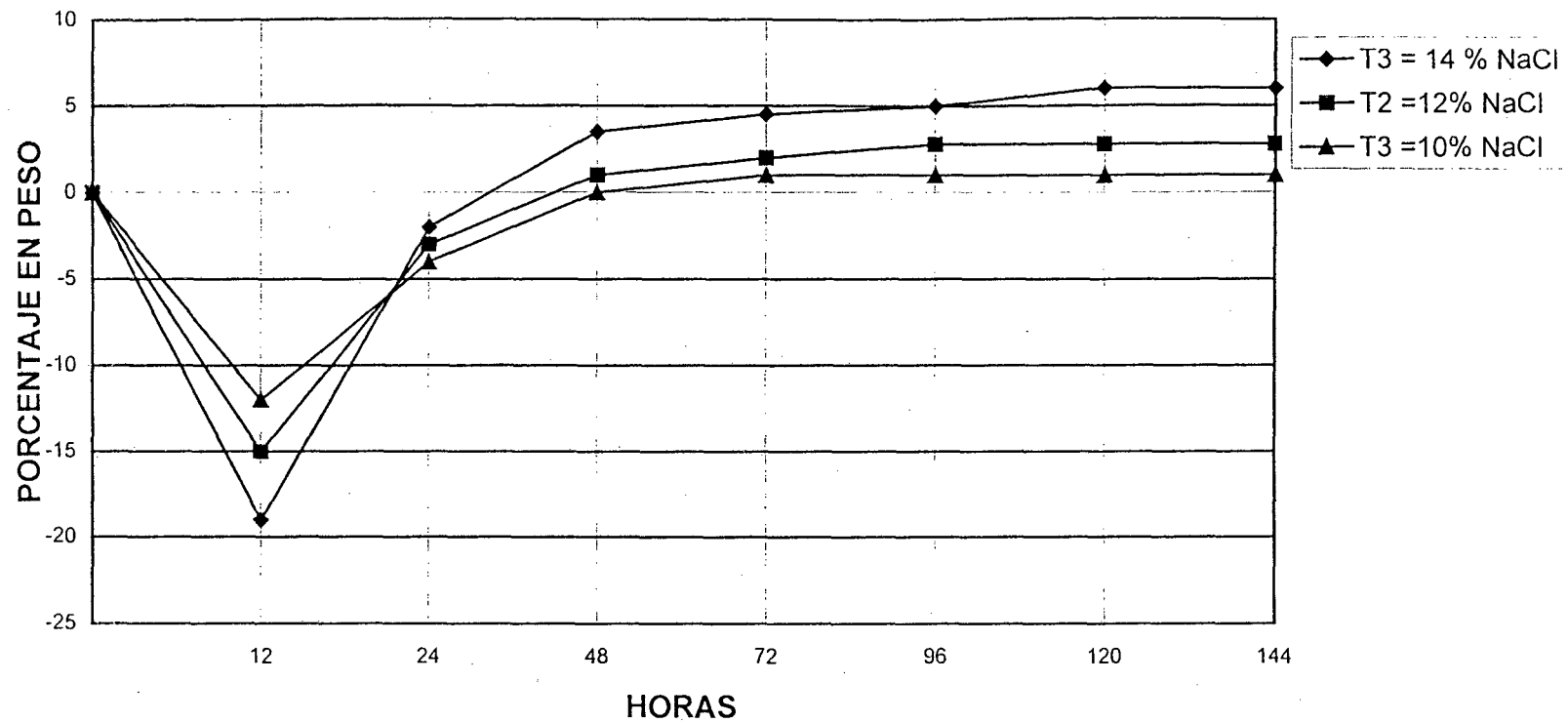


Figura 4. Variación del peso del chayote en 120 horas de maceración.

La operación de desalado en T_3 es de 36 horas y para T_2 y T_1 24 horas hasta la completa eliminación de sal en la fruta. Esto permite afirmar que a mayor concentración de la salmuera el proceso de desalado será más prolongado; por lo que se eligió el tratamiento T_2 (12 % NaCl), como el mejor de los tres en estudio

c. Precocción - blanqueado

Los resultados de esta operación fueron evaluados en función a la prueba de la actividad enzimática en la fruta, los cuales se muestran en el cuadro 14, donde se puede apreciar que para un tiempo de 30 s a ebullición existe una ligera actividad enzimática. A los 60 s en los tratamientos se observa que no hay coloración, esto demuestra que las enzimas han sido inactivadas, el mismo resultado se muestra para el tiempo de 90 s, donde la fruta blanqueada sufre un ligero daño de cocimiento, por lo que se eligió el tiempo de 60 s como tiempo óptimo para efectuar la operación de blanqueo a ebullición.

Cuadro 14. Resultado de la prueba de la actividad enzimática

Tratamiento	Tiempo de blanqueo min.	Actividad enzimática (prueba de la peroxidasa)	Textura
Testigo		+++	Duro
T1	0,5	+	Duro
	1,0	-	Buena
	1,5	-	Buena
T2	0,5	+	Duro
	1,0	-	Buena
	1,5	-	Buena
T3	0,5	+	Duro
	1,0	-	Bueno
	1,5	-	Bueno

+++ : Elevada actividad enzimática
+ : Actividad enzimática ligera
- : No existe actividad enzimática

d. Inmersión en jarabe

El jarabe fue preparado con agua blanda debido a que la dureza del agua es un factor muy importante cuando se invierte el jarabe, Lideman, citado por Rodríguez (1984) afirma que los iones de Ca^{++} y Mg^{++} , iones de metales pesados, catalizan la inversión de la sacarosa y pueden promover la decoloración del jarabe. Se efectuó la inmersión a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$), debido a que el presente trabajo se realizó por el método del proceso lento, además porque la fruta sufre deformación a temperaturas elevadas.

La variación en la concentración inicial del jarabe a utilizar afecta las características del producto final, en tal sentido es importante evaluar

este efecto, ya que el poder usar un jarabe con alta concentración inicial permitiría reducir el tiempo del proceso de elaboración; en tal sentido las muestras fueron evaluadas organolépticamente, destacando la muestra sumergida en el jarabe de 30°Brix de concentración inicial, correspondiente al tratamiento T₅.

e. Secado

Se determinó la curva de pérdida de humedad de la fruta confitada en función al tiempo de secado, el que se muestra en la figura 5. Observándose en ella al inicio del secado una humedad en base seca de 32,99 % o humedad en base húmeda de 24,81 % a una temperatura constante de 60°C.

Los resultados obtenidos nos permitió determinar un tiempo promedio de una hora para el secado de la fruta confitada del chayote en que alcanzó una humedad en base seca de 23,69 % o 19,15 % de humedad en base húmeda, la misma que se encuentra dentro del rango aceptado por el ITINTEC (1985). La fruta confitada fue retirada del secador luego de 5 horas de secado obteniéndose al final de ésta operación una humedad en base seca de 14,64 %. Estos resultados demuestran que el secado varía en función al tipo de producto y a las condiciones de temperatura, porcentaje de humedad inicial, velocidad del aire de secado y carga del producto principalmente.

Cuadro 15. Pérdida de humedad en función al tiempo de secado

Tiempo		H.B.S. (kg H ₂ O/kg MS)
(Minutos)	(Horas)	
0	0 hrs.	0,3299
15		0,3144
30		0,2864
45		0,2529
60	1 hr.	0,2369
75		0,2276
90		0,2190
105		0,2086
120	2 hrs.	0,1906
135		0,1826
150		0,1760
165		0,1693
180	3 hrs.	0,1629
195		0,1580
210		0,1525
225		0,1500
240	4 hrs.	0,1486
255		0,1472
270		0,1470
285		0,1468
300	5 hrs.	0,1464
315		0,1462

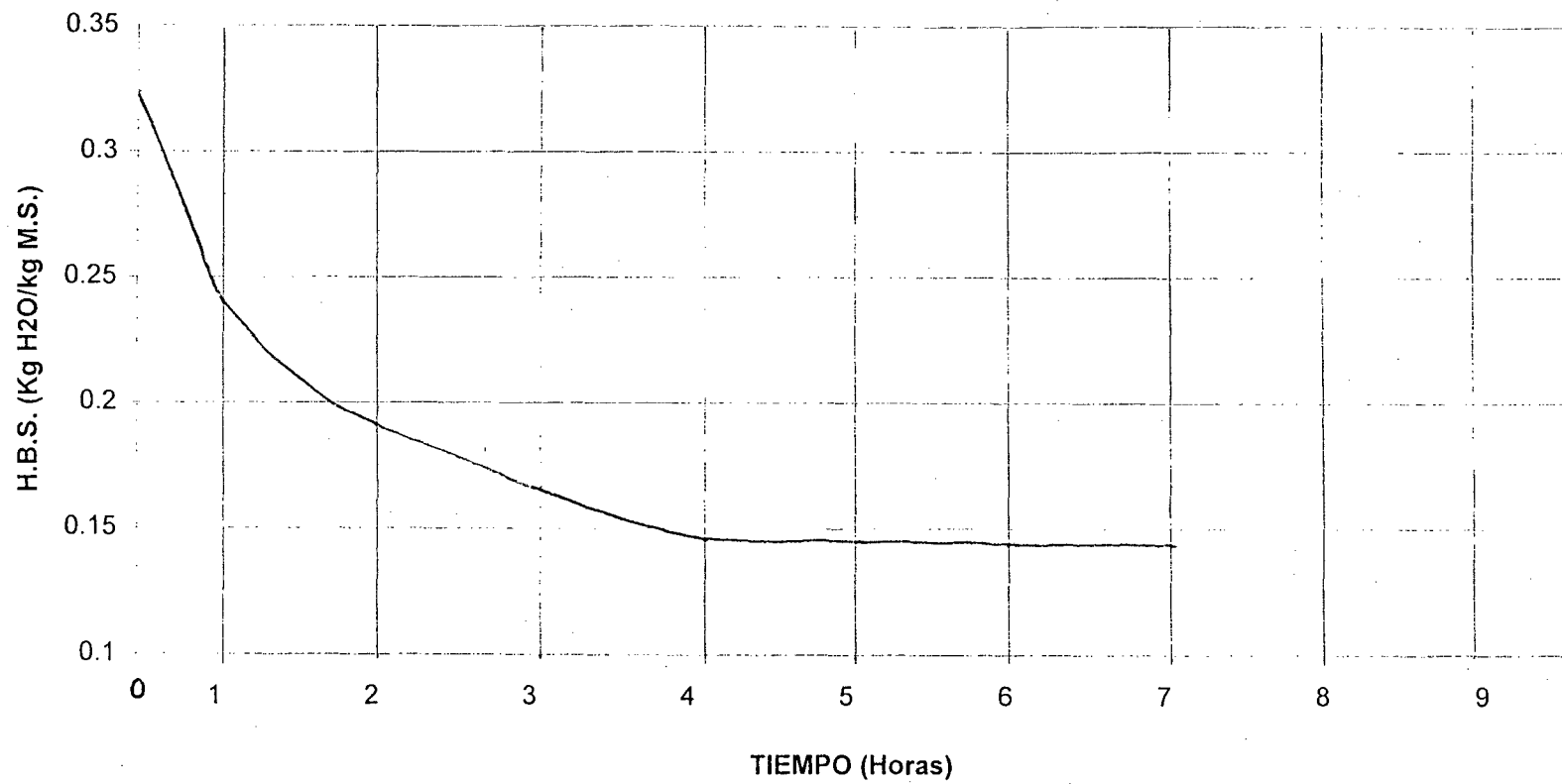


Figura 5. Pérdida de humedad del chayote confitado en función del tiempo de secado a 60°C

