

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

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
DE ALIMENTOS**



**“OBTENCION DE PARAMETROS TECNOLOGICOS
PARA LA ELABORACIÓN DE FRUTA CONFITADA DE
CORAZÓN (ENDOCARPIO) DE PIÑA (Ananas comusus)
VARIEDAD GOLDEN (Hibrido MD-02)”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MILCA CHAVEZ ALVARADO

Tingo María – Perú

Año 2015

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro creador
Y fortaleza cada día, por su amor infinito
Y total gracia divina.

A la memoria de mis queridos padres Hugo
Chávez Solier y Eleodora Alvarado Lope,
que reposan en paz en gracia de Dios, por su
amor y sacrificio, para ellos mi eterna gratitud.

A mi esposo Elmer Casa Ríos y
A mis hijos CAMILA, MAX y AMADA,
que son mi inspiración a vivir feliz en
la gracia de Dios.

A mis hermanos : Luis, Victor, Elizabeth, por
su dirección, comprensión y amor
incondicional.

A mis suegros Máximo Caja y
María Ríos, por su ternura amor y
Cariño

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de La Selva por ser mi alma mater

A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias y a mis Maestros que me impartieron sus conocimientos durante toda mi etapa estudiantil superior y a todos los docentes de la carrera.

Al Ing° Eduardo A. Cáceres Almenara, Asesor de mi Tesis por su asesoramiento y apoyo que hizo posible la culminación del presente trabajo de Investigación

Al Ingeniero, Alfredo A. Carmona Ruiz, por su valiosa colaboración .

A los Miembros del jurado, por su contribución al presente trabajo de investigación.

A la Biblioteca Central de la UNAS, y al personal Jefe, Director y personal de apoyo por su contribución en la recopilación de Información .

A los Jefes y al Personal Técnico de los Laboratorios de los Laboratorios, por su apoyo en el uso de equipos y materiales y por las facilidades en los tramites administrativos.

Al personal administrativo de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por su apoyo durante el tiempo de mi estadía en mis estudios.

A mis compañeros de Promoción y a todos los alumnos de la FIIA, por compartir mi tiempo y espacio durante mi permanencia. Nunca los olvidare.

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación y superación profesional.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 Obtención de Bromelinas a partir de desechos Agroindustriales de la piña.....	5
2.1.2. Características fermentativas y nutricionales Del ensilaje de rastrojo de piña (Ananas Comosus).....	5
2.2 La Piña.....	6
2.2.1 Clasificación taxonómica.....	6
2.2.2. Descripción del fruto.....	7
2.2.3 Características físico química de la pulpa de de Piña.....	8
2.2.4 Derivados en la industrialización de la piña.....	9
2.3 Fruta confitada.....	9
2.3.1 Definición de fruta confitada.....	9
2.3.2 Teoría sobre el confitado.....	10
2.4 Insumos.....	14
2.4.1 Sacarosa.....	14

2.4.2	Azúcar invertido.....	16
2.4.3	Sal común (NaCl).....	18
2.4.4	Bisulfito de Sodio.....	19
2.4.5	Ácido cítrico.....	19
2.5	Tecnología de elaboración de fruta confitada.....	20
2.5.1	Materia prima.....	20
2.5.2	Selección.....	20
2.5.3	Clasificación.....	21
2.5.4	Lavado.....	21
2.5.5	Pelado.....	21
2.5.6	Cortado.....	21
2.5.7	Macerado.....	22
2.5.8	Lavado y desalado.....	22
2.5.9	Blanqueado.....	22
2.5.10	Inmersión en jarabe.....	22
2.5.11	Enjuagado.....	24
2.5.12	Secado.....	24
2.5.13	Glaseado.....	24
2.5.14	Secado luego de glasear.....	24
2.5.15	Empacado.....	24
2.6	Isoterma de Adsorción.....	25
2.6.1	Descripción matemática de las Isotermas.....	25
2.6.2	Actividad de agua en los alimentos.....	26
III.	Materiales y Métodos.....	28

3.1	Lugar de ejecución.....	28
3.2	Materiales y Equipos.....	28
3.2.1	Materia prima.....	28
3.2.2	Insumos.....	28
3.2.3	Reactivos.....	29
3.2.4	Empaque.....	29
3.2.5	Materiales.....	29
3.2.6	Equipos.....	30
3.3	Métodos de Análisis.....	31
3.3.1	Caracterización de la materia prima.....	31
3.3.2	Caracterización del producto terminado y almacena- Miento.....	32
3.4	Metodología experimental.....	35
3.4.1	Optimización del flujograma de elaboración.....	35
3.5	Diseño experimental.....	39
3.5.1	Pruebas preliminares.....	39
3.5.2	Pruebas finales.....	41
3.6	Análisis estadístico.....	42
IV	Resultados y Discusión.....	44
4.1	Caracterización de la materia prima.....	44
4.1.1	Determinaciones biométricas.....	44
4.1.2	Composición químico proximal.....	46
4.1.3	Composición fisicoquímica del fruto de piña.....	47
4.2	Optimización del flujograma de elaboración.....	48

4.2.1 Pruebas preliminares.....	48
4.2.2 Pruebas finales.....	60
4.2.3 Caracterización de la fruta confitada.....	71
4.2.4 Almacenamiento.....	76
IV. Conclusiones.....	83
V. Recomendaciones.....	85
VI. Referencia bibliográfica.....	86

Anexos

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de los Alimentos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva como: Ingeniería de los alimentos, química, análisis de alimentos, análisis sensorial, nutrición, microbiología y en la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas, utilizando como materia prima el corazón de la piña variedad Golden, en estado pintón y maduro, con índice de madurez de 27,5 óptimo para la obtención de fruta confitada por el método de proceso lento.

El presente trabajo comprendió tres etapas: primero la caracterización de la materia prima, afín de determinar sus componentes químicos, fisicoquímicos, y sus características biométricas; segundo, optimización del flujograma de elaboración de fruta confitada de piña por el método del proceso lento. Y tercero la caracterización del producto terminado y almacenamiento. Como resultado del presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones: se determinó que el corazón de piña variedad Golden contenía: Agua $85,1 \pm 4,26$; Proteínas $0,1 \pm 0,005$; Grasas $13,5 \pm 0,68$; Cenizas $0,1 \pm 0,005$; Fibra (%) $0,49 \pm 0,025$; Sólidos Solubles (%Brix) $15,95 \pm 0,79$; Acidez (%) $0,58 \pm 0,029$; pH $5,22 \pm 0,261$; Vitamina C (mg) $12,00 \pm 0,6$; Índice de madurez $27,5 \pm 1,38$ y Color de pulpa amarillo brillante. Se estableció que el flujograma de operaciones y parámetros determinados para la obtención de piña confitada fueron: Acopiado de materia prima (IM=27,5); Selección y Clasificado; Lavado; Cortado y descorazonado (cubitos de 1cm de arista); Macerado (12% de sal, 1% de cloruro de calcio, 0.1% bisulfito de sodio por 48

horas); Desalado (24 horas); Blanqueado ($T=90\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 40\text{ s}$); Inmersión en jarabe (jarabe inicial: 35°Brix y 70°Brix final de la fruta); Lavado y escurrido; Secado (60°C x 1 hora, humedad $18,07\%$); Empacado (bolsas de polietileno de $0,15\text{ mm}$). La actividad de agua obtenida para el producto fue de $0,70$ esto sitúa al producto en el grupo de alimentos de humedad intermedia. El rendimiento del proceso de elaboración de fruta confitada de corazón de piña fue de $14,78\%$. Se determinó que la fruta confitada de corazón de piña contenía: Humedad $18,12 \pm 0,906$; Ceniza $1,42 \pm 0,071$; Proteína $0,18 \pm 0,009$; Grasa $0,28 \pm 0,014$; Fibra $1,68 \pm 0,084$; Carbohidratos totales $78,42 \pm 3,921$; pH $4,00 \pm 0,20$; Acidez titulable $0,21 \pm 0,01$; Solidos solubles $71,00 \pm 3,55\%$; Vitamina C $5,88 \pm 0,29$; Azúcares reductores $27,30 \pm 1,36\%$; Azúcares totales $60,31 \pm 3,01\%$; Azúcares no reductores $33,01 \pm 1,65\%$. Los análisis microbiológicos del producto, al inicio del almacenamiento como al final del almacenamiento demuestran que el producto se encuentra en condiciones aptas para el consumo. El almacenamiento de 30 días a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) en bolsas de polietileno permite determinar la variación en el contenido de humedad del producto pudiéndose predecir a partir de esta variación y con el uso de la ecuación de G.A.B que el incremento de la a_w $0,7$ a un valor de $0,8$ (a_w crítico) se puede producir un almacenamiento de 22 meses. El análisis sensorial del producto almacenado demostró que las muestras de piña confitada son preferidas por los panelistas.

I. INTRODUCCIÓN

Los subproductos son materiales secundarios obtenidos en un proceso de producción o de transformación. La industria alimentaria genera anualmente una gran cantidad de subproductos que no son aprovechados de manera adecuada. El empleo de subproductos agroindustriales como el endocarpio de la piña que se desecha en la industria conservera, ofrece buenas perspectivas, especialmente si se potencia su valor nutritivo para conseguir mayores niveles de utilización como materia prima en la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos, como la fruta confitada.

Las regiones de Huánuco, San Martín y Ucayali se han convertido, desde finales de la década pasada, en los primeros productores nacionales de piña especialmente de la variedad Golden, lo que implicó un aumento en la producción de piña en el mismo período, este incremento trae como consecuencia que en el futuro si se industrializa la piña, se incrementará los sub productos como la cáscara, corazón, pedúnculo y corona que no serán aprovechados sustancialmente en el mundo de la agroindustria, por antecedentes podemos decir que el corazón (endocarpio), forma parte del 30% del total de la fruta, la cual no es aprovechada, constituyéndose en un sub producto que se desecha y contribuye con la contaminación del medio ambiente.

En la actualidad, el interés por el aprovechamiento de subproductos no es sólo de carácter económico, sino también ecológico, debido a que el incremento de subproductos vegetales tanto en el cultivo, como en la industria conservera y de transformación ocasiona un problema de contaminación ambiental. Estos provocan una progresiva degradación de nuestro entorno que puede llegar a ser, en algunos casos, irreversible. Por esta razón se debe plantear usos alternativos para crear nuevas fuentes de riqueza que aporten mayor rentabilidad al proceso industrial.