4.2.2. Pruebas finales

a. Optimización del tiempo de inmersión en el jarabe

En el cuadro 16, se observa la variación de la concentración del azúcar del jarabe con incrementos diarios de 10 °Brix evaluados durante las primeras 12 horas. Las observaciones muestran que existe significativa variación en la concentración de los jarabes durante las primeras horas de la inmersión, después de estos períodos iniciales (10 horas máximo y 6 horas mínimo) no se observó ganancia significativa de azúcar por parte de la fruta llegando al equilibrio diario; no variando la concentración del jarabe hasta llegar a las 24 horas durante los primeros días del proceso; luego del cual, el período de equilibrio se reduce a las primeras 6 horas aproximadamente.

Estos resultados nos permiten afirmar que el tiempo de 24 horas para la adición del jarabe se reduciría a un promedio de 10 horas, en el primer día y a 6 horas en el quinto y sexto día, esto nos permitirá reducir el tiempo de confitado por el método del proceso lento; es decir, que en lugar de necesitarse 144 horas, este tiempo se puede reducir en un 68,06 %, reduciéndose todo el proceso a un tiempo total de 46 horas; estos resultados se grafican en la figura 6.

En el Cuadro 17 se observa la variación de los grados °Brix del jarabe y la fruta, a 30 °Brix de concentración inicial del jarabe de inmersión, observándose claramente que existen diferencias entre las concentraciones del jarabe y la fruta, siendo en ésta última inferior al jarabe, esto hace que la concentración final del jarabe, llegue hasta 72 °Brix encontrándose en la

fruta 70 °Brix, los resultados se grafican en la figura 7.

Cuadro 16. Variación del tiempo de inmersión en jarabe v.s. los °Brix en equilibrio por día.

Tiempo Horas	Concentraciones de jarabe (°Brix)					
	1	2	3	4	5	6
0	30	40,0	50	60	70	80
1	29	39,5	49	59	69	79
2	28	39,0	48	58	68	77,5
3	27	38,5	47	57	67	76
4	26	38,0	46	56	66	74,5
5	25	37,5	45	55	65	73
6	24	37,0	44	54	64 *	72 *
7	23	36,0	43	53*	64	72
8	22	35,0	42 *	53	64	72
9	21	34,0*	42	53	64	72
10	20*	34,0	42	53	64	72
11	20	34,0	42	53	64	72
12	20	34,0	42	53	64	72

* Equilibrio diario

Los resultados son el promedio de 3 repeticiones

Cuadro 17. Variación de los °Brix del jarabe y de la fruta.

Tiempo Horas	Incremento 10 °Brix	Variación °Brix jarabe	Variación °Brix fruta
24	30	20	18
48	40	34	31
72	50	42	40
96	60	53	52
120	70	64	62
144	80	72	70

Los resultados son el promedio de 3 repeticiones

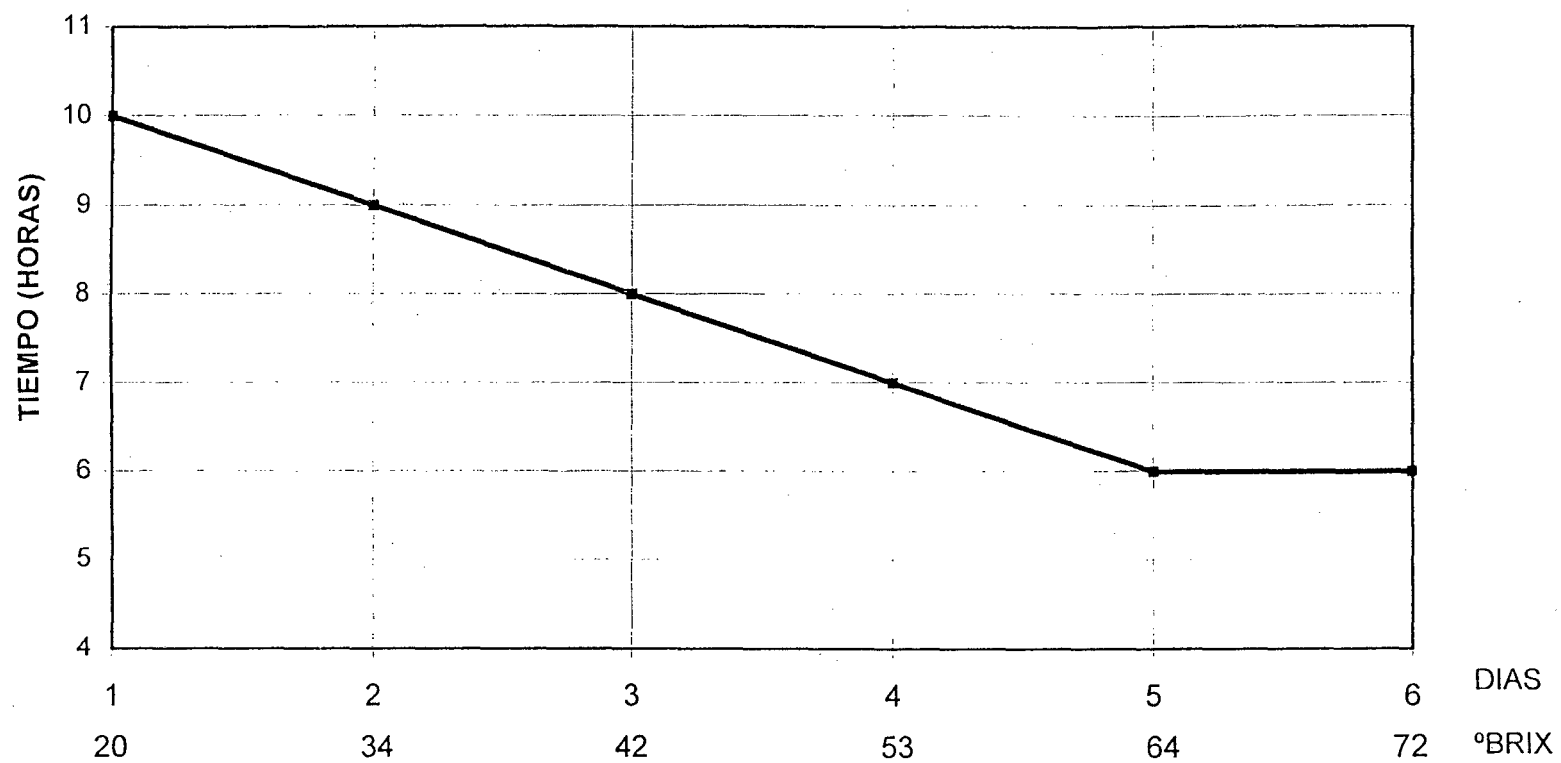


Figura 6. Variación del tiempo de inmersión en jarabe vs. los °Brix en equilibrio.

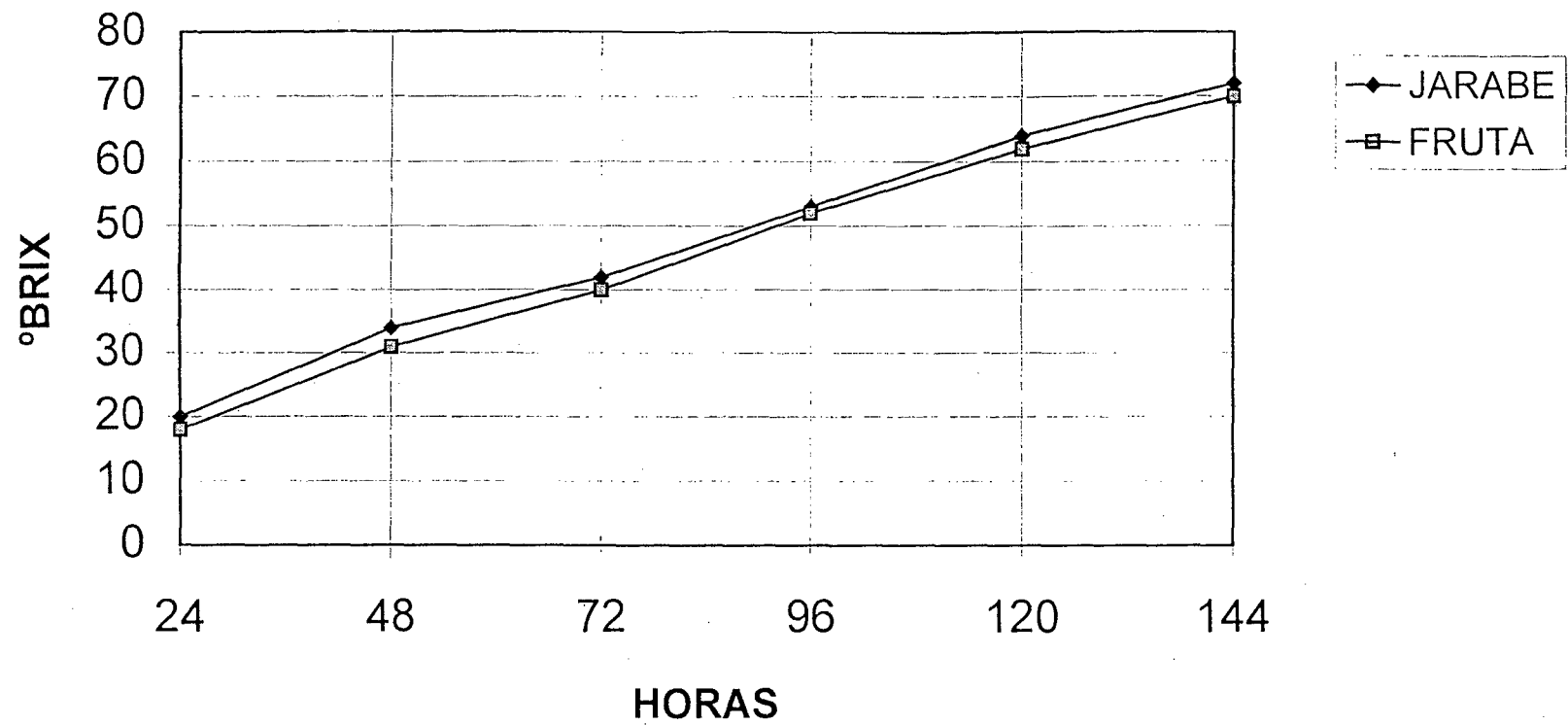


Figura 7. Variación de los °Brix del jarabe y de la fruta durante la inmersión.

b. Evaluación sensorial

1) Para el atributo color.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el atributo color.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Panelistas	10	9,636	0,963	0,66	1,95-2,55	NS
Tratami.	8	134,505	16,813	11,47	2,05-2,74	**
% NaCl (A)	2	98,323	49,161	33,53	3,11-4,88	**
° Brix (B)	2	1,474	0,737	0,50	3,11-4,88	NS
A x B	4	34,707	8,676	5,91	2,48-3,56	**
Error exp.	80	117,273	1,466			
TOTAL	98	261,414				

$$\sigma = 1,63$$

Del Cuadro 18, se tiene que no existen evidencias estadísticas para rechazar la hipótesis planteada (Hp) por lo que se concluye que no existen diferencias estadísticas significativas entre los panelistas, ni para el factor principal B, para el atributo color con un nivel de significación del 5%. Así mismo se ha encontrado que existen evidencias estadísticas para aceptar la hipótesis alternante, por lo que se puede afirmar que existen diferencias altamente significativas para la fuente de variación: tratamientos, efecto principal A y para la interacción A x B. La alta significación estadística hallada para la interacción A x B nos indica que el efecto entre los niveles

del factor A (% NaCl) en promedio de B, no es el mismo en los niveles del factor B (°Brix) en promedio de A.

Conociendo que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las medias de los 9 tratamientos en estudio, se realizó la prueba de Tukey (Cuadro 19) con un nivel de significación del 5% con la finalidad de averiguar cuál o cuáles son los tratamientos aceptados por los panelistas. El atributo color del chayote confitado se dispersa en promedio, respecto a la media en 1,63 puntos.

Cuadro 19. Prueba de Tukey para el atributo color
($\alpha = 0,05$).

Tratam.	Prom.	Significancia de Tratamientos				
		Trat. % NaCl °Brix				
T ₅ a ₂ b ₂	8,36	a	T ₁	10	25	
T ₄ a ₂ b ₁	8,00	a b	T ₂	10	30	
T ₆ a ₂ b ₃	7,00	a b c	T ₃	10	35	
T ₇ a ₃ b ₁	6,64	b c d	T ₄	12	25	
T ₃ a ₁ b ₃	6,36	b c d e	T ₅	12	30	
T ₂ a ₁ b ₂	5,55	c d e	T ₆	12	35	
T ₈ a ₃ b ₂	5,45	c d e	T ₇	14	25	
T ₉ a ₃ b ₃	5,27	d e	T ₈	14	30	
T ₁ a ₁ b ₁	4,82	e	T ₉	14	35	

Del Cuadro 19, se tiene que los tratamientos T₅, T₄ y T₆ a la misma concentración de 12% de NaCl, para las tres

concentraciones de azúcar en estudio, mostraron estadísticamente comportamientos iguales, siendo superiores a los demás tratamientos a un nivel de significancia del 5%.

El tratamiento T₅, es decir 12% de NaCl con 30 °Brix, mostró el mayor valor promedio en relación a T₄ y T₆ aún siendo estadísticamente igual a éstos.

Y puesto que se ha encontrado diferencias estadísticas altamente significativas para la interacción A x B pasamos a realizar el estudio de los efectos simples, (Cuadro 20) para determinar donde se encuentra esa diferencia.

Cuadro 20. ANVA de los efectos simples para el atributo color.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
SCA en b ₁	2	56,061	0,035	0,029	3,11- 4,88	NS
SCA en b ₂	2	60,181	30,090	20,527	3,11- 4,88	**
SCA en b ₃	2	16,787	8,393	5,726	3,11- 4,88	**
SCB en a ₁	2	13,151	6,575	4,486	3,11- 4,88	*
SCB en a ₂	2	10,969	5,484	3,742	3,11- 4,88	*
SCB en a ₃	2	12,060	6,030	4,114	3,11- 4,88	*
Error exp.	80	117,273	1,465			

En el Cuadro 20 se ha encontrado que la significación estadística al 1% de probabilidad alcanzada para la interacción A x B, se debe a la alta significación estadística alcanzada para los efectos simples A en b₂ y A en b₃;

asimismo a la significación estadística alcanzada al 5% de probabilidad para los efectos simples B en a_1 , B en a_2 y B en a_3 . Es decir que las diferencias entre las concentraciones de NaCl empleadas se da con mayor énfasis para los niveles b_2 y b_3 (30 y 35° Brix respectivamente) pasando inadvertido para b_1 (25° Brix). Así mismo se ha encontrado que las diferencias entre las concentraciones de azúcar se da cuando utilizamos frutas maceradas en salmueras al 10, 12 y 14% de NaCl. Para establecer en que tratamiento específico existe la diferencia se realizó la prueba de Tukey (Cuadros 21, 22, 23, 24, 25 y 26, respectivamente).

Cuadro 21. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_1 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_1	8,00	a
a_3b_1	6,64	a b
a_1b_1	4,82	b

Del Cuadro 21 se tiene que a iguales condiciones de concentración de azúcar ó 25 °Brix, las salmueras al 12 y 14% de NaCl son estadísticamente iguales, llegando a superar a la salmuera al 10% de NaCl.

Cuadro 22. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_2	8,36	a
a_1b_2	5,55	b
a_3b_2	5,45	b

En el Cuadro 22 se observa que a la concentración constante de azúcar a 30 °Brix, la salmuera al 12% de NaCl es superior estadísticamente al resto de tratamientos que mostraron similar comportamiento a un nivel de significación del 5%.

Cuadro 23. Prueba de Tukey para el atributo color del factor A en b_3 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_3	7,00	a
a_1b_3	6,36	a b
a_3b_3	5,27	b

En el Cuadro 23, de la prueba de Tukey para un nivel del 5% del efecto simple A en b_3 se observa que a condiciones iguales de concentración de azúcar a 35° Brix, las salmueras al 12 % y 10% de NaCl respectivamente son estadísticamente iguales y superan a las salmuera al 14% de NaCl.

Cuadro 24. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_1 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_1b_3	6,36	a
a_1b_2	5,55	a
a_1b_1	4,82	a

Del Cuadro 24 se tiene que a la misma concentración de 10% de NaCl, las concentraciones de azúcar mostraron un comportamiento similar, es decir no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 25. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_2 ($\alpha = 0.05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_2	8,36	a
a_2b_1	8,00	a
a_2b_3	7,00	a

Del Cuadro 25 para un nivel del 5% de probabilidad para la prueba de Tukey del efecto simple B en a_2 se observa que manteniendo constante la concentración de la salmuera en 12% de NaCl, las concentraciones de azúcar en estudio son estadísticamente iguales.

Cuadro 26. Prueba de Tukey para el atributo color del factor B en a_3 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_3b_1	6,64	a
a_3b_2	5,45	a
a_3b_3	5,27	a

Del Cuadro 26, prueba de Tukey con un nivel de significación del 5% se tiene que a condiciones similares de concentraciones de salmuera al 14% de NaCl, las concentraciones de azúcar en estudio, es decir 25, 30 y 35 °Brix, respectivamente no mostraron diferencias estadísticas significativas.

2) Para el atributo sabor.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el atributo sabor.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
Panelistas	10	13,616	1,361	0,54	1,95- 2,55	NS
Tratami.	8	93,818	11,727	4,66	2,05- 2,74	**
%NaCl (A)	2	59,152	29,576	11,75	3,11- 4,88	**
° Brix (B)	2	0,424	0,212	0,08	3,11- 4,88	NS
A x B	4	34,242	8,560	3,40	2,48- 3,56	*
Error exp.	80	201,293	2,516			
TOTAL	98	308,727				

$$\sigma = 1,77$$

Del Cuadro 27 se tiene que para la fuente de variación: panelistas y efecto principal B ($^{\circ}$ Brix), no existen evidencias estadísticas para rechazar la hipótesis planteada; por lo que se concluye que no existen diferencias estadísticas significativas entre los panelistas, ni entre los niveles del factor principal B para el atributo Sabor a un nivel de significación del 5%. También podemos afirmar que existen evidencias estadísticas para aceptar la hipótesis alternante (H_a); por lo que se concluye que existen diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variación: tratamientos y efecto principal A (% NaCl).

Asimismo se ha encontrado que existen diferencias estadísticas significativas para un nivel del 5% de probabilidad para la interacción A x B que nos indica que el efecto entre los niveles del factor A (% NaCl) en promedio de B, no es el mismo en los niveles del factor B ($^{\circ}$ Brix), en promedio de A. El atributo Sabor del chayote confitado se dispersa en promedio respecto a la media en 1,77 puntos. Para determinar donde se encuentra esa diferencia se realizó el estudio de los efectos simples (Cuadro 28).

Cuadro 28. ANVA de los efectos simples para el atributo sabor.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
SC A en b_1	2	37,515	18,757	7,45	3,11- 4,88	**
SC A en b_2	2	31,091	15,545	6,18	3,11- 4,88	**
SC A en b_3	2	24,788	12,394	4,93	3,11- 4,88	**
SC B en a_1	2	13,273	6,636	2,64	3,11- 4,88	NS
SC B en a_2	2	1,697	0,848	0,34	3,11- 4,88	NS
SC B en a_3	2	19,697	9,848	3,91	3,11- 4,88	*
Error exp.	80	201,293	2,516			

Donde se encontró que la significación estadística al 5% de probabilidad alcanzada para la interacción A x B se debe a la significación estadística al 1% de probabilidad alcanzada para los efectos simples A en b_1 , A en b_2 y A en B_3 ; así como para el efecto simple B en a_3 con una probabilidad del 5%: es decir que las diferencias entre las concentraciones de salmuera utilizadas se da para los 3 niveles de concentración de azúcar (25, 30 y 35 °Brix).