Los subproductos de origen vegetal contienen gran cantidad de sustancias antioxidantes, antimicrobianas, colorantes, aromatizantes, fibra dietética y compuestos bioactivos que sin ser nutrientes, actúan en el metabolismo humano y ejercen efectos beneficiosos para la salud.

La valoración de los subproductos agrícolas ha recibido una atención cada vez mayor, debido a que presentan gran cantidad de sustancias antioxidantes, antimicrobianas, colorantes, aromatizantes y compuestos bioactivos, además de ser ricos en fibra dietética, lo cual potencializa su incorporación en alimentos.

La fibra dietética (FD) es el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso. Se clasifica en base a su solubilidad en agua, como fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética insoluble (FDI). La FDI se compone fundamentalmente de fragmentos de las paredes celulares, que contienen celulosa, lignina y

hemicelulosa; mientras que la FDS presenta mayoritariamente, polisacáridos no-celulósicos tales como pectina, gomas y mucílago.

Aunque los cereales han sido la fuente tradicional de FD para fortificar alimentos, últimamente se están usando las frutas y vegetales. Esto debido a que la FD de las frutas en comparación con la de los cereales, presenta un porcentaje más alto de FDS, mayor capacidad de retención de agua, menor capacidad de retención de grasa, bajo contenido calórico y de ácido fitico.^{7,8,9}

La capacidad de retención de agua e hinchamiento junto a la capacidad de retención de aceite, son las principales propiedades tecno funcionales de la fibra. Las cuales están influenciadas por la relación de FDI/FDS característica de cada fuente y pueden verse afectadas por los procesos externos como la temperatura de secado y el tamaño de partícula, los mismos que modifican las propiedades físicas de la matriz de la fibra.

En estudios recientes se ha determinado que los subproductos de la piña como el endocarpio contienen una alta cantidad de FD (81.5 y 56.10g/100g, respectivamente), con una buena relación FDI/FDS (1.3). Por tal motivo la presente investigación tiene por objetivo elaborar fruta confitada debido a que al tener la capacidad de retención de agua, esta puede ser reemplazada por sacarosa en los espacios intercelulares de la estructura fibrosa y convertirse en una excelente fruta confitada, ante todo lo manifestado nos planteamos los siguientes objetivos:

- Elaborar fruta confitada del endocarpio de piña (*Ananas comosus*) variedad Golden (Híbrido MD-02).
- Caracterización de la materia prima (endocarpio de la fruta de piña).

- Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de fruta confitada de endocarpio de fruta de piña variedad Golden por el método de proceso lento.
- Determinación del balance de materia y rendimiento del producto elaborado.
- Caracterización del producto terminado y almacenamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Obtención de Bromelinas a partir de Desechos Agroindustriales de la Piña

Se realizaron análisis bromatológicos a la fruta, cascara, corona, se cortaron y licuaron con un regulador de fosfatos 7.5 de pH, se realizaron 3 tratamientos con volúmenes de disolventes acetona, etanol y vinagre cada uno con pulpa, corona y cascara de piña y posteriormente se evaluaron cantidad de proteínas por el método de Bradford. (RAMOS, 2008)

2.1.2. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*)

Se determinó la composición nutricional y características fermentativas de los rastrojos de piña antes del proceso de ensilaje y en el material ensilado. Los microsilos fueron preparados en bolsas de polietileno de 1 kg, al rastrojo se le adicionó 0, 5, 10, 15, y 20% de pulpa de cítricos deshidratada (PCD) en base fresca y 3% de melaza también en base fresca e inóculo bacterial (1,0 l.t-1) dependiendo del tratamiento. El contenido de PC,

FDN, FDA, lignina, cenizas, N-NH₃.N-total-1, capacidad buffer y pH se redujo al incrementar los niveles de carbohidratos.

En cambio, el contenido de MS, EE, DIVMS y CNF del forraje, se concentró al aumentar la inclusión de PCD. La densidad energética de los ensilados se incrementó de acuerdo a la adición de carbohidratos. Se determinó, mediante simulación, que los ensilados de rastrojos de piña (20% PCD), sin restricción por consumo de proteína, pueden suplir los requerimientos energéticos de bovinos de 350 kg de peso vivo con una ganancia máxima de 500 g.día⁻¹ y una producción láctea menor a 25 kg.día⁻¹ con una concentración de 4% de grasa en vacas lecheras de 450 kg de peso vivo, sin tomar en cuenta la tasa de pasaje del alimento a nivel ruminal. Además, el costo del kilo de MS del ensilaje de rastrojo de piña con o sin aditivos fluctuó entre ¢3,95 y ¢20,84. Los rastrojos de piña son una alternativa para la suplementación de rumiantes por su perfil nutricional y costo de elaboración. (LÓPEZ H. M.; WINGCHING J. R.; ROJAS B. A. 2008)

2.2. La piña

2.2.1. Clasificación taxonómica

La clasificación botánica de la piña, dado por LÓPEZ H. M.; WINGCHING J. R.; ROJAS B. A. 2008, 2008)

Reino : vegetal
Sub-reino : Spermatophita
Clase : Angiosperma.

Sub- clases : Monocotyledoneae.

Orden : Parinoceae.

Familia : Bromiliaceae.

Género : Ananas.

Especie : Ananas comosus.

Variedad : Golden

2.2.2. Descripción del fruto

La piña es un fruto nativo de Sudamérica probablemente originaria entre la parte sur de Brasil y de Paraguay. Años después lo europeos en su incursión a la América tropical observaron su cultivo desde México hasta el Brasil. Su explotación se difundió rápidamente a las aéreas tropicales y sub. Tropicales de Asia, África y también se logra su adaptación a condiciones de invernadero en Europa occidental pero con una calidad inferior a la cultivada en regiones tropicales (PÉREZ, 2006).

La piña constituye una fuente principal de ácido ascórbico y una contribución valiosa de caroteno, tiamina, rivoftamina, niacina y otras vitaminas del grupo, pero no tiene vitamina D. (PY, 1968).

Aproximadamente el 40% de la piña no es comestible constituida por la cascara, corona y corazón, pudiendo variar dicho porcentaje por factores como variedad, clima, suelo estación. Dichas partes no se consumen por que por ser duras no prestan sabor ni olor que puedan estimular a que se ingieran, estos no quieren decir que no se puede aprovechar dichas partes, ya que otros componentes como los azucares, esterres, almidones y compuestos aromáticos

que puedan aprovecharse en la elaboración de productos fermentados como vino y vinagre (PY,1968).

2.2.3. Características fisicoquímicas de la pulpa de piña

La piña es una fruta que según sus características fisicoquímicas se le puede considerar un producto nutritivo y funcional que se le puede utilizar en la elaboración de diferentes productos, con la garantía que tendrán una buena aceptación por el consumidor (PY, C. LACOEUILHE, J. J. Y TEISSON, C. 1984).

En el cuadro 1 se tiene las diferentes características fisicoquímicas en 100 gramos de pulpa.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de 100 gramos de pulpa de piña

Característica o componente	Cantidad
Grados Brix	10
Sólidos en suspensión	20-40%
Acidez (Como ácido cítrico)	0,9
Ratio	14-18%
Viscosidad (100 r.p.m.; Sp1)	20-40 cps
Ph	3,6-3,8
Agua	93,3 g.
Proteínas	0,6 g.
Grasa	0,1 g.
Carbohidratos	5,6 g.
Fibra	0,1 g.
Ceniza	0,4
Calorías	23 cal

Fuente: PY, C. LACOEUILHE, J. J. Y TEISSON, C. (1984)

2.2.4. Derivados en la industrialización de la piña

La piña principalmente se enlata y el producto enlatado se presenta bajo tres formas: piña en rodajas, piña en trozos y piña triturada; además en forma paralela a esta industrialización se realiza el envasado en jugos de néctar y la producción de mermelada.

También se obtienen otros productos, como ácidos cítricos, por precipitación del jugo extraído de residuos de la conserva (cáscara, corazones), vino de piña por procesos de fermentación y decantación, y pasta seca para la alimentación de ganado con los residuos restantes después de extraer una fibra textil de las hojas de la planta (PÉREZ, 2006).

2.3. Fruta confitada

2.3.1. Definición de fruta confitada

Es el producto obtenido a partir de pulpa de fruta, cáscara de fruta o ambas; que ha sido sometido a un proceso gobernado por las leyes de osmosis y capilaridad, el cual ha producido un intercambio del agua de la fruta por la de un jarabe de azúcar concentrado, y que puede o no estar adicionado de colorantes saborizantes u otros aditivos e ingredientes permitidos (ITINTEC, 1985).

FAO (1983), indica que el confitado consiste en remojar la fruta en jarabes cada vez más concentrados. De esta manera el líquido celular es reemplazado por el jarabe. El confitado tradicional o lento, es una operación que requiere varios días, pues los jarabes, que deben penetrar hasta el fondo

de la fruta, son concentrados y de gran viscosidad, por lo que su absorción es muy lenta.

Es posible confitar fruta entera o en trozos grandes como la pina en rodajas, papaya en octavos, duraznos en mitades, etc. constituyendo esto una forma atractiva y potencialmente lucrativa de conservación de frutas, sobre todo si se piensa en mercados de exportación, donde no se dispone de variedad y abundancia de frutas.

2.3.2. Teoría sobre el confitado

2.3.2.1. El proceso de difusión

La difusión es un proceso en el que ocurre un equilibrio de concentraciones dentro de una fase única: puede ser definida como el movimiento debido a un estímulo físico de un componente a través de una mezcla. La causa principal de la difusión es la existencia de un gradiente de concentración que se manifiesta en el componente que difunde (MC. CABE y SMITHS, 1989).

Según FLORES, (2002) el proceso de difusión se presenta en casi todos Los procesos fisiológicos que tienen lugar en los vegetales. Este fenómeno se presenta tanto en gases, como en líquidos, solutos y aún en los sólidos, MEYER et al Citado por PINEDA (1988)

La difusión está regida por tres leyes, ORIOL y LEGESTRY (2005):

- La difusión tiene siempre la misma dirección de mayor a

menor concentración.

- La velocidad de difusión (masa difundida en la unidad de tiempo) es directamente proporcional al gradiente de la concentración, a la superficie a través de la cual se hace la difusión y a la temperatura de la solución.
- 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 de la siguiente manera:

$$V = KST \frac{C - C_1}{E}$$

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.