Asimismo las diferencias entre las concentraciones de azúcar se da solo para la concentración al 14% de NaCl.

Para establecer en que tratamiento específico existe la diferencia, se realizó la Prueba de Tukey con un nivel de significación del 5% para los efectos simples del factor A en b_1 , A en b_2 , A en b_3 y B en a_3 respectivamente (Cuadros 29, 30, 31 y 32).

**Cuadro 29. Prueba de Tukey para el atributo sabor
del factor A en b_1 ($\alpha = 0,05$).**

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_1	7,18	a
a_3b_1	6,73	a b
a_1b_1	4,73	b

**Cuadro 30. Prueba de Tukey para el atributo sabor
del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).**

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_2	7,55	a
a_1b_2	5,64	a b
a_3b_2	5,36	b

**Cuadro 31. Prueba de Tukey para el atributo sabor
del factor A en b_3 ($\alpha = 0,05$).**

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_3	7,00	a
a_1b_3	6,27	a
a_3b_3	4,91	a

Cuadro 32. Prueba de Tukey para el atributo sabor del factor B en a_3 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_3b_1	6,73	a
a_3b_2	5,36	a
a_3b_3	4,91	a

Del Cuadro 29, se tiene que las concentraciones de las salmueras al 12 y 14% de NaCl son estadísticamente iguales y reportaron los valores promedios más altos que si utilizamos la salmuera al 10% de NaCl a la misma concentración del jarabe de inmersión a 25 °Brix.

Del Cuadro 30, se encontró que a la misma concentración de 30 ° Brix del jarabe de inmersión, las salmueras al 10 y 12% de NaCl no mostraron diferencias estadísticas significativas entre si, siendo superiores a la tercera concentración de 14% de NaCl.

Del Cuadro 31, se tiene que para el efecto simple de A en b_3 , las concentraciones de las salmueras al 10, 12 y 14% de NaCl mostraron un similar comportamiento al emplearse un jarabe de inmersión de 35 °Brix pero que de acuerdo al mayor valor promedio se puede recomendar utilizar el tratamiento T_5 de 12% NaCl con 30 °Brix.

De la prueba de Tukey para el efecto simple del factor B en a_3

(Cuadro 32) con un nivel de 5% de probabilidad se tiene que las concentraciones de azúcar en estudio (25, 30 y 35 °Brix) no muestran diferencias estadísticas significativas al utilizarse una salmuera al 14% de NaCl.

Cuadro 33. Prueba de Tukey para el atributo sabor
($\alpha = 0,05$).

Tratami.		Prom.	Significancia de Tratamientos			
				Trat.	% NaCl	°Brix
T ₅	a ₂ b ₂	7,55	a	T ₁	10	25
T ₄	a ₂ b ₁	7,18	a b	T ₂	10	25
T ₆	a ₂ b ₃	7,00	a b c	T ₃	10	25
T ₇	a ₃ b ₁	6,73	a b c d	T ₄	12	30
T ₃	a ₁ b ₃	6,27	a b c d	T ₅	12	30
T ₂	a ₁ b ₂	5,64	a b c d	T ₆	12	30
T ₈	a ₃ b ₂	5,36	b c d	T ₇	14	35
T ₉	a ₃ b ₃	4,91	c d	T ₈	14	35
T ₁	a ₃ b ₁	4,73	d	T ₉	14	35

Habiéndose encontrado diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variación: tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 33) en donde se ha encontrado que no existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad entre los tratamientos T₅, T₄, T₆, T₇, T₃ y T₂, pero que a su vez son superiores a los demás tratamientos en estudio. De acuerdo al valor promedio

alcanzado se puede recomendar el uso del tratamiento T₅ compuesto de 12% de NaCl y 30 °Brix para el jarabe de inmersión inicial.

3) Para el atributo apariencia general.

Cuadro 34. ANVA para el atributo apariencia general.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
Panelistas	10	7,636	0,763	0,27	1,95- 2,55	NS
Tratami.	8	103,474	12,934	4,71	2,05- 2,74	**
%NaCl (A)	2	65,717	32,858	11,96	3,11- 4,88	**
° Brix (B)	2	0,080	0,040	0,01	3,11- 4,88	NS
A x B	4	37,676	9,419	3,43	2,48- 3,56	*
Error exp.	80	219,636	2,745			
TOTAL	98	330,747				

$$\sigma = 1,84$$

En el Cuadro 34 se ha encontrado que no existen evidencias estadísticas para rechazar la hipótesis planteada (H_p) para el efecto panelistas ni para el factor principal B y por lo que afirmamos que no existen diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación: panelistas, ni para el efecto principal B referente al atributo apariencia general.

Asimismo se han encontrado evidencias estadísticas para aceptar la hipótesis alternante (H_a) para los efectos

tratamientos y factor principal A de donde se afirma que existen diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variación: tratamientos; así como para el efecto principal A (% NaCl); es decir al menos un tratamiento es diferente a los demás tratamientos en estudio. También se observa que existen diferencias estadísticas significativas para un nivel del 5% de probabilidad para la interacción A x B. El atributo Apariencia General de la fruta confitada de chayote se dispersa en promedio, respecto a la media en 1,84 puntos..

Cuadro 35. ANVA de los efectos simples para el atributo apariencia general.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
SC A en b ₁	2	43,696	21,848	7,95	3,11- 4,88	**
SC A en b ₂	2	34,909	17,454	6,35	3,11- 4,88	**
SC A en b ₃	2	24,787	12,393	4,51	3,11- 4,88	*
SC B en a ₁	2	18,242	9,121	3,32	3,11- 4,88	*
SC B en a ₂	2	1,272	0,636	3,31	3,11- 4,88	*
SC B en a ₃	2	18,242	9,121	3,32	3,11- 4,88	*
Error exp.	80	219,636	2,745			

Para determinar donde se encuentra esa diferencia se realizó el ANVA de los efectos simples (Cuadro 35) donde se encontró que la significación estadística al 5% de probabilidad hallada para la interacción A x B se debe a las diferencias estadísticas altamente significativas encontradas para los

efectos simples A en b_1 y A en b_2 , así como a las diferencias estadísticas al 5% de probabilidad encontradas para los efectos simples A en b_3 , B en a_1 , B en a_2 y B en a_3 . Por lo tanto podemos afirmar que las diferencias entre las concentraciones de la salmuera utilizada se da para los 3 niveles de concentración de azúcar en estudio : 25, 30 y 35 °Brix, respectivamente.

Para establecer en que tratamientos específicos existen las diferencias estadísticas se realizó la prueba de Tukey con un nivel de significación del 5% para los efectos simples del factor A en b_1 , A en b_2 , A en b_3 , B en a_1 , B en a_2 y B en a_3 (Cuadros 36, 37, 38, 39, 40 y 41).

Cuadro 36. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_1 ($\alpha=0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_1	8,00	a
a_3b_1	7,55	a b
a_1b_1	5,36	b

Del Cuadro 36 se tiene que las salmueras al 12 y 14% de NaCl se comportaron estadísticamente iguales y representaron los promedios mas altos que si utilizáramos la salmuera al 10% de NaCl manteniendo constante la concentración del

jarabe de inmersión en 25° Brix.

Cuadro 37. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_2 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_2	8,36	a
a_3b_2	6,18	a
a_1b_2	6,18	a

En el Cuadro 37 se observa que las salmueras al 10, 12 y 14% de NaCl son estadísticamente iguales cuando se emplea una concentración constante del jarabe de inmersión con 30° Brix, representando un mayor promedio el tratamiento a_2b_2 .

Cuadro 38. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor A en b_3 . ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_3	7,91	a
a_1b_3	7,18	a
a_3b_3	5,82	a

Del mismo modo, de la prueba de Tukey para el efecto simple A en b_3 , en el (Cuadro 38) con un nivel de significación del 5% se tiene que las concentraciones de 10, 12 y 14% de NaCl, se comportaron de manera igual que al utilizar un jarabe de

inmersión con 35 °Brix.

Cuadro 39. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_1 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_1b_3	7,18	A
a_1b_2	6,18	a
a_1b_1	5,36	a

Cuadro 40. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_2 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_2b_2	8,36	A
a_2b_1	8,00	a
a_2b_3	7,91	a

Cuadro 41. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general del factor B en a_3 ($\alpha = 0,05$).

Tratamientos	Promedios	Significancia
a_3b_1	7,55	a
a_3b_2	6,18	a
a_3b_3	5,82	a

En los Cuadros 39, 40 y 41 se observa que al mantener constante las concentraciones de las salmueras en 10, 12 y

14% de NaCl, respectivamente; las concentraciones de 25, 30 y 35 °Brix del jarabe de inmersión se comportaron estadísticamente iguales.

Cuadro 42. Prueba de Tukey para el atributo apariencia general ($\alpha = 0,05$)

Tratami.		Prom.	Significancia de Tratamientos			
			Trat.		% NaCl	°Brix
T ₅	a ₂ b ₂	8,36	a	T ₁	10	25
T ₄	a ₂ b ₁	8,00	a b	T ₂	10	30
T ₆	a ₂ b ₃	7,91	a b c	T ₃	10	35
T ₇	a ₃ b ₁	7,55	a b c d	T ₄	12	25
T ₃	a ₁ b ₃	7,18	a b c d	T ₅	12	30
T ₂	a ₁ b ₂	6,18	a b c d	T ₆	12	35
T ₈	a ₃ b ₂	6,18	a b c d	T ₇	14	25
T ₉	a ₃ b ₃	5,82	b c d	T ₈	14	30
T ₁	a ₁ b ₁	5,36	d	T ₉	14	35

Con respecto a la alta significación estadística encontrada para los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 42) con un nivel de significación del 5% de probabilidad, en el que se observa que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos T₅, T₄, T₆, T₇, T₃, T₂ y T₈; habiendo diferencias estadísticas solo con los tratamientos T₉

y T₁ que mostraron los valores promedios más bajos.

4) Para el atributo textura.

Cuadro 43. ANVA para el atributo textura.

F. V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig
Panelistas	10	8,181	0,818	0,29	1,95- 2,55	NS
Tratami.	8	14,727	1,840	0,67	2,05- 2,74	NS
%NaCl (A)	2	8,727	4,363	1,59	3,11- 4,88	NS
° Brix (B)	2	0,424	0,212	0,07	3,11- 4,88	NS
A x B	4	5,575	1,393	0,51	2,48- 3,56	NS
Error exp.	80	219,272	2,740			
TOTAL	98	242,181				

$$\sigma = 1,57$$

Cuadro 44. Prueba de Tukey para el atributo textura

($\alpha = 0,05$).

Tratami.		Prom.	Significancia de Tratamiento			
			Trat.	% NaCl	°Brix	
T ₅	a ₂ b ₂	6,55	a	T ₁	10	25
T ₄	a ₂ b ₁	6,36	a	T ₂	10	30
T ₃	a ₁ b ₃	6,27	a	T ₃	10	35
T ₆	a ₂ b ₃	5,91	a	T ₄	12	25
T ₇	a ₃ b ₁	5,82	a	T ₅	12	30
T ₂	a ₁ b ₂	5,82	a	T ₆	12	35
T ₁	a ₁ b ₁	5,64	a	T ₇	14	25
T ₉	a ₃ b ₃	5,45	a	T ₈	14	30
T ₈	a ₃ b ₁	5,36	a	T ₉	14	35

En el Cuadro 43 se observa que no existen evidencias estadísticas para rechazar la hipótesis planteada (H_p) para los efectos: panelistas, tratamientos, factores principales, ni para la interacción A x B de la fuente de variación del ANVA calculado. Por lo que se puede afirmar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, pues el Atributo Textura de la fruta confitada de chayote, se dispersa en promedio, respecto a la media en 1,57 puntos.

Luego realizamos la prueba de Tukey (Cuadro 44) y se encontró que para un nivel de significación del 5% los nueve tratamientos en estudio mostraron ser estadísticamente iguales; lo que corrobora el resultado mostrado en el Cuadro 43.

Por lo tanto de acuerdo al mayor valor promedio se puede recomendar al tratamiento T_5 (12% NaCl y 30 °Brix).

c. Balance de materia y determinación del Rendimiento

En la figura 8 y el Cuadro 45 se muestra el balance de materia y los rendimientos por operación y por proceso en la elaboración de fruta confitada de chayote, iniciándose éste con 100,00 kg de materia prima, obteniéndose 82,23 kg de fruta confitada, secada hasta un 19,15% de humedad en base húmeda y lista para empacar. Esta cantidad indica un rendimiento de 92,21% con respecto a la materia prima que ingresa a la

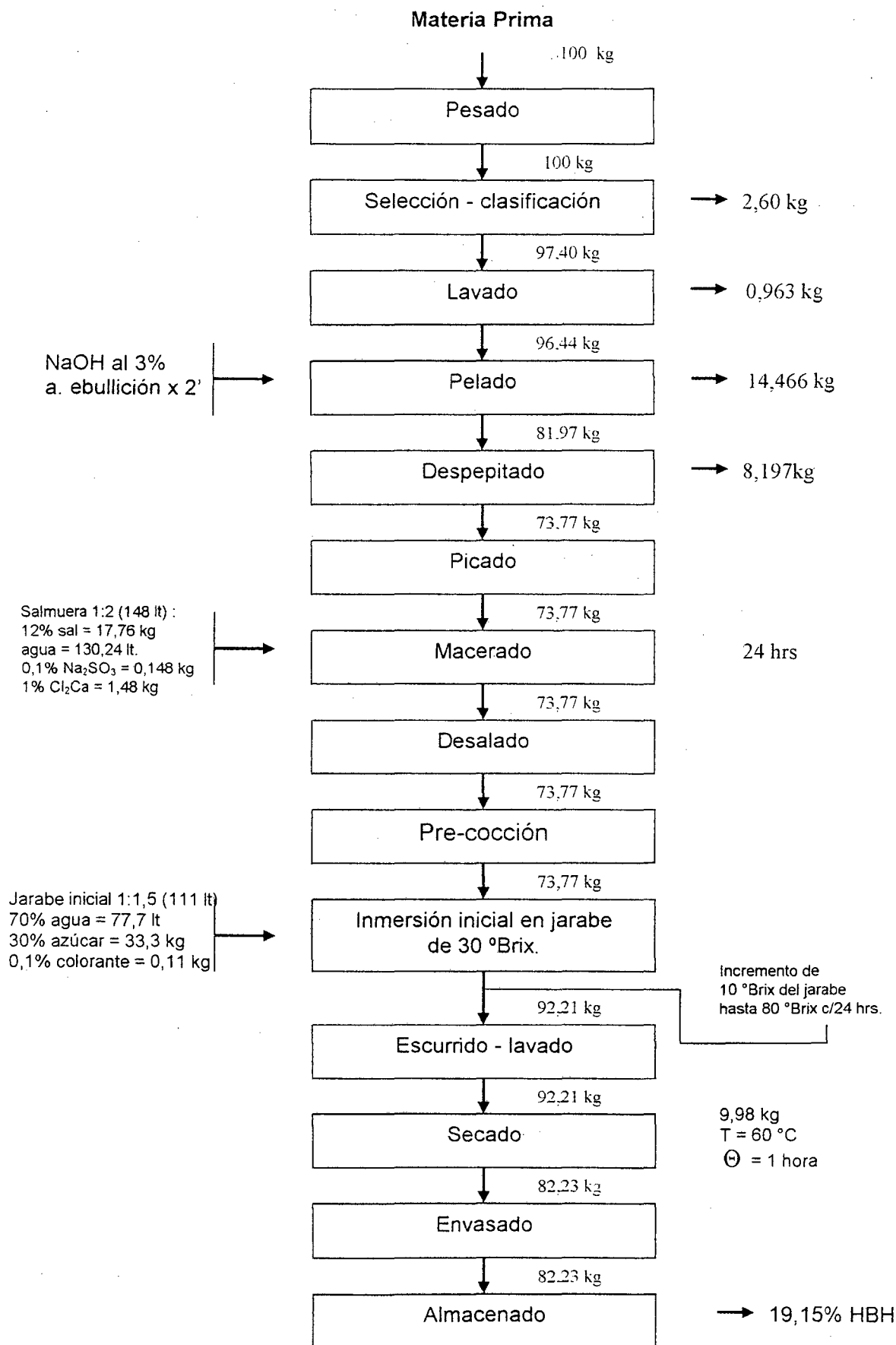


Figura 8. Balance de materia y rendimiento del proceso de obtención de fruta confitada de chayote.

operación de secado. La operación que mayor rendimiento presentó fue la de inmersión en jarabe con 124,99 % y la de menor rendimiento fue la operación de secado con el rendimiento ya indicado.

Cuadro 45. Balance de materia y determinación del rendimiento en base a 100 kg de materia prima.

Operación	Materia en movimiento			Rendimiento	
	Ingresas (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)	RO %	RP %
Pesado	100,00	--	--	100,00	100,00
Selec. Clasif.	100,00	2,600	97,40	96,00	97,40
Lavado	97,40	0,963	96,44	99,01	96,44
Pelado	96,44	14,470	81,97	84,99	81,97
Despepitado	81,97	8,200	73,77	89,99	73,77
Macerado	73,77	--	73,77	100,00	73,77
Inmersión jarabe	73,77				
	+18,44	--	92,21	124,99	92,21
Escurrecido lavado	92,21	--	92,21	100,00	92,21
Secado	92,21	9,980	82,23	89,18	82,83
Envasado	82,23	--	82,23	100,00	82,83
Almacenado	82,23	--	82,23	100,00	82,83

R.O. Rendimiento por operación
R.P. Rendimiento por proceso

4.2.3. Flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada a partir del chayote

a. **Materia prima- pesado.** Se utilizó chayote en estado fresco, verde "pintón", con un índice de madurez igual a 13,38; el cual se pesó a fin de evaluar el rendimiento y el costo de producción.

b. **Selección - clasificación.** Se eliminaron los frutos que no estaban aptos para el proceso, teniendo en cuenta el estado de madurez,

tamaño y condiciones sanitarias de la fruta.

c. **Lavado.** Se realizó con agua corriente tratando de eliminar las sustancias extrañas adheridas en la fruta.

d. **Pelado.** Se realizó el pelado químico con solución de NaOH al 3% en ebullición por 2 minutos, utilizándose un cuchillo para eliminar las "espinillas".

e. **Picado.** Se realizó con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable tratando de formar cubitos de 1 cm de lado sobre la mesa de trabajo.

f. **Despepitado.** El despepitado se realizó en cada fruto con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

g. **Macerado.** El macerado se realizó utilizando una salmuera con un 12% de sal, 0,1 % de bisulfito de sodio (Na_2SO_3) y 1 % de cloruro de calcio (Cl_2Ca), en una relación de fruta : salmuera de 1 : 2. El tiempo de macerado fue de 24 horas.

h. **Desalado.** Luego de las 24 horas de maceración, se realizó el desalado con agua corriente, para lo cual se utilizó recipientes de plástico y una canastilla metálica de acero inoxidable. Se dejó en reposo la fruta sumergida en agua durante 24 horas, para conseguir la eliminación completa de la sal y el resto de bisulfito de sodio.

i. **Pre-cocción-blanqueado.** La fruta una vez desalada y escurrida fue sometida a la operación de blanqueado a temperatura de ebullición por el espacio de 60 s de acuerdo al resultado de la prueba de actividad

enzimática.

j. Inmersión en jarabe. La fruta luego de haber sido sometido a la operación de blanqueado se sumergió en un jarabe de sacarosa con una concentración inicial de 30 °Brix. Se calentó al jarabe hasta 100 °C luego se enfrió hasta temperatura ambiente, procediéndose a la inmersión de la fruta en el jarabe y se dejó en reposo durante 24 horas. Transcurrido este tiempo se incrementó °Brix del jarabe en un 10%; procediendo del mismo modo en los días sucesivos.

k. Escurrido - lavado. Se escurrió a través de una malla metálica de acero inoxidable hasta separar completamente el jarabe, luego se sumerge en agua caliente a una temperatura de 95 °C por unos segundos, con la finalidad de eliminar el jarabe residual.

l. Secado. El chayote confitado fue colocado en bandejas de madera en forma uniforme en un secador de túnel con flujo de aire caliente a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 1 hora, de acuerdo al estudio realizado en la operación de secado.

m. Envasado. Las frutas confitadas, fueron retiradas del secador y enfriadas a temperatura ambiente de 25 °C, para luego ser envasadas en bolsas de polietileno de un kilo de capacidad.

n. Almacenado. A temperatura ambiente y de refrigeración para su evaluación respectiva.