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

C - C₁ = gradiente de concentración (2da Ley).

E = espacio que va de C a C₁.

T = temperatura.

Haciendo constante S y T se puede escribir:

$$V = K \frac{C - C_1}{E}$$

que expresa que la velocidad de difusión para cada cuerpo a temperatura constante, es proporcional al gradiente de concentración.

2.3.2.2. El fenómeno de la osmosis

La osmosis es un fenómeno de difusión; VIAN y OCON citado por PINEDA (1988), aseguran que son operaciones difusionales las que se realizan por contacto de formas miscibles a través de membranas permeables o semipermeables; diálisis, osmosis, electrodiálisis, difusión de los gases y ultrafiltración.

La osmosis es un movimiento de sustancia desde una región de alta energía cinética hacia otra de baja energía cinética, PANTÁSTICO (1975). Este fenómeno físico gobierna el proceso de inmersión del jarabe durante la elaboración de la fruta confitada, es decir, el jugo celular de los trozos de fruta pasan a la solución de almíbar; y el azúcar del almíbar penetra la interior de la fruta.

KIRT et al (2000), indica que la osmosis es definida como el transporte de un disolvente a través de una membrana semipermeable que separa dos soluciones de diferentes concentraciones.

El fenómeno de osmosis se sujeta a leyes definidas:

- Es precisa la interposición de una membrana semipermeable para que ocurra el fenómeno de osmosis.
- Es preciso que dicha membrana semipermeable sea mojada o embebida por líquidos que constituyen el solvente.
- Es indispensable que los líquidos que separan las membranas sean miscibles el uno al otro, ORIOL y LEGESTRI (2005).

El paso del líquido a través de la membrana puede interrumpirse aplicando presión a la solución en el lado de mayor concentración de soluto, la

presión necesaria para impedir el paso del disolvente a través de una membrana perfectamente semipermeable se denomina presión osmótica y es una característica de la solución.

Al respecto se puede precisar cuatro leyes:

- La presión osmótica es directamente proporcional a la temperatura.
- La presión osmótica es directamente proporcional a la concentración de la solución.
- No influye para nada la naturaleza de la sustancia disuelta.
- Todas las soluciones equimoleculares tienen una misma presión osmótica FLORES (2002).

2.3.2.3. Proceso lento o tradicional de confitado

Las frutas confitadas por este método son sometidos a cambios continuos de jarabes cada vez más concentrados con el objeto de permitir la impregnación del azúcar en la fruta.

Según este método el proceso se inicia con un jarabe de 30 grados Brix, concentración que va incrementándose de 5-10 grados Brix, hasta llegar a un jarabe final de 70 - 75 grados Brix.

El jarabe utilizado es preparado con glucosa o azúcar invertido y sacarosa más agua.

La fruta previamente tratada, es sumergida y calentada hasta ebullición por 1-2 minutos para luego ser puesto en reposo durante 24-48 horas REVILLA citado por PINEDA (1988).

2.4. Insumos

2.4.1. Sacarosa

La sacarosa es el azúcar de caña o remolacha. Se disuelve a temperatura ambiente dos partes de sacarosa en una parte de agua, produciendo una solución cuya concentración es de un 65 %, POTTER (2003).

La sacarosa se encuentra difundida en la naturaleza y sobre todo en plantas verdes, hojas y tallos, frutos y semillas, es el azúcar de mayor importada desde el punto de vista económico por que de todas las sustancias orgánicas preparadas industrialmente es la que se obtiene en mayor cantidad, BELITZ (1988).

El azúcar es un disacárido formado por la unión de dos moléculas de monosacáridos, glucosa (dextrosa) con fructuosa (levulosa) a través de los carbonos 1 y 2 con la pérdida de una molécula de agua.

La sacarosa es altamente soluble en el agua y esto aumenta con el incremento de temperatura, los grupos hidroxilo de las moléculas de azúcar les confieren solubilidad en el agua; la alta solubilidad de la sacarosa en el agua es una ventaja en la elaboración de dulces, pero es una desventaja cuando el dulce absorbe humedad de la atmósfera ya que se hace pegajoso o suave, CHARLEY (1989).

CHEFTEL y CHEFTEL (1989) indica que la solubilidad de los azúcares totales puede aumentar por la adición de azúcar invertido; así como, de glucosa o "jarabes de glucosa".

Además, esta adición permite ajustar la viscosidad de soluciones

de azúcar. De acuerdo a esto se puede obtener soluciones saturadas, preparadas a elevada temperatura.

La velocidad de cristalización de sacarosa en soluciones sobresaturadas y el tamaño de los cristales formados, puede reducirse considerablemente por la adición de glucosa, azúcar invertido, "jarabes de glucosa " o agentes hidrocoloides, que elevan la viscosidad.

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

2.4.1.1. Higroscopicidad

La higroscopicidad de los azúcares también afecta la textura de algunos alimentos. Con relación a esto, la glucosa, maltosa de elevado poder reductor, son menos higroscópicos que la sacarosa y menos aún que el azúcar invertido y la fructuosa.

En un alimento se aconseja la presencia de componentes higroscópicos cuando se busca mantener cierto grado de humedad tal como ocurre en dulcería y confitería. El azúcar invertido, la miel, etc. son buenos humectantes. Sin embargo, en algunos casos, la presencia de constituyentes higroscópicos resulta desfavorable, lo que ocurre en confitería cuando los azúcares se encuentran en estado vítreo y la captación del agua puede acelerar la cristalización de azúcares, CHEFTEL y CHEFTEL (1989).

2.4.1.2. Estado vítreo

En muchos alimentos, de bajo contenido de agua, los azúcares

se encuentran en estado vítreo. Se trata de un estado amorfo de viscosidad muy elevada, superior a 10^3 poises. Esta viscosidad impide la cristalización del azúcar.

El estado vítreo puede obtenerse: por fusión térmica con algunos azúcares cristalinos, por congelación de azúcares, por concentración rápida de una solución a temperatura elevada, por deshidratación de una solución.

Este estado vítreo no es estable por encima de una cierta zona de temperatura llamada de "transformación" o de transición la viscosidad crece y el azúcar puede cristalizar.

Los azúcares en estado vítreo son higroscópicos; esto contribuye a su inestabilidad, porque la absorción de agua aumenta la velocidad de cristalización de los azúcares.

La baja proporción de azúcar invertido y un alto contenido de jarabe de glucosa reducen la higroscopicidad; en efecto, una adsorción de agua durante el almacenamiento motivaría cristalización del azúcar y pegajosidad.

Se puede decir que la textura de la mayoría de los productos de confitería depende de controlar la cristalización de la sacarosa presente en la solución sobresaturada CHEFTEL y CHEFTEL (1989).

2.4.2. Azúcar invertido

El azúcar invertido es el producto de la hidrólisis ácida de la sacarosa, viene a ser la mezcla de dextrosa y levulosa en pesos iguales, BRAVERMAN (1980).

Una de las principales razones de importancia del azúcar invertido es que puede prevenir o ayudar a controlar la cristalización de la sacarosa.

Según POTTER (2003), esto ocurre por dos causas; primero, tanto la glucosa como fructuosa se cristalizan más lentamente que la sacarosa, de modo que la sustitución de una parte de la sacarosa por azúcar invertido disminuye la cristalización rápida durante el enfriamiento de los jarabes, segundo, una mezcla de sacarosa y azúcar invertido es más soluble en agua que la sacarosa sola. El aumento de la solubilidad equivale a una disminución de la cristalización.

CHEFTEL y CHEFTEL (1989), señalan que la hidrólisis de la sacarosa puede realizarse por la invertasa, también puede conseguirse la inversión por hidrólisis ácida.

La inversión está favorecida por el pH ácido de un alimento y se produce espontáneamente en los zumos de frutas durante su almacenamiento.

La inversión también motiva un incremento del 5.26 % del peso en materia seca en la solución.

RODRÍGUEZ (1984) menciona las siguientes ventajas del azúcar invertido.

- Es un agente humectante, retiene la humedad de los productos gracias al poder higroscópico de la fructuosa
- Evita la cristalización de otros azúcares debido a su contenido de fructuosa, permitiendo así aumentar la cantidad de sacarosa que puede permanecer en solución.

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

También indica que el azúcar invertido se utiliza en la fabricación de mermeladas, manjar blanco, galletas, caramelos, marshmellow, gomas e incluso en la industria farmacéutica, en la preparación de jarabes medicinales.

2.4.3. Sal Común (NaCl)

La sal se presenta en el mercado de distintos tamaños de grano, es obtenida de las aguas de mar, también se extrae de las minas no tiene pureza para ser empleado en alimentos LUCK (1985).

La sal desempeña un papel importante en el confitado de la frutas. Cuando se requiere conservar fruta por un tiempo indeterminado y las instalaciones no tienen capacidad suficiente para confitar todo a la vez, se pone la fruta en salmuera. También cuando se requiere enviar fruta para confitar, a lugares distantes. No sirve para toda clase de frutas, sólo se puede emplear con las naranjas, las mandarinas, los limones, naranjilla china, melones, sandía y papaya verde.

El grado de concentración de la salmuera es de 20 grados Baumé. Cuando se requiere confitar se retira la fruta de la salmuera, se coloca en agua, se muda el agua cada doce horas durante tres días, se cuece y se

pasa por agua fría donde se deja otras horas, luego se procede a confitar, GIANOLA (1981).

Según LUCK (1985) los alimentos a conservar pueden sumergirse en soluciones salinas (salmuera), entonces por efecto osmótico sale el agua del alimento. En la frutas se emplean en salmueras de 6-8% como paso intermedio en la conservación, antes de que el producto sea conservado definitivamente con azúcar; de acuerdo a RODRÍGUEZ (1984) y PINEDA (1988), se puede utilizar salmueras en concentración de 10, 12 y 14%.

2.4.4. Bisulfito de sodio

Es un conservante que fue usado y conocido desde las antiguas culturas, en diferentes formas, como en vapor de azufre usado para proteger al vino.

No tiene acción cancerígena y está permitido el empleo en casi todos los Países para la conservación de alimentos hasta un 0,1%, la ingestión diaria aceptable es de 0,07 mg/Kg de peso. Tiene acción antimicrobiana (anti levaduras), a causa de su relativamente buena acción antimicrobiana, se combina con el ácido sulfuroso o con otras sustancias fungistativas como el ácido sórbico y el ácido benzoico con ello se amplía el espectro de acción de ambos grupos de sustancias, LUCK (1985).