4.3. Caracterización del producto terminado y el almacenamiento

4.3.1. Caracterización de la fruta confitada

a. Análisis químico proximal

En el cuadro 46, se muestran los componentes del chayote confitado encontrándose que éstos han variado en comparación con la materia prima inicial, observándose que el contenido de carbohidratos aumentó, llegando hasta un 78,98% debido al azúcar utilizado para la elaboración del producto durante el proceso. Para el caso de la proteína se tiene que varió de 0,59 % a 0,24 %, esto se justifica debido a los tratamientos realizados, ya que existen proteínas solubles en soluciones salinas (operación de macerado); de igual manera pudo existir cierto grado de desnaturalización durante los diversos tratamientos térmicos realizados.

El porcentaje de grasa es ligeramente inferior pudiendo asumirse que probablemente se produce cierto grado de oxidación.

La humedad fue reducida a un 19,15 % debido al proceso osmótico, produciéndose el incremento de los sólidos solubles en el producto terminado por la eliminación de agua y por el proceso de secado del mismo; también se incrementó muy ligeramente el porcentaje de fibra de 0,75 a 0,79, esto hace suponer que hay mayor cantidad de sustancias indigeribles.

Cuadro 46. Análisis químico proximal del chayote confitado.

Componentes	
Humedad (%)	19,15
Ceniza (%)	0,59
Proteína (%)	0,24
Grasa (%)	0,25
Fibra (%)	0,79
Carbohidratos (%)	78,98

b. Análisis fisicoquímico

En el Cuadro 47 se reportan los resultados de este análisis, mostrándose que el contenido de vitamina C se redujo considerablemente de 16,11 mg de ácido ascórbico/100 g. de muestra de materia prima a 8,2 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra de fruta confitada; esto es debido a que la vitamina C es muy lábil e inestable y puede ser degradada por oxidación y degradación térmica. Brenan (1980) indica que el ácido ascórbico es soluble en agua y se pierde fácilmente por lixiviación de las superficies cortadas o trituradas de los alimentos. Esto explica que la pérdida del ácido ascórbico durante las diferentes operaciones del proceso es inevitable.

La acidez titulable del producto obtenido fue de 0,3605 % como ácido cítrico, con un pH de 5,05, ajustándose a las normas del ITINTEC (1985).

Asimismo se observó que el porcentaje de sólidos solubles finales fue de 70%, habiéndose incrementado significativamente el contenido de azúcar en el producto final, valor ajustado a las normas técnicas del

ITINTEC (1985).

Los azúcares reductores muestran un incremento de 1,363 % reportados para la materia prima a 19,59 % en el producto, resultado esperado, probablemente debido a la inversión de la sacarosa por adición del ácido cítrico.

Cuadro 47. Análisis fisicoquímico del chayote confitado.

Componentes:	
pH	5,05
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0,36
Sólidos solubles (%)	70,00
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 de muestra)	8,20
Azúcares reductores (%)	19,59
Azúcares totales (%)	43,63
Azúcares no reductores (%)	24,04

c. Análisis microbiológico

Los resultados del recuento de microorganismos en la fruta confitada se muestra, en el Cuadro 48, de acuerdo a los estándares permisibles estos resultados indican que el producto es apto para el consumo.

La Numeración de Microorganismos Aerobios Viabiles (NMAV) fue de $1,0 \times 10^2$ el cual no sobrepasa al límite de tolerancia. Respecto a mohos y levaduras se observa $0,3 \times 10^2$ que también no sobrepasa los $0,2 \times 10^3$; indicado por Mosell (1985).

Cuadro 48. Numeración de microorganismos en el chayote confitado.

Componentes	UFC/g
Numeración de microorganismos (NMAV)	$1,0 \times 10^2$
Numeración de mohos y levaduras (NML)	$0,3 \times 10^2$

d. Estimación del tiempo de vida útil en anaquel del chayote confitado

Utilizando la figura 9, diagrama determinado por Solís (1996).

Cuyos parámetros alfa, beta, gamma del modelo G.A.B. ajustado fueron :

Alfa = - 11,3052

Beta = 12,71036

Gamma = - 0,24384

De donde se deduce que la actividad de agua del chayote confitado fue equivalente a 0,72 aproximadamente, para una humedad en base seca igual a 23,69 % (19,15 H.B.H.) determinado a partir del modelo ajustado. Lo cual sitúa al producto dentro de los alimentos de humedad intermedia, coincidiendo con lo manifestado por Mosell (1985) quien manifiesta que los productos con actividad de agua de 0,7 - 0,85 no son completamente estables, pero que tienen un poder de conservación considerable.

Utilizando los parámetros determinados antes señalados y asumiendo una $a_w = 0,8$ (a_w límite para alimentos de humedad intermedio)

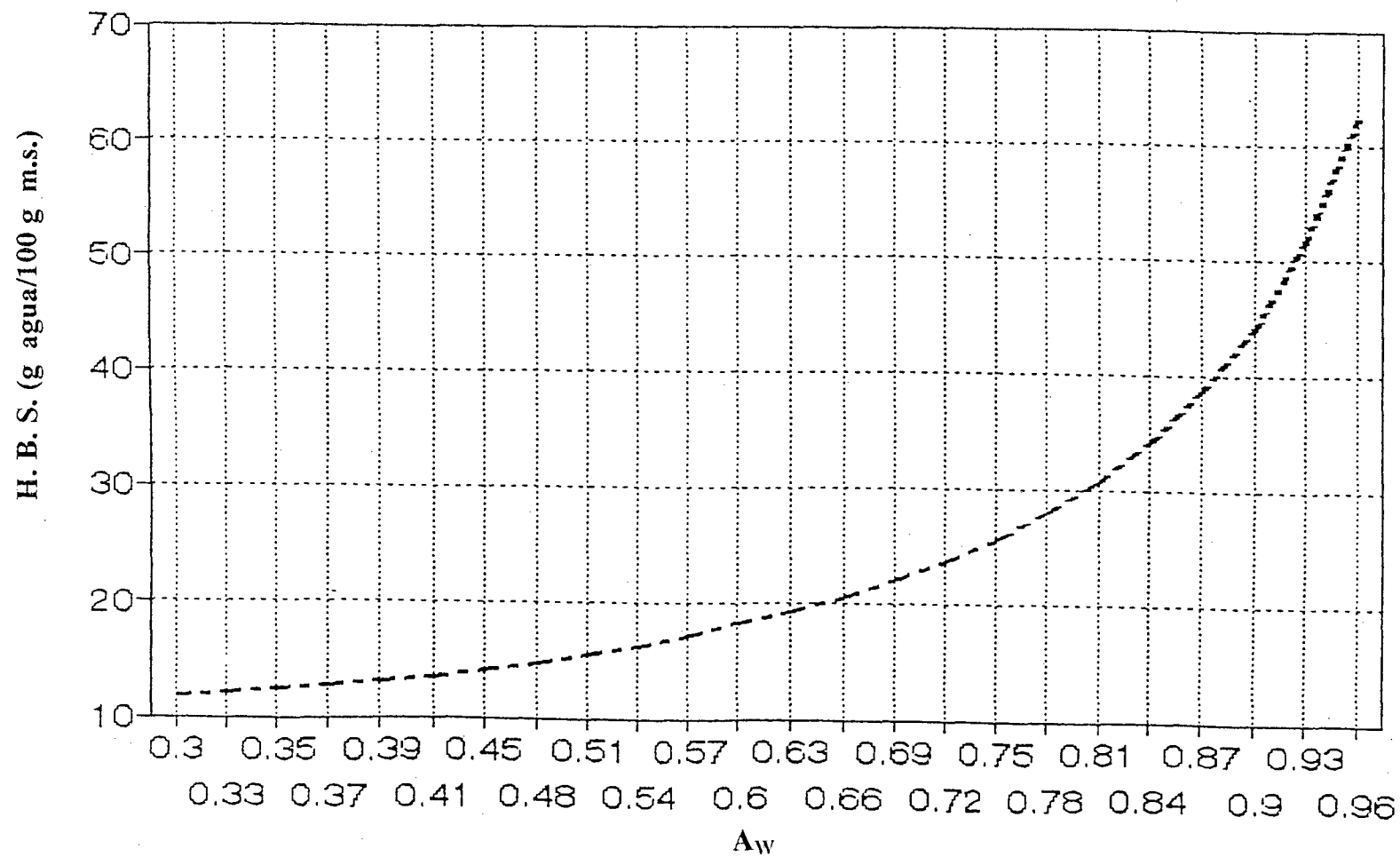


Figura 9. Isotherma de adsorción de la fruta confitada.

por la ecuación de la isoterma de adsorción G.A.B. se obtiene una H.U. = 29,74% (humedad de equilibrio); y habiéndose obtenido una humedad en base seca absorbida de 0,30 % para los 45 días de almacenamiento, se ha podido determinar un período de vida útil de aproximadamente 30 meses o 2,5 años en anaquel para el chayote confitado por el método del proceso lento.

Labuza (1980), manifiesta que los alimentos de humedad intermedia presentan niveles de humedad entre 20-50 % con actividad de agua mayores a 0,5. Torres (1991) refiere al respecto que los alimentos de humedad intermedia poseen una actividad acuosa entre 0,65 – 0,85 lo cual también ubica al valor de la actividad de agua obtenida dentro de la clasificación de alimentos de humedad intermedia.

4.3.2. Evaluaciones durante el almacenamiento

Los resultados que muestra el cuadro 49, resalta la variación de algunos parámetros durante 45 días de almacenamiento, los mismos que no son significativos pero que nos sirven de base para determinar la estabilidad de la fruta confitada de chayote. Es así que mientras la acidez titulable se incrementó contrariamente el pH decreció con respecto a sus valores iniciales. Según Braverman (1980) esto es debido a la disociación de ácidos por efecto de la temperatura durante el almacenamiento.

Asimismo con respecto a la humedad en base húmeda se observó un ligero incremento no significativo, esto demuestra que el producto se encuentra en condiciones estables, debido posiblemente a que las bolsas de polietileno de

0,15 mm de espesor y los táperes de plástico se comportan como buenos materiales de empaque del chayote confitado; no observándose diferencias significativas entre las muestras almacenadas en refrigeración con las almacenadas a temperatura ambiente.