2.4.5. Ácido Cítrico

El ácido cítrico es un polvo blanco cristalino, es usado en productos alimenticios y bebidas en un 70% de productos ácidos elaborados.

Se utiliza para ajustar el pH y realzar el sabor de las compotas, jaleas, confituras, gelatinas, bebidas y jarabes. Se usa para proteger el ácido ascórbico inactivado, los vestigios de metales y reduciendo el pH para inactivar las oxidasas. El ácido cítrico se adiciona a muchas frutas para evitar cambios de color y sabor debido a la oxidación.

2.5. Tecnología de elaboración de fruta confitada

2.5.1. Materia prima

La materia prima a utilizar puede ser fresca o tratada por cualquier método de conservación por lo general casi todas las frutas y hortalizas reúnen las condiciones para este tipo de proceso, siendo los mejores las de consistencia o textura media tales como: papaya verde, sandía, beterraga, melón, etc.

2.5.2. Selección

Según BRENÁN (1980) la selección juega un papel muy importante en el control de muchos procesos de manufactura de los alimentos, puesto que se adecúa para las operaciones mecanizadas y proporciona un mejor control de los procesos añadidos.

Se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes criterios: tamaño, finura, madurez, textura, sabor, aroma, color, carencia de desperfectos, carencia de contaminantes y carencia de partes no deseables de la materia prima.

2.5.3. Clasificación

CHEFTEL y CHEFTEL (1989) considera a la clasificación como uno de los factores de mayor importancia para la determinación de la buena calidad de vegetales, ya que esta operación, da como resultado la gran uniformidad del producto acabado y clasifica la fruta bajo tres puntos de vista:

Tamaño: grande, mediano y pequeño.

Madurez: verde, pintona y madura.

Aspecto: sano y alterado.

2.5.4. Lavado

Es importante, ya que permite eliminar impurezas y parte de la carga microbiana adherida en la fruta y/o hortalizas. El lavado se hace con agua potable CHEFTEL y CHEFTEL (1989).

2.5.5. Pelado

Según CHEFTEL y CHEFTEL (1989) el pelado es parte de las operaciones de preparación, pero merece estudiarse separadamente, a causa de los numerosos métodos que se emplean para realizarlo, pueden ser: manual, mecánico y químico.

2.5.6. Cortado

El cortado y despepitado se realiza generalmente en forma manual en función de la forma y el tamaño que se desee confitar y el tipo de materia prima o fruta.

2.5.7. Macerado

Tiene como finalidad extraer los mucílagos, pectina, ciertos azúcares y otros componentes que están en los canalículos, de la fruta y/o hortalizas. El tiempo de macerado puede ser desde 48 horas hasta a varios meses, en función al porcentaje de sal y a la necesidad de conservación.

Adicionalmente puede utilizarse cloruro de calcio con la finalidad de mejorar la textura, RODRÍGUEZ (1984) y PINEDA (1984) indican que la concentración adecuada es de 1%, también puede utilizarse fosfato de calcio al 1% de acuerdo a la fruta.

2.5.8. Lavado y desalado

Luego de transcurrido el proceso de maceración, se procede a lavar la fruta y/o la fruta en cubitos, operación que se realiza con agua potable, CRUES, citado por PINEDA (1984) sugiere un flujo continuo de agua con la finalidad de facilitar la salida del conservador y la sal.

2.5.9. Blanqueado

El blanqueo se realiza con el objeto de inactivar la actividad de las enzimas presentes CHEFTEL y CHEFTEL (1989). Además de facilitar el proceso osmótico.

2.5.10. Inmersión en jarabe

Existen diferentes métodos de elaborar el jarabe los cuales se describen a continuación.

- Adicionando jarabe invertido desde el inicio; se adiciona una parte de azúcar, una parte de glucosa y el agua suficiente para alcanzar el grado deseado.
- Adicionando jarabe invertido luego de obtener 60 grados Brix con la finalidad de evitar la cristalización. Antes de alcanzar la concentración indicada sólo se adicionará azúcar.
- Invertiendo la sacarosa en el proceso. Es el método más fácil y simple por cuanto no hay necesidad de conseguir glucosa, se parte de una concentración de 30 grados Brix en el jarabe (agua más azúcar), todos los días se va adicionando azúcar, hasta alcanzar los 60 "Brix, se mezcla jarabe con ácido cítrico y se hierve por 5 minutos aproximadamente, tiempo para invertir parcialmente el azúcar, por efecto de la temperatura y la acidez provocada por el ácido cítrico. La cantidad de ácido cítrico debe ser de 3-5 g por kilogramo de azúcar incrementado.

La operación se repite todos los días hasta estabilizar la fruta en 70 grados Brix.

El colorante es adicionado al momento de preparar el jarabe y las proporciones oscilan entre 0.1-0.3 % dependiendo de la calidad del colorante así como del color, estos porcentajes los da por lo general el fabricante y/o distribuidor.

2.5.11. Enjuagado

El enjuagado se realiza con agua caliente más o menos a 80°C durante 20 ó 30 segundos, para eliminar el jarabe residual; inmediatamente se procede al escurrido.

2.5.12. Secado

El secado puede realizarse en función a la infraestructura existente.

- Puede ser un túnel de secado a 59°C, velocidad de aire de 3.5 a 5 m/s tiempo de 20-25 minutos hasta que alcance 20-25 % de humedad.
- Puede ser en un secador de cabina.
- En un secador de lecho o cama fluidizada
- Al sol o en cualquier otro equipo que facilite esta operación.

2.5.13. Glaseado

Es una operación adicional, donde la fruta confitada es tratada con un jarabe de alta concentración de azúcar con la finalidad de formar, en la superficie de la fruta, una capa amorfa ITINTEC (1985).

2.5.14. Secado luego de glaciarse.

La temperatura óptima para secar es de 48°C y los tiempos son cortos hasta que el producto no sea pegajoso al tacto.

2.5.15. Empacado

El producto cuando está frío debe ser empacado de preferencia en bolsas de polietileno que finalmente deben ser selladas. El empaque tiene por finalidad proteger al producto de la humedad evitando así su posterior contaminación.

2.6. Isotherma de Adsorción

CHEFTEL y CHEFTEL (1989), menciona que una isoterma de adsorción es la curva que muestra, en el equilibrio para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función a la humedad relativa de la atmósfera que le rodea.

2.6.1. Descripción matemática de las Isotermas

MATOS, citado por MANAYAY (1992), indica las ecuaciones para fijar la isoterma de sorción de agua en alimentos, son de especial interés en muchos aspectos de la conservación de los alimentos por deshidratación. A menudo con ella se puede calcular la predicción del tiempo de secado, y el tiempo de vida en estantes en productos deshidratados y empacados adecuadamente. Las ecuaciones de isotermas son también necesarias para evaluar las funciones termodinámicas del agua sorbida en el alimento.

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

$$\frac{aw}{HU} = \alpha xaw^2 + \beta xaw + \gamma$$

Esta ecuación fue propuesta para productos alimenticios por Van de Berg (1981). La ecuación de la isoterma para la adsorción de multicapas fue propuesta para hallar los datos de un rango más amplio que el determinado por B.E.T. El modelo G.A.B fue recomendado por el grupo Europeo de proyectos COST 90, considerándose así como una extensión del modelo B.E.T.

2.6.2. Actividad de agua en los alimentos

LABUZA (1980) menciona que la actividad de agua es un índice de gran utilidad para expresar la susceptibilidad de los alimentos a las diversas reacciones de deterioro. CHEFTEL y CHEFTEL (1989), indica que la actividad de agua (a_w), es definida por el descenso de la presión parcial de vapor de agua. BADUI (1981), afirma que la actividad de agua 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 de las grasas a través de su oxidación se produce en alimentos deshidratados con una actividad de agua muy baja y a medida que aumentan, se inducen las reacciones enzimáticas hidrolíticas y las de oscurecimiento no enzimático, y se favorece el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.

Cuadro 2: Actividad de agua de algunos alimentos

	a_w		a_w
Frutas	0,97	Pan	0,96
Vegetales	0,97	Mermeladas	0,86
Jugos	0,97	Frutas secas	0,72-0,80
Huevos	0,97	Miel	0,75
Carne	0,97	Galletas, cereales,	0,10
Queso	0,96	Azúcar	

Fuente: Badui (1981)

El cuadro 3 muestra los valores de la actividad de agua mínimos 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 microorganismos de importancia en alimentos.

Organismo *	aw M.	Organismo	aw.M
Bacterias dañinas	0.91	Salmonella	0.95
Levaduras dañinas	0.83	Clostridium b.	0.95
Hongos dañinas	0.80	Escherchia coli	0.96
Bacteria halófila	0.75	Staphylococcus aureus	0.86
Levadura osmófila	0.60	Bacillus subtilis	0.95

Fuente: Badui (1981), aw.M. Actividad de agua mínima, *: En su mayoría.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo realizamos en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, con una temperatura entre 17°C y 32°C, con 82% de humedad relativa. Se trabajó en los ambientes del Laboratorio de análisis de alimentos y Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de los alimentos.

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Materia prima

Se utilizó piña variedad Golden, procedente del Distrito de José Crespo Castillo- Aucayacu.

3.2.2. Insumos

- Azúcar blanca
- Ácido cítrico comercial
- Cloruro de calcio comercial

- Bisulfito de sodio
- Sal común
- Colorantes
- Agua blanda

3.2.3. Reactivos

- Bisulfito de sodio
- Cloruro de calcio.
- Ácido cítrico
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína al 1%
- 2,6 Diclorofenolindofenol
- 2,4 Dinitrofenol
- Otros reactivos para los análisis físico-químico

3.2.4. Empaque

Se utilizó polietileno de alta densidad, (0,15 mm) de fabricación peruana.

3.2.5. Materiales

- Mesa de cortado con revestimiento de fórmica con dimensiones 2 m x 1 m.
- Cocina a gas de dos hornillas
- Cuchillos de acero inoxidable

- Tamices de acero inoxidable
- Ollas de acero inoxidable.
- Termómetro con escala centígrada (0-150)
- Material de vidrio

3.2.6. Equipos

- Balanza eléctrica digital, precisión 0.1 g capacidad máxima de 600 g. Sartorius, Alemán
- Balanza eléctrica, OHAUS -Galaxy 160, modelo G-160 capacidad 160 g Germany
- pH metro portátil, con rango de 0-14, digital tipo pH tester, U.S.A
- Baño María c/termoregulador. Tipo LP 502
- Secador con circulación de aire caliente, de bandejas.
- Selladora Eléctrica de empaque plástico Fuji, tipo 7001058.
- Refractómetro universal ABBE de mesa con escala para lectura del índice de refracción, fabricación Húngara.
- Marmitas de cocción de fabricación Húngara
- Equipo de Soxhlet para extracción de grasa.
- Estufa de graduación en escala centígrada (0-300), marca Mermet, eléctrica, tipo LR-20, Cilíndrico
- Mufla de graduación de en escala centígrada de (0-1100)
- Aparato microdesintegrador sistema kjeldalh. Tipo OE 707
- Equipo de destilación para determinación de fibra

- Espectrofotómetro, Baussch and Lomb, modelo Spectronic 20 U.S.A
- Campanas de desecación.
- Equipo de titulación.

3.3. Métodos de Análisis

3.3.1. Caracterización de materia prima

3.3.1.1. Análisis químico proximal del endocarpio

En el análisis proximal se determinó por los siguientes métodos:

- Humedad, método de la estufa de vacío por diferencia de peso con el extracto seco total, método descrito por PEARSON (1981) de la A.O.A.C.
- Cenizas, por el método de calcinación de la muestra, A.O.A.C. (2005)
- Fibra, método de la digestión ácida y alcalina, descrita por PEARSON de la A.O.A.C. (2005).
- Proteína, método semi micro Kjendal, A.O.A.C.(2005)
- Crasa total, método Soxhlet, A.O.A.C. (2005)
- Carbohidratos, se determinó por diferencia de 100 la suma de los porcentajes de humedad, cenizas, fibra, proteínas y grasa total, A.O.A.C. (2005).

3.3.1.2. Análisis fisicoquímico de la fruta de piña

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por los siguientes métodos:

- Sólidos totales, por deferencia con el porcentaje de agua según método descrito por A.O.A.C. (2005).
- Sólidos solubles, método refractométrico a 25 °C por lectura a temperatura ambiente constante, se obtuvo los grados Brix porcentaje de solidos solubles.
- Acidez titulable, método descrito por el ITINTEC. (1985)
- Índice de madurez, se determinó por cálculos entre sólidos solubles y la acidez titulable
- pH se determinó mediante el uso de pHmetro, las mediciones fueron hechas a temperatura ambiente, calibrando el equipo, con solución buffer.
- Azúcares Reductores, método Espectrofotometría.
- Azúcares totales, método Espectrofotometría.
- Vitamina C, método Espectrofotometría.

3.3.2. Caracterización del producto terminado y almacenamiento

3.3.2.1. Análisis químico y fisicoquímico

Se realizó teniendo en cuenta los métodos utilizados en la caracterización de la materia prima.

3.3.2.2. Análisis microbiológico

La fruta confitada de endocarpio fue sometida al análisis microbiológico evaluándose la numeración de gérmenes viables, hongos y levaduras; a fin de conocer el grado de contaminación microbiana; se utilizó los procedimientos indicados por MOSELL (1985).

3.3.2.3. Isotherma de adsorción

Para conocer la estabilidad de la piña confitada durante el almacenamiento, se construyó la isoterma de sorción. Para conseguir diferentes humedades relativas se usaron soluciones de ácido sulfúrico a diferentes concentraciones, según la tabla de PETERSON (2001), conforme se muestra en el cuadro 4. Se colocaron las muestras previamente pesadas, en campanas de desecación a distintas condiciones de humedad relativa.

Para calcular la humedad de equilibrio, se determinó la humedad inicial de las muestras en base seca, utilizando el método de la estufa al vacío.

Cuadro 4. Valores de AW, para soluciones de ácido sulfúrico.

Aw	Ácido sulfúrico en solución %
0.33	52.0
0.43	47.0
0.67	35.0
0.75	30.0
0.86	22.0
0.97	9.0

Fuente: Peterson (2001); aw: Actividad de agua

Con el fin de ajustar los datos experimentales se utilizó el modelo

matemático G.A.B, ecuación que se resolverá utilizando Excel. El modelo G.A.B. utilizado se indica seguidamente

$$\frac{aw}{HU} = \alpha xaw^2 + \beta xaw + \gamma$$

Donde:

aw = Actividad de agua.

HU = Humedad de equilibrio en base seca.

α , β y γ = Parámetros

Determinado los parámetros de la ecuación, para el producto, se graficará la variación de la humedad vs Actividad de agua (aw).

3.3.2.4. Almacenamiento

Controles efectuados durante el almacenamiento

Durante el almacenamiento se realizaron controles de humedad, pH y acidez titulable, cada 5 días en un período de 30 días los métodos utilizados fueron los indicados en las pruebas preliminares.

Evaluación final

Al final del almacenamiento se realizó el análisis químico proximal, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial. Los métodos empleados para el análisis químico proximal y el análisis fisicoquímico y microbiológico se hicieron por los métodos ya indicados en las pruebas preliminares.

El análisis sensorial del producto después del almacenamiento se realizó utilizando el test de ordenamiento o Ranking indicado por UREÑA (2000), fue comparada con frutas confitadas de muestras comerciales.

3.4. Metodología experimental

Se adoptó como metodología para el desarrollo del presente estudio la división del trabajo en las siguientes etapas:

- Caracterización de la materia prima.
- Optimización del flujograma de elaboración
- Caracterización del producto terminado y almacenamiento

La primera y tercera etapa ya fue descrita en los métodos de análisis que se realizaron en el trabajo.

3.4.1. Optimización del flujograma de elaboración

Para optimizar el procesamiento de confitado se tomó como base el flujograma tentativo mostrado en la figura 1, el cual se describe a continuación:

3.4.1.1. Acopiado

La materia prima fue acopiada en el distrito de José Crespo Castillo Aucayacu, en estado de pintón o maduro.

3.4.1.2. Selección y Clasificación

Se hizo teniendo en cuenta el grado madurez y el buen aspecto general, sin alteraciones.

3.4.1.3. Lavado

Se precedió a lavar con agua corriente, con la finalidad de eliminar todas las sustancias extrañas y la carga microbiana presente.

3.4.1.4. Pelado y descorazonado

El pelado se efectuó con cuchillos de acero inoxidable y el descorazonado con un sacabocado simulando que se estuviera descartando este subproducto (endocarpio) de la piña en el proceso de enlatado, para luego ser utilizado para la fruta confitada.

3.4.1.5. Cortado

Se realizará en forma manual con cuchillo de acero inoxidable, en cubitos, con una arista no mayor de 1 cm.

3.4.1.6. Macerado

Se realizó a diferentes concentraciones de sal, con adición de cloruro de calcio y bisulfito de sodio en proporciones indicadas por LUCK (1985) y SÁNCHEZ (1985).

3.4.1.7. Desalado

Se realizó con agua potable

3.4.1.8. Blanqueado

Este proceso se llevó a cabo con la finalidad de facilitar el proceso osmótico y la inactivación enzimática.

3.4.1.9. Inmersión en jarabe

Este proceso se realizó con la finalidad de que la fruta adquiriera la concentración necesaria de azúcar (68- 70 °Brix).

3.4.1.10. Enjuagado y Escurrido

Se enjuagó con agua a temperatura de 80°C por 30 segundos, con la finalidad de eliminar el jarabe residual.

3.4.1.11. Secado

Se realizó a temperatura de 60°C por un tiempo variable evaluándose hasta que el producto no sea pegajoso al tacto.

3.4.1.12. Enfriado y Empacado

El producto retirado del equipo de secado fue enfriado a temperatura ambiente, y luego empacados en bolsas de polietileno, y sellado; con la finalidad de proteger al producto de la humedad y evitar el posterior deterioro.

3.4.1.13. Almacenado

Se realizó por un período de 30 días a temperatura ambiente, afín de evaluar la estabilidad del producto.

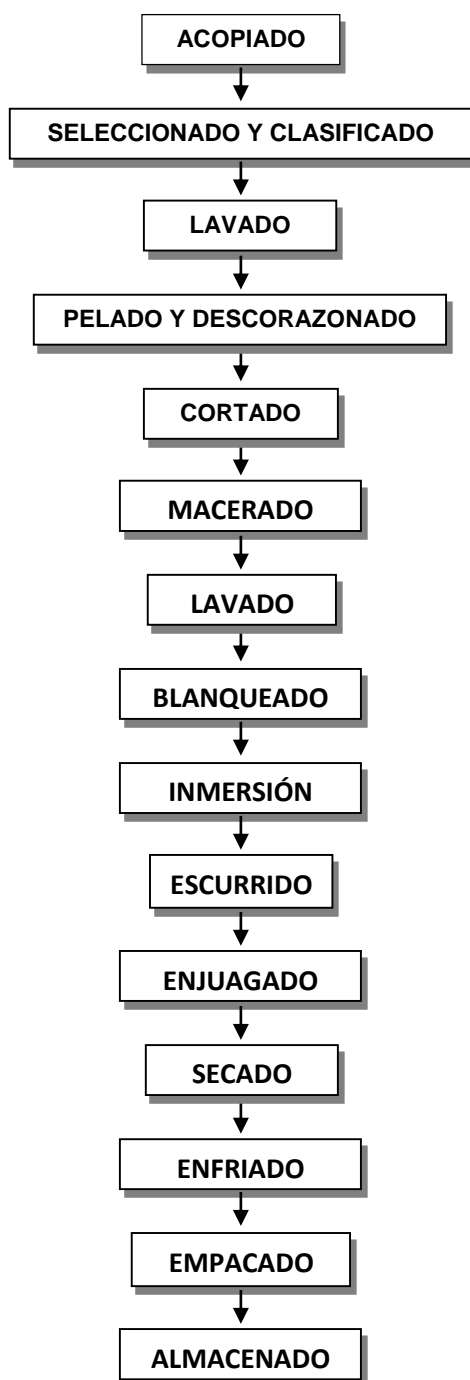


Figura 1. Flujograma tentativo para la elaboración de fruta confitada de endocarpio de piña.