Cuadro 49. Evaluaciones durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Parámetros de control		
	pH	Acidez titulable	% H.B.H.
0	5,05	0,3605	19,15
5	5,05	0,3605	19,18
10	5,05	0,3605	19,20
15	5,03	0,3605	19,22
20	5,03	0,3896	19,25
25	5,01	0,3896	19,27
30	5,00	0,3963	19,29
35	5,00	0,3963	19,31
40	5,00	0,3963	19,33
45	5,00	0,3963	19,35

4.3.3. Evaluaciones después del almacenamiento

a. Análisis químico proximal

El Cuadro 50, muestra los resultados del análisis químico proximal después del almacenamiento de 45 días; que al ser comparados con los resultados del Cuadro 46, no muestran variaciones significativas, para proteína, fibra, grasa, y ceniza que permanecen estables; mientras que

la humedad sufre un ligero incremento de 0,20 % BH no significativo. Esto se debe posiblemente a que por ser un producto azucarado es higroscópico y que en determinado momento alcanzará un contenido de humedad crítica (a_{wc}) que empezará a alterar la estabilidad del producto.

Cuadro 50. Análisis químico proximal después del almacenamiento

Componentes	
Humedad (%)	19,35
Ceniza (%)	0,59
Proteína (%)	0,24
Grasa (%)	0,25
Fibra (%)	0,79
Carbohidratos (%)	78,98

Cuadro 51. Análisis físicoquímico después del almacenamiento.

Componentes	
pH	5,0000
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0,3963
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g de muestra)	5,9600
	26,3300
Azúcares reductores (%)	43,6300
Azúcares totales (%)	70,0000
Sólidos solubles (%)	

Cuadro 52. Análisis microbiológico después del almacenamiento

Componentes	UFC/g
Numeración de microorganismos (NMAV)	011 x 10 ²
NMP Coliformes	Ausencia
Numeración de mohos y levaduras (NML)	0,2 x 10 ²

b. Análisis físico químico del chayote

Los resultados mostrados en el Cuadro 47 (inicio del almacenamiento) comparados con los resultados mostrados en el Cuadro 51 (después del almacenamiento), nos permiten determinar variaciones de algunos parámetros en las muestras almacenadas por 45 días, así se obtiene que el contenido de vitamina C ha disminuido de 8,2 a 5,96 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra, esto se explica según Braverman (1980) que el ácido ascórbico se degrada incluso con bajos contenidos de humedad. En cuanto a los sólidos solubles se mantienen en 70 °Brix, esto significa que el producto se encuentra en condiciones estables.

Respecto a los azúcares reductores se observa un incremento significativo durante el almacenamiento a temperatura ambiente, que va de 19,59 % a 26,33 %, esto demuestra que prosigue la inversión de la sacarosa en sus componentes fructuosa y glucosa siendo esto favorable para la estabilidad del producto.

Asimismo se observa un ligero incremento de la acidez titulable de 0,3605 a 0,3963 % que posiblemente esté ligado a la disminución de iones hidrogeniones, lo cual es favorecido por las temperaturas que

aceleran las reacciones químicas provocando disociaciones de las moléculas de los ácidos presentes. Se sabe que la acidez titulable o total está dado por la suma de la acidez iónica y la acidez potencial, donde la primera está dada por el pH y la segunda por los ácidos orgánicos no disociados.

c. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del chayote confitado después del almacenamiento se muestran en el Cuadro 52, las que reportan que las muestras evaluadas son aptas para el consumo, pues la NMAV de $0,1 \times 10^2$ UFC/g, no sobrepasa los límites de tolerancia, a pesar de que no se utilizó ningún tipo de conservador durante el almacenamiento a temperatura ambiente ni de refrigeración; siendo la humedad relativa promedio del medio de 87%. Asimismo se obtuvo ausencia de coliformes siendo los resultados para mohos y levaduras de $0,2 \times 10^2$ UFC/g. Según Mosell (1985) las levaduras necesitan una humedad de 20 % o más para desarrollarse siendo la carga microbiana aceptada para confituras de $0,2 \times 10^3$ UFC/g. Lo cual indica que la fruta confitada de chayote es apta para el consumo, puesto que su humedad final está por debajo del 20% señalado.

d. Análisis sensorial

Los resultados del panel semientrenado conformado por 11 personas (anexo 4), fueron evaluados a través del TEST de RANKING (anexo 5).

En el Cuadro 53 se observa que el tratamiento A presenta significación estadística por ser inferior al rango de 16-28 y como los valores obtenidos para los tratamientos B y C están comprendidos dentro de los límites del rango señalado, estos no presentan diferencias significativas, en consecuencia se eligió el tratamiento A que es la fruta confitada de chayote, para un nivel de significación de 0,05.

Cuadro 53. Resultados de la evaluación sensorial de preferencia después del almacenamiento.

Panelistas	Tratamientos		
	A	B	C
11			
Suma de grados	15	23	27

A: Fruta confitada de chayote
 B: Fruta confitada comercial - Tingo Maria
 C: Fruta confitada comercial - Lima

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. Es posible la obtención de fruta confitada a partir del chayote, siguiendo el flujograma de procesamiento siguiente:

Pesado - Selección - Clasificación (IM = 13,379) - Lavado - Pelado - Despepitado - Picado (cubitos de 1 cm;) - Macerado (12% de Na Cl, 1% de Ca Cl₂ y 0,1% Na₂SO₃) Desalado - Precocción (100°C x 60") - Inmersión en jarabe (30°Brix inicial, hasta 70°Brix final) -Escurreido y lavado - Secado (60°C por 1 hora con flujo de aire hasta 19,15% de humedad) - Envasado (bolsas de polietileno de alta densidad) - Almacenado (a temperatura ambiente).
2. El proceso de confitado tuvo una duración total de 8 días a 25°C, iniciándose con un jarabe de inmersión, de 30°Brix y terminando con 70°Brix.
3. Se obtuvo fruta confitada de chayote con la siguiente composición proximal:

19,15% de humedad; 0,59 % de ceniza; 0,24 % de proteína; 0,25 % de grasa; 0,79 % de fibra y 78,98 % de carbohidratos.
4. El análisis microbiológico del producto al final del proceso y del período de almacenamiento reportaron resultados que están por debajo de la carga aceptable para confituras según bibliografía revisada; por lo que el producto

es apto para el consumo humano.

5. Durante el almacenamiento de 45 días a temperaturas de refrigeración y ambiente, no se observó alteración alguna en la calidad del producto, pudiéndose utilizar empaques de polietileno o táperes.
6. De acuerdo a los resultados del análisis sensorial y rendimientos obtenidos se tiene como mejor tratamiento al T₅ (12% de NaCl, 30% de azúcar, 1% de CaCl₂ y 0,1% de Na₂SO₃; en una proporción de 1:1,5 de fruta : jarabe).
7. El análisis sensorial realizado demostró que las muestras de fruta confitada de chayote fueron aceptadas y preferidas por los panelistas llegando a superar a las muestras comerciales lo que indica que el producto elaborado tiene buena calidad comercial.
8. La actividad de agua del producto final fue de 0,72; la cual indica que la fruta confitada de chayote se encuentra dentro del grupo de alimentos con humedad intermedia.
9. El rendimiento del proceso de elaboración de fruta confitada del chayote bajo las condiciones en que se trabajó fue de un 82,23% mostrando un significativo valor agregado al producto.

VI. RECOMEDACIONES

En base a los resultados y conclusiones arribadas en el presente estudio es posible formular las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar el chayote (*Sechium edule L.*) como materia prima sustituta de la tradicional (papaya verde) en la elaboración de fruta confitada, considerando los parámetros técnicos obtenidos en el presente estudio.
2. Realizar el experimento del confitado rápido que permita ampliar el presente estudio a fin de disminuir el tiempo del proceso.
3. Estudiar la posibilidad de una utilización más amplia del chayote; como mermeladas, encurtidos en salmuera aromatizada, y en forma directa en la alimentación en general.
4. Realizar estudios de factibilidad técnica económica para incentivar la producción e industrialización del chayote en la zona de Tingo María, teniendo en cuenta el bajo costo de su producción y sus elevados rendimientos agronómicos.
5. Promocionar la producción agrícola del chayote en nuestra zona para su industrialización y consumo masivo, por ser una hortaliza muy económica al alcance de las mayorías.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALFARO, J. 1987. Conservación de papaya verde (*Carica papaya*), salmuerizada en trozos para fruta confitada. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 120 p.
- ANZALUA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España. Edit. Acribia. 198 p.
- APPERT TECNOLOGÍA S.A. 1987. Técnicas de fabricación de fruta confitada. Lima, Perú. 13 p.
- ASOCIATION OFICIAL AGRICULTURE CHEMISTRY A.O.A.C. 1965. Oficial methods of analysis. Edit. Washintong. EE.UU. 1890 p.
- BADUI, D. S. 1981. Química de los alimentos. México. Alambra S.A. 648 p.
- BRAVERMAN, J. B. S. 1980. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, España. Edit. Omega. 358 p.
- BRENAN et al 1980. Operaciones unitarias de ingeniería de los alimentos. Edit. Acribia Zaragoza, España. 340 p.
- CALZADA. 1980. 143 frutales nativos. Lima, Perú. Edit. La Molina. 314 p.
- CHEFTEL, J. C. CHEFTEL, H. 1989. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. 333 p.

- CHIRIFE, J. 1982. Principios de deshidratación osmótica. Food Technology. Vol 15 N° 59. p.161 – 179 .
- EGUZQUIZA, J. 1982. Elaboración de jaleas, mermeladas, fruta confitada. Rev. Tropicultura. Vol. 2. N° 1 UNAS. Tingo María, Perú.. p.103 – 122
- FAO. 1982. Manuales para Educación Agropecuaria. Cucurbitaceas. 1ra. edición. México. Edit Trillas S.A. 166 p.
- FAO. 1986. Manuales para Educación Agropecuarias. Elaboración de frutas y hortalizas. 1ra Edic. México.Edit. Trillas S.A. 182 p.
- FELLOWS, P. 1994. Tecnología de procesamiento de alimentos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. 550 p.
- FOOD TECHNOLOGY INSTITUTE. 1981. Guía de evaluación sensorial Para análisis de alimentos y bebidas. Food Technology. Vol. 35 N°11, 75 p.
- FLORES, L. 1977. Deshidratación de frutas por osmosis. I piña, efectos del bisulfato, temperatura y tipo de edulcorante. Tesis. Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 121 p.
- GARCIA, C. 1974. Elaboración de fruta confitada a partir de la cáscara de naranja y zapallo. Tesis. Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 146 p.
- GIANOLA, C. 1981. La industria de la fruta seca en almíbar y confitada. España.Edit. Reverté S.A. 168 p.
- HERNANDEZ, B. y J. LEON. 1992. Cultivos marginados, otras perspectivas de 1492. Colec. FAO. Producción y protección vegetal N° 26. 632 p.
- HURTADO, F. 1983. Jaleas y mermeladas. Dpto TAPA – La Molina. 44 p.
- ITINTEC. 1985. Normas técnicas N° 203.103 Fruta confitada. Lima, Perú. 11 p.

- ITINTEC. 1977. Normas Técnicas Nacionales N° 203.070. Productos elaborados, frutos vegetales, determinación de acidez. Lima, Perú. 6 p.
- LABUZA, P. 1980 The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food technology. Vol. 30, N° 6, p. 92 – 97 .
- LEES, R. 1980. Análisis de alimentos. Zaragoza, España, Acribia S.A. 288 p.
- LUCK, E. 1981. Conservación química de alimentos. Zaragoza, España. Edit. Acribia S.A. 243 p.
- Mc CABE y SMITH. 1969. Operaciones básicas de Ingeniería química. Volumen II. España. Edit. Reverté S.A. 286 p.
- MAKEY, C. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. San Felipe, Venezuela. CIEPE. 164 p.
- MEYER, et. Al. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina. Edit. Universidad de Buenos Aires. 579 p.
- MINISTERIO DE SALUD. 1986. La composición de los alimentos peruanos. Lima, Perú. Instituto Nacional de Nutrición. 64 p.
- MOSELL, D; MORENO, S. 1985. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, España. Edit Acribia S.A. 375 p.
- ORIOLE y LEGESTRY. 1967. Química y física para biólogos. Argentina. Edit. Labor S.A. 466 p.
- PANTASTICO, E. R. 1975. Post harvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. 385 p.
- PEARSON. A. 1981. Técnicas de laboratorio para el análisis de los alimentos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. S.A. 245 p.
- PETERSON, M. 1978. Encyclopedia of food science Vol.3. 342 p.

- POTTER, N. 1978. La ciencia de los alimentos. México. Edit Harla S.A. 465p.
- RODRIGUEZ, C. 1984. Obtención de fruta confitada de beterraga por el método del proceso lento. Tesis.Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria. La Molina. 132 p.
- SANCHEZ, E. 1985. Evaluación de los factores que afectan la velocidad del confitado y obtención de fruta confitada a partir del nabo. Tesis.Ing. Ind. Alim. Universidad Nacional Agraria La Molina. 142 p.
- SOLIS, S. 1996. Obtención de fruta confitada a partir de la carambola, por el método del proceso lento. Tesis.Ing. Ind. Alim.Tingo María, Perú.Universidad Nacional Agraria de la Selva. 101 p.
- TORRES, E. 1991. Curso: conceptos modernos de preservación de alimentos en el mercado norteamericano.Lima, Perú. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina. 92 p.
- VIAN Y OCON. 1979. Elementos de la Ingeniería química. Madrid, España.Edit. Aguilar. S.A. 326 p.
- WITTIE. P. 1984. Evaluación sensorial, una metodología actual para la tecnología de alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile. 134 p.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE ANALISIS SENSORIAL

NOMBRE:FECHA:

PRODUCTO: Fruta confitada a partir del chayote evalúe cada muestra marcando con un número según la escala que crea conveniente:

ESCALA HEDONICA

Evaluación:	Puntajes:
Gustó extremadamente	9
Gustó mucho	8
Gusto moderadamente	7
Gustó ligeramente	6
No gustó ni degustó	5
Disgustó ligeramente	4
Disgustó moderadamente	3
Disgustó mucho	2
Disgustó extremadamente	1

 TRATAMIENTOS

 CARACTERISTICAS

A	B	C	D	E	F	G	H	I
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sabor

Color

Textura

Apariencia general

Observaciones

ANEXO 2

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL CHAYOTE

CONFITADO

Cuadro 54. Evaluación sensorial del color del chayote confitado

Panelista	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	Total
1	4	4	6	9	9	6	5	5	6	54
2	4	5	6	7	9	6	7	6	6	56
3	3	5	5	9	9	8	7	6	7	59
4	4	5	6	8	8	6	8	7	4	56
5	5	6	6	9	7	9	6	6	6	60
6	6	4	6	7	9	6	7	6	6	57
7	6	7	8	6	9	9	6	5	5	61
8	5	6	7	8	6	7	7	3	4	53
9	4	5	8	9	9	8	5	8	3	59
10	6	7	6	7	9	5	7	2	6	55
11	6	7	6	9	8	7	8	6	5	62
Total	53	61	70	88	92	77	73	60	58	632
$\bar{X}$	4,82	5,55	6,36	8,00	8,36	7,00	6,64	5,45	5,27	6,384

Cuadro 55. Evaluación sensorial del sabor del chayote confitado

Panelista	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	Total
1	6	4	3	6	9	6	5	5	5	49
2	4	5	6	7	6	9	7	4	6	54
3	3	4	5	6	9	7	4	8	7	53
4	4	8	9	8	5	6	8	7	4	59
5	5	5	5	9	7	9	6	6	4	57
6	6	4	6	7	6	6	5	6	6	52
7	4	7	8	6	9	5	8	5	4	56
8	7	8	7	8	6	7	9	3	4	59
9	4	5	8	5	9	8	5	8	3	55
10	3	4	6	8	9	7	9	7	6	54
11	6	7	6	9	8	7	8	5	5	61
Total	52	62	69	79	83	77	74	59	54	609
$\bar{X}$	4,73	5,64	6,27	7,18	7,55	7,00	6,73	5,36	4,91	6,152

Cuadro 56. Evaluación sensorial de la apariencia general del Chayote confitado

Panelista	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	Total
1	6	4	9	9	9	9	5	5	9	65
2	4	5	6	7	9	9	7	9	6	62
3	3	5	5	9	9	8	9	8	7	63
4	4	8	9	8	8	6	8	7	4	62
5	5	6	9	9	7	9	6	6	9	66
6	6	4	6	7	9	6	9	6	6	59
7	6	7	8	6	9	9	8	5	5	63
8	7	8	7	8	6	7	9	3	4	59
9	4	5	8	9	9	8	5	8	3	59
10	8	9	6	7	9	9	9	2	6	65
11	6	7	6	9	8	7	8	9	5	65
Total	59	68	79	88	92	87	83	68	64	688
$\bar{X}$	5,36	6,18	7,18	8,00	8,36	7,91	7,55	6,18	5,82	6,95

Cuadro 57. Evaluación sensorial de la textura del Chayote confitado

Panelista	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	Total
1	6	4	3	9	7	6	5	5	5	50
2	4	6	6	6	7	4	7	4	6	50
3	8	4	5	4	6	7	4	8	7	53
4	4	8	9	5	8	6	8	7	4	59
5	5	6	5	7	9	4	6	6	4	52
6	6	4	6	6	7	6	5	6	6	52
7	4	7	8	9	6	5	8	5	4	56
8	7	8	7	6	5	7	4	3	4	51
9	4	6	8	4	5	6	5	8	8	54
10	8	4	6	9	7	7	4	2	6	53
11	6	7	6	5	5	7	8	5	6	55
Total	62	64	69	70	72	65	64	59	60	585
$\bar{X}$	5,64	5,82	6,27	6,36	6,55	5,91	5,82	5,36	5,45	5,909

ANEXO 3

FICHA DE ANALISIS SENSORIAL-TEST DE PREFERENCIA

NOMBRE :FECHA: HORA:

PRODUCTO :

FECHA :

Marque, de acuerdo al código la muestra de su preferencia en orden de prioridad

ORDEN	MUESTRAS (CODIGOS)
1°	
2°	
3°	

OBSERVACIONES:

.....

.....

ANEXO 4

**PUNTUACIONES ASIGNADAS A CADA MUESTRA EN EL
TEST DE PREFERENCIAS**

PANELISTAS	MUESTRAS		
	A	B	C
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	1
6	1	2	2
7	1	1	3
8	1	2	3
9	1	2	3
10	2	3	2
11	2	3	2
Suma de grados	15	23	27
A :	Fruta confitada de chayote		
B :	Fruta confitada Tingo María		
C :	Fruta confitada - Lima		

ANEXO 5

TABLA RANKING TEST PARA LA PRUEBA DE ORDENAMIENTO

N° panelistas	Número de tratamientos o muestras			
	2	3	4	5
2	=	=	=	=
3	=	=	=	=
4	=	5-11	5-15	5-19 6-18
5	=	6-14	6-19 7-18	7-23 8-22
6	7-11	7-17 8-16	8-22 9-21	9-27 10-26
7	8-13	8-20 10-18	10-25 11-24	11-31 13-30
8	9-15 9-15	10-22 11-21	11-29 13-27	13-35 15-33
9	10-17 11-16	12-24 13-23	13-32 15-30	15-39 17-37
10	11-19 12-18	13-27 15-25	15-35 17-33	18-42 20-40
11	12-21 13-20	15-29* 16-28**	17-38 19-36	20-46 22-44
12	14-22 15-21	17-31 18-30	19-41 21-39	22-50 25-47
13	15-24 16-23	18-34 20-32	21-44 24-41	25-53 27-51
14	16-26 17-25	20-36 22-34	24-46 26-44	27-57 30-54
15	18-27 19-26	22-38 23-37	26-49 28-47	30-60 32-58

* Para una significancia de 99%

** Para una significancia de 95%

ANEXO 6

ESTIMACION DE LA VIDA UTIL DEL CHAYOTE CONFITADO

En base a la ecuación:

$$a_w / HV = -11,3052a_w^2 + 12,71036 a_w - 0,24384$$

Para la isoterma de adsorción del modelo G.A.B. determinado por Solis (1996), se puede estimar la actividad de agua crítica (a_{wc}) del chayote confitado, período en el cual se produciría el inicio del deterioro del producto.

Para lo cual se tiene los siguientes datos:

HBSi = 23,69% y HBSf = 23,99%, entonces

HBS abs = 0,30% (para el mes y medio de almacenamiento)

Siendo: HR = 37% (H.R. promedio durante el almacenamiento)

asumiendo: $a_w = 0,8$ (a_w límite de alimentos con humedades intermedia) tabla 1,11
Fellows (1994).

Luego : 0,30 _____ 1,5 meses

6,05 _____ X

X = 30,25 mes = 2,5 años. Esto nos permite estimar un tiempo de vida útil del chayote confitado de aproximadamente unos 30 meses.