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Pruebas preliminares

3.5.1.1. Maceración

Para realizar esta prueba se prepararon tres salmueras de maceración los cuales se indican en el cuadro 5.

La maceración se hizo con 500 gramos de materia prima usando una proporción de fruta/ salmuera igual a 1/2. Proporción utilizada por LERENCE (1985).

Cuadro 5. Composición de las salmueras utilizadas para evaluar las condiciones de maceración

Salmueras utilizadas	Concentraciones		
	NaCl %	Ca Cl ₂ %	Na ₂ SO ₃ %
S ₁	10	1	0,1
S ₂	12	1	0,1
S ₃	14	1	0,1

3.5.1.2. Blanqueo

Para desarrollar esta experiencia se tomaron en cuenta los tratamientos indicados en el cuadro 6. Luego de haber sometido las muestras a la operación de blanqueado, los tratamientos fueron sometidos a la prueba de actividad enzimática, de acuerdo al método de la A.O.A.C (2005), descrito por

LEES (1980).

Con la prueba de la actividad enzimática realizada en cada tratamiento se determinó el tiempo óptimo de blanqueo.

Cuadro 6. Pruebas de blanqueo a temperatura de 90°C

Tratamientos	Tiempo (s)		
1	20	40	60
2	20	40	60
3	20	40	60

3.5.1.3. Inmersión en jarabe

La materia prima blanqueada fue sumergida en jarabes de 35°Brix y 45°Brix iniciales.

La proporción de fruta jarabe utilizado fue de 1/1,5 esta relación permitió sumergir la fruta en el jarabe en un 100%. El jarabe a utilizar primeramente fue calentado a ebullición, luego se enfrió hasta temperatura ambiente; para seguidamente proceder a la inmersión de la fruta.

3.5.1.4. Secado

Para realizar las pruebas de secado, se tomaron los trozos de endocarpio confitados a 70°Brix y enjuagadas, estas fueron colocadas uniformemente en bandejas con la finalidad de crear mayor superficie de contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual se pudo eliminar el agua de la fruta. Luego se colocaron en el interior del secador con flujo de aire caliente a una temperatura de 60°C. Se registró la pérdida de

agua, en función al tiempo de secado y temperatura constante.

3.5.2. Pruebas Finales

Para la realización de las pruebas finales se elaboró fruta confitada teniendo en cuenta los parámetros óptimos determinados en las pruebas preliminares; estas pruebas se realizaron con la finalidad de optimizar el tiempo total de inmersión de la fruta en el jarabe y determinar el rendimiento del proceso.

3.5.2.1. Optimización del tiempo de inmersión en el jarabe

En el desarrollo de ésta prueba se midió la variación de la concentración de jarabe vs el tiempo en horas hasta llegar al equilibrio (°Brix constante), repitiendo los controles cada 24 horas conforme se hubo incrementando la concentración en 10°Brix.

3.5.2.2. Determinación de rendimiento

Se determinó el rendimiento del proceso de confitado realizándose un balance de materia.

3.5.2.3. Definición del flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada de piña

Para obtener el flujograma óptimo para el proceso de confitado de piña por el método lento se tuvo en cuenta los resultados de las pruebas preliminares y la indicada en el inciso 3.5.2., de pruebas finales.

Cuadro 7. Tratamientos considerados para el análisis sensorial

Tratamiento	T° Inmersión	Salmuera	Jarabe
Inicial	°C	%	°Brix
1	25	10	35
2	25	10	45
3	25	12	35
4	25	12	45
5	25	14	35
6	25	14	45

6 tratamiento por 3 repeticiones = 18 unidades experimentales.

3.6. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron según la metodología experimental y el diseño experimental.

Teniendo en cuenta el flujograma preliminar y el ajuste realizado en las diversas operaciones previas a la inmersión de la fruta en el jarabe, se prepararon muestras para la evaluación de las características sensoriales, MAKEY (27) de acuerdo a los tratamiento indicados en el cuadro 7, evaluándose los atributos: color, sabor, textura y apariencia general, utilizando un panel semientrenado de 13 panelistas. Los resultados de este análisis fueron evaluados estadísticamente teniendo en cuenta el modelo Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA), obteniéndose finalmente el ANVA; la significación estadística fue evaluada con la prueba de Tukey. El modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + A*B_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} : Resultado de la evaluación sensorial

U: Efecto medio de las evaluaciones

A_i : Porcentaje de sal en la salmuera de maceración

B_j : Grados Brix del jarabe de inmersión

E_{ijk} = Error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima

Para el estudio de la materia se tiene en cuenta el grado de madurez de la fruta, tomando los fruto desde semipintón a maduros, debido a que son aptos para el proceso de confitado ya que el corazón de la piña mantiene su firmeza incluso en frutas sobre maduras.

4.1.1. Determinaciones Biométricas

En el cuadro 8 se pueden observar las medidas biométricas de la fruta de muestras tomadas al azar, el peso medio registrado es de $1,97 \pm 0,01$ Kg, si comparamos con el peso de 1,87 kg que es el indicado por RODRIGUEZ (1997) como aceptable para frutas que deberán ser comercializadas en estado fresco, significa que el peso medio encontrado es mayor, debido a que en la zona se realizan prácticas de mejoramiento en los cultivares.

Cuadro 8. Promedio de las medidas biométricas de 10 frutos de piña variedad Golden

Característica	Cantidad
Peso (Kg.)	1,97 ± 0,01
Diámetro:	
Apical (cm)	9,68 ± 0,48
Medio (cm)	13,13 ± 0,66
Basal (cm)	10,43 ± 0,52
Longitud (cm)	16,58 ± 0,83
Longitud Corona (cm)	1,68 ± 0,084
Profundidad ojos (cm)	0,95 ± 0,048
Diámetro Corazón (cm)	3,33 ± 0,166

En la cuantificación de las partes del fruto de piña variedad Golden se obtuvo que un $65,93 \pm 3,29\%$ del fruto es pulpa, $31,88 \pm 1,60$ es cáscara de acuerdo a lo reportado en el cuadro 9, MANAYAY (1992) nos indica un contenido de cáscara de 28% el cual es ligeramente inferior; para el corazón en este mismo cuadro se tiene $16,48 \pm 0,82\%$, y RODEIGUEZ (1997) muestra 16% siendo, muy pequeña.

Cuadro 9. Cuantificación de las partes del fruto de piña variedad Golden.

Característica	Cantidad
Peso (Kg.)	1,97 ± 0,098
Porcentaje Pulpa	65,93 ± 3,29
Porcentaje Corazón	16,48 ± 0,82
Porcentaje Corteza	31,88 ± 1,60
Porcentaje Jugo	50,13 ± 2,51

4.1.2. Composición químico proximal

El cuadro 10, reporta el análisis proximal del fruto de piña variedad Golden al estado maduro, el cual comparamos con los datos reportados por RODRÍGUEZ (1997), quien indica para el contenido de humedad un 84% siendo el valor encontrado $85,1 \pm 4,26\%$, ligeramente superior; no coincidiendo con el valor mayor reportado por MANAYAY (1992) que indica 86%, esto quiere decir que se encuentra dentro de estos rangos.

Cuadro 10. Análisis químico proximal del fruto de piña variedad Golden.

Característica	Cantidad
Agua	$85,1 \pm 4,26$
Proteínas	$0,1 \pm 0,005$
Grasas	$13,5 \pm 0,68$
Cenizas	$0,1 \pm 0,005$
Fibra (%)	$0,49 \pm 0,025$

En cuanto a la proteína encontramos un contenido de $0,1 \pm 0,005\%$, igual al 0,1% esto significa de que el fruto de piña en estado maduro tiene un contenido proteico igual al fruto de madurez óptima descrito por RODRIGUEZ (1997).

El contenido de grasa determinado fue de $13,5 \pm 0,68\%$ valor ligeramente superior al reportado que es de 13%; el contenido de fibra encontrado fue de $0,49 \pm 0,025\%$ encontrándose entre el rango reportado que es de 0,38 - 0.7%.

El contenido de ceniza hallado fue de $0,1 \pm 0,005\%$ valores que no varían significativamente de los reportados por MANAYAY (1992) y RODRIGUEZ (1997).

4.1.3. Composición fisicoquímica del fruto de piña

En el cuadro 11, se puede observar el análisis fisicoquímico, pudiéndose comprobar que los resultados encontrados son similares con los valores establecidos por MANAYAY (1992) y RODRIGUEZ (1997).

El porcentaje de acidez titulable expresada como ácido oxálico encontrado fue de $0,58 \pm 0,029\%$, resultado que se encuentra dentro del rango establecido para la piña de 0.4 - 0.7%; en cuanto a la vitamina C se tiene $12,00 \pm 0,6$ mg de ácido ascórbico/100 g de muestra, al respecto RODRIGUEZ (1997) indica que existe un gran variación con cifras comprendidas entre 10 - 20 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra.

También se encontró un valor de pH equivalente a $5,22 \pm 0,261$, valor relativamente alto, dado principalmente por el contenido azúcares ocasionados en el fruto maduro.

El valor encontrado para el índice de madurez en este caso para un fruto en estado maduro es de $27,5 \pm 1,38$ el cual es mayor con relación al fruto pintón, ya que el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) es mayor y posiblemente el contenido de ácidos sea menor, lo que hace descender el índice de madurez.

Cuadro 11. Composición físico química del fruto de piña variedad Golden.

Característica	Cantidad
Sólidos Solubles (%Brix)	15,95 ± 0,79
Acidez (%)	0,58 ± 0,029
pH	5,22 ± 0,261
Vitamina C (mg)	12,00 ± 0,6
Índice de madurez	27,5 ± 1,38
Color Pulpa	Amarillo Brillante

El contenido de sólidos solubles varía desde 13 hasta 17°Brix según RODRIGUEZ (1997) y el valor encontrado es de 15,95 ± 0,79 el cual se encuentra dentro de los límites, esto es explicable por grado de madurez de la fruta analizada.

4.2. Optimización del flujograma de elaboración

4.2.1. Pruebas preliminares

4.2.1.1. Maceración

En esta prueba se determinó la concentración óptima de sal en la salmuera y el tiempo de maceración.

El tiempo de maceración se determinó teniendo en cuenta la eliminación de los componentes solubles de los tejidos del corazón de la piña para dar paso posteriormente a la penetración del azúcar. El proceso de intercambio de componentes por diferencia de concentración se da en 48 horas usando salmuera al 10%; y en 24 horas usando salmuera 12 y 14%, esto 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 disminuye.

En el cuadro 12 y en la figura 2 se muestra la variación del porcentaje de peso de la fruta vs el tiempo de macerado durante 120 horas observándose que la presión osmótica de la salmuera está en función directa al incremento de la sal. Se nota claramente que con la salmuera S₃ (14% de NaCl, 1% de Ca₂Cl, 0,1% Na₂SO₃) el corazón de la fruta pierde el 20% de su peso debido al efecto osmótico llegando al estado de equilibrio a las 120 horas, incrementando su peso en un 4.8%.

Con la salmuera S₂ (12% de NaCl, 1% de Ca₂Cl, 0,1% de Na₂SO₄) la pérdida de peso llega al 16%, llegando al equilibrio en tres días es decir a las 96 horas y el incremento de peso es de 2,6%. Con la salmuera S₁ (10% de NaCl, 1% de Ca₂Cl, 0,1% de Na₂SO₄) la pérdida de peso llega al 11,20%, observándose un equilibrio a los tres días con un incremento de peso de 1,4 %.

Estas variaciones de peso se deben a que la fruta pierde parte del contenido celular para que la salmuera pueda penetrar. La concentración final de la salmuera en cada tratamiento es menor que la inicial; esto significa de que la fruta macerada absorbió sal y pierde agua de ahí la necesidad de que la fruta tenga que ser desalada.

Cuadro 12. Variación del peso de la piña en maceración.

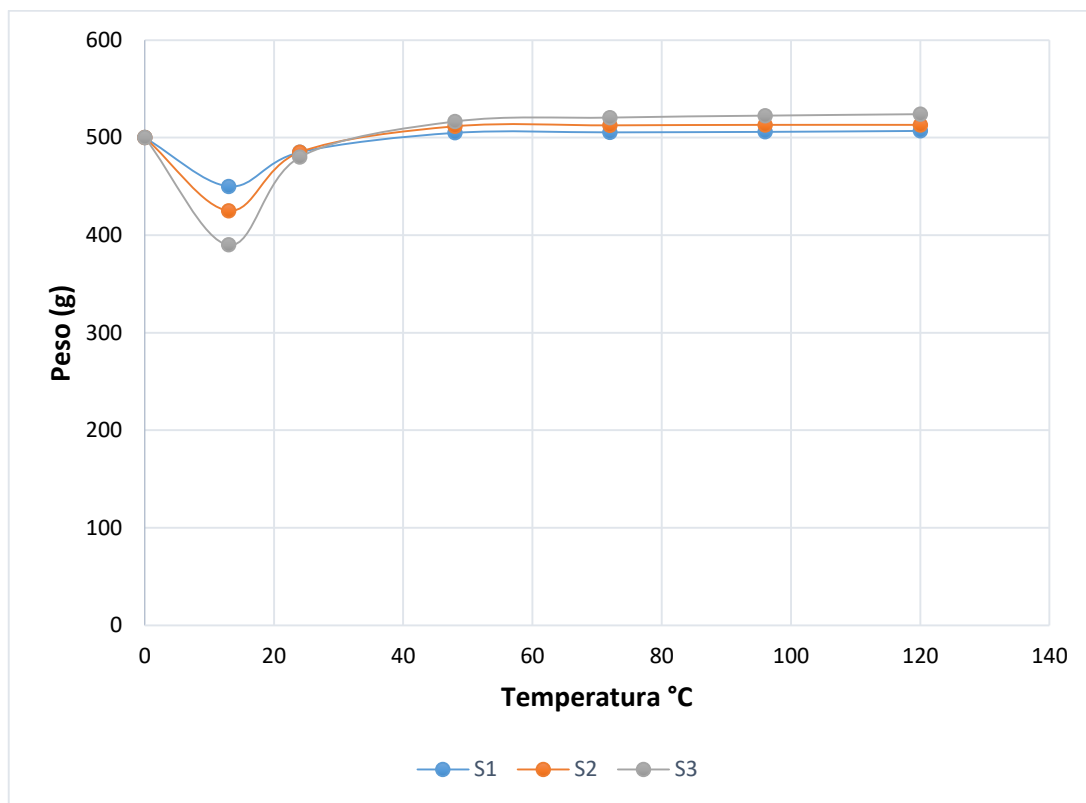
Tiempo (horas)	S ₁		S ₂		S ₃	
	Peso		Peso		Peso	
	G	%	G	%	g	%
0	500,0	0	500,0	0	500,0	0
13	450,0	-10	425,0	-15	390,0	- 22
24	485,0	- 3	485,0	- 3	480,0	- 4
48	505,0	1	511,5	2,3	516,5	3,3
72	505,5	1,1	512,5	2,5	520,5	4,1
96	506,0	1,2	513,0	2,6	522,5	4,5
120	507,0	1,4	513,0	2,6	524,0	4,8

El efecto osmótico es más severo en las primeras horas de maceración produciéndose en las siguientes una etapa de nivelación de concentraciones entre la salmuera y la fruta.

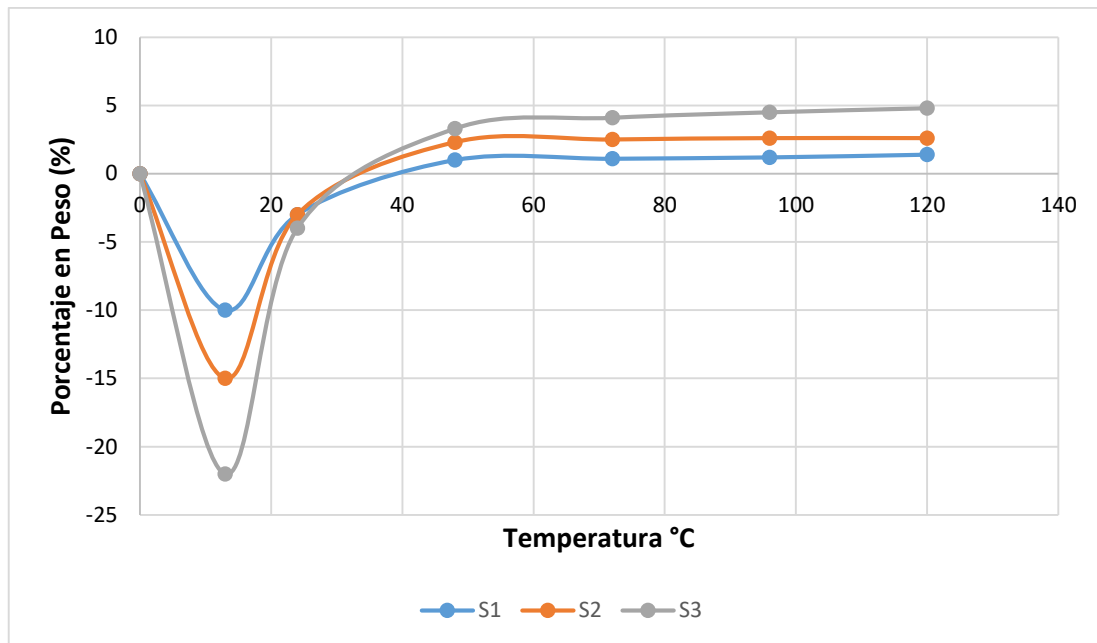
Dado que el objeto de la maceración es aumentar la permeabilidad de las paredes celulares de la fruta, para una próxima absorción de azúcar podemos indicar que el uso de la salmuera de 14% sería el tratamiento más adecuado; sin embargo se observa una ligera deformación de la fruta debido al severo efecto osmótico inicial. Esto no sucede cuando se emplean las salmueras al 10% y 12% debido; lo que indicaría que las concentraciones adecuadas serían 10% y 12%, hecho que no se encuentra muy claro, razón por la cual la fruta fue sometida al proceso de confitado utilizándose muestras maceradas con las tres concentraciones de sal, y para de esta manera poder realizar una evaluación organoléptica.

La operación de desalado se realizó en 32 horas en el caso de la fruta macerada con 14% de sal y 24 horas para el caso de la fruta macerada

con 10% y 12%, lo que permite afirmar que a mayor concentración de sal en la salmuera la operación de desalado se hará en mayor tiempo.



(a)



(b)

Figura 2. Variación del peso en gramos (a) y en porcentaje (b) del corazón de la piña en maceración.

4.2.1.2. Blanqueo

Los resultados de esta operación fueron evaluados con la prueba de la actividad enzimática de la fruta, los cuales se muestran en el cuadro 13, donde se puede apreciar que para un tiempo de 20 segundos a 90 °C existe una ligera actividad enzimática, a los 40 segundos de tratamiento se observa que no hay coloración esto demuestra que las enzimas han sido inactivadas, el mismo resultado se muestra para el tiempo de 60 segundos.

Antes de esta prueba el corazón de la fruta ha sido cortada y macerada lo cual hace que durante el tiempo de 60 segundos sufra un ligero daño por cocimiento debido a ello se elige el tiempo de 40 segundos como tiempo óptimo para efectuar la operación de blanqueo a 90°C.

Cuadro 13. Resultados de la prueba de la actividad enzimática a 90°C.

Tratamiento	Tiempo de blanqueo (s)	Actividad enzimática (Prueba de la peroxidasa)
Testigo		+++
S ₁ (10% de sal)	20	+
	40	-
	60	-
S ₂ (12% de sal)	20	+
	40	-
	60	-
S ₃ (14% de sal)	20	+
	40	-
	60	-

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

4.2.1.3. Inmersión en jarabe

En esta operación se utilizaron jarabes de 35°Brix y 45°Brix que fueron las concentración iniciales, teniendo en cuenta los tratamientos indicados en el cuadro 7 de materiales y métodos.

El jarabe fue preparado a nivel de laboratorio con agua destilada debido a que la dureza del agua es un factor muy importante cuando se invierte el jarabe LIDEMAN, citado por RODRIGUEZ (1997) 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. La inmersión se realizó a temperatura ambiente, debido a que 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 al poder usar un jarabe con una concentración inicial alta permitiría reducir el tiempo del proceso de elaboración; en tal sentido las muestras fueron evaluadas organolépticamente, mostrándose los resultados en la parte correspondiente, siendo la óptima la muestra sumergida en el jarabe de 35°Brix de concentración inicial.

4.2.1.4. Secado

La curva de la pérdida de humedad de la fruta confitada en función al tiempo se muestra en la figura 3, observándose en esta que el secado se da inicio con una humedad en base seca de 35.00% a temperatura constante de 60°C. BRENÁN (1980) indica que el período inicial es de estabilización de las condiciones de la superficie del sólido con las del aire de desecación involucrando un tiempo despreciable con respecto al período total de desecación. Cumpliéndose este fenómeno para el corazón de la piña variedad Golden.

Cuadro. 14 Pérdida de humedad en función al tiempo de secado.

Tiempo Horas	H.B.S. Kg H₂O/kg M.S.
0,000	0,3500
0,16	0,3206
0,33	0,2939
0,50	0,2741
0,66	0,2531
0,83	0,2443
1,00	0,2304
1,16	0,2224
1,33	0,2105
1,50	0,2045
1,66	0,1992
1,83	0,1905
2,00	0,1885
2,33	0,1784
2,66	0,1654
3,00	0,1621
3,33	0,1589
3,66	0,1585
4,00	0,1521
4,33	0,1502
4,66	0,1486
5,00	0,1423
5,33	0,1366

Los cubitos de corazón de fruta fueron retiradas del secador luego de 5 horas de secado ya que no es necesario eliminar todo el agua del producto. Al final de esta operación se obtiene una humedad en base seca en el producto de 13,66%.

Los resultados obtenidos en la presente prueba nos permitieron determinar que en el tiempo de secado de 1 hora, se obtiene fruta confitada

con un 23.04 % de humedad en base seca y a dos horas una fruta con 18,85% de H.B.S., encontrándose esta humedad en el rango establecido por el INDECOPI.

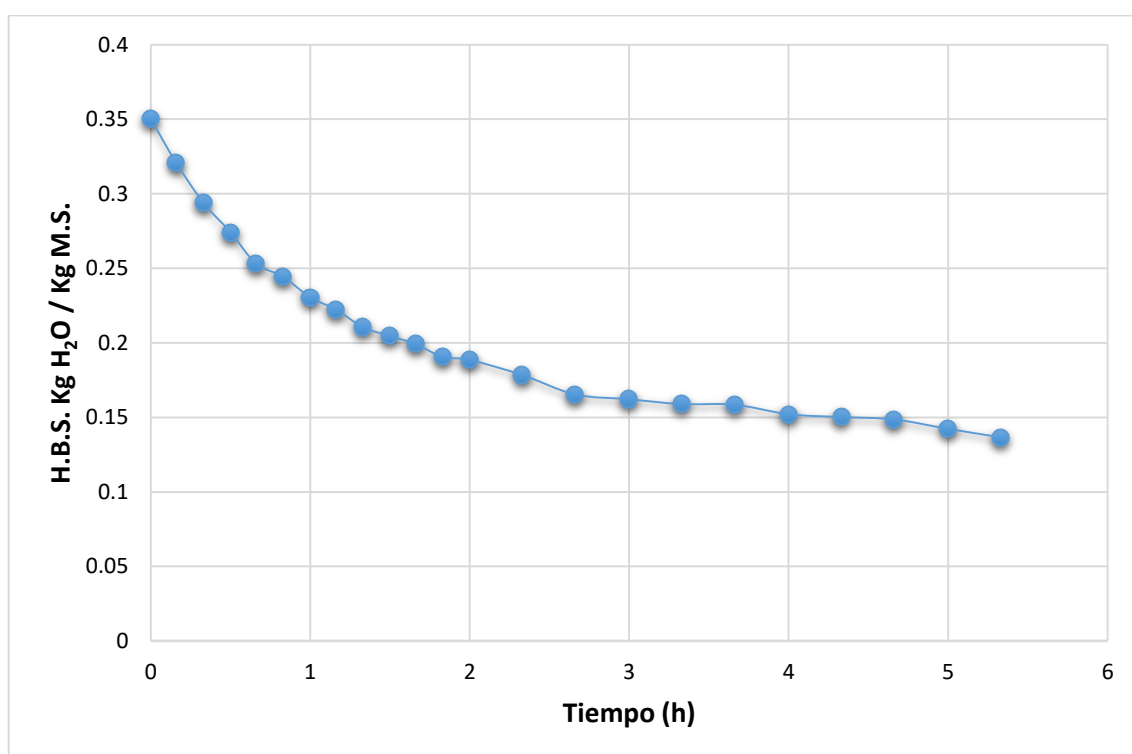


Figura 3. Pérdida de humedad en función del tiempo de secado.

4.2.1.5. Pruebas organolépticas

Los cuadros 15, 17, 19, y 21, muestran los ANVAS obtenidos teniendo en cuenta los atributos: color, sabor, apariencia general y textura respectivamente. Los cuadros 16, 18 y 20 muestran las pruebas de Tukey para los atributos de color, sabor, apariencia general.

Cuadro 15. Análisis de variancia para el color

F.V	G.L.	S.C	C.M	F_c
Panelista	12	58,79489	49,8995	
Tratamiento	5	32,55128	0,4897	4,16 **
Error	60	93,55129	1,5541	
Total	77	184,79489		

El resultado del ANVA para el color según muestra el cuadro 15 indica que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los 6 tratamientos, y con la finalidad de averiguar cuál es el tratamiento aceptado por los panelistas se realizó la prueba de Tukey, (cuadro 16) la que dio como resultado que el mejor tratamiento fue el de T₅ (12% de sal con 35°Brix inicial en jarabe).

Cuadro 16. Ordenamiento de los resultados de la prueba de Tukey para el color

Ordenamiento de Tratamientos					Significado de tratamientos			
						% sal	°Brix	
T ₅	A				T ₁	10	35	
T ₁	A	B			T ₂	10	45	
T ₃	A	B	C		T ₃	14	35	
T ₆	A	B	C	D	T ₄	14	45	
T ₂		B	C	D	E	T ₅	12	35
T ₄		B	C	D	E	T ₆	12	45

En el cuadro 17 se muestra el ANVA para el atributo de sabor, mostrándose diferencias significativas a nivel del 5% entre los tratamientos; en este caso también se realizó la prueba de Tukey (cuadro 18) para determinar el

tratamiento elegido por los panelistas; el cual muestra que el tratamiento elegido es el de 10% de sal con 35°Brix de concentración inicial en el jarabe que corresponde al tratamiento T₁.

Cuadro 17. Análisis de variancia para el sabor

F.V	G.L.	S.C	C.M	F_c
Panelista	12	27,1661	1,2638	
Tratamiento	5	13,3841	2,6768	2,89 *
Error	60	55,4493	0,9241	
Total	77	95,9995		

Cuadro 18. Ordenamiento del resultado de la prueba para el sabor

Ordenamiento de Tratamientos						Significado de tratamientos		
							% sal	°Brix
T ₁	A	B				T ₁	10	35
T ₅	A	B				T ₂	10	45
T ₃	A	B	C			T ₃	14	35
T ₆	A	B	C	D		T ₄	14	45
T ₂	A	B	C	D	E	T ₅	12	35
T ₄		B	C	D	E	T ₆	12	45

Para la apariencia general el cuadro 19 muestra que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La prueba de Tukey, mostrada los resultados en el cuadro 20 permite indicar que el tratamiento aceptado es T₅ (12% sal con 35°Brix de concentración inicial en el jarabe de inmersión).

Cuadro 19. Análisis de variancia para la apariencia general

F.V	G.L.	S.C	C.M	F_c
Panelista	12	45,8365	3,82	
Tratamiento	5	21,3749	4,27	3.43 **
Error	60	50,5891	0,84	
Total	77			

Cuadro 20. Ordenamiento de los resultados de la prueba de Tukey para la apariencia general.

Ordenamiento de Tratamientos					Significado de tratamientos			
						% sal	°Brix	
T ₅	A				T ₁	10	35	
T ₁	A	B			T ₂	10	45	
T ₃		B	C		T ₃	14	35	
T ₆		B	C	D	T ₄	14	45	
T ₂		B	C	D	E	T ₅	12	35
T ₄		B	C	D	E	T ₆	12	45

Para la textura no existe diferencia significativa entre los tratamientos, de acuerdo al cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de variancia para la Textura

F.V	G.L.	S.C	C.M	F_c
Panelista	12	31,0449	2,58	
Tratamiento	5	11,5498	2,31	1,83 N.S.
Error	60	76,0749	1,26	
Total	77	118,6689		

Los resultados del análisis sensorial de los atributos color, sabor, apariencia general y textura nos indica que el tratamiento aceptado por los panelistas, para la concentración inicial de jarabe de inmersión es de 35 °Brix.

En cuanto a la concentración de salmuera se tiene, que destaca la concentración del 12% de sal al evaluarse los atributos de color, y apariencia general siendo equivalentes a los resultados del atributo sabor, pudiendo elegirse entre 10 y 12% siendo rechazado definitivamente el uso de la salmuera 14%.

De estos resultados se concluye que, serían elegidas las salmueras de 10 y 12% , pero se observó que en la concentración de 10% el efecto osmótico es menor y esto no ayuda mucho para la operación de inmersión en jarabe; por lo tanto la mejor concentración de salmuera es la 12% de sal.

4.2.2. Pruebas finales

4.2.2.1. Optimización del tiempo de inmersión en el jarabe

En el cuadro 22 se observa la variación de la concentración del azúcar del jarabe con incrementos diarios de 10°Brix evaluándose durante las primeras 10 horas; los datos muestran que existe mayor variación en las concentraciones de los jarabes en las primeras horas luego de la inmersión, después de estos períodos iniciales (8 horas máximo y 4 horas mínimo) no se observó mayor ganancia de azúcar por la fruta, llegando al equilibrio; es decir que ya no hay cambios en la concentración del jarabe hasta

llegar a las 24 horas, luego del cual el período de equilibrio se reduce a las primeras 4 horas aproximadamente. Estos resultados nos permiten afirmar que el tiempo de 24 horas para la adición del jarabe se reduciría a un promedio de 8 horas, en el primer día y a 4 horas en el sexto día esto nos permitiría reducir el tiempo de confitado en el método del proceso lento; es decir que en lugar de que el proceso de confitado demore 144 horas, este tiempo se puede reducir en 77,08% reduciéndose el tiempo en el proceso a un total de 33 horas, estos resultados se ilustran en la figura 4.

Cuadro 22. Variación del tiempo de inmersión en jarabe y el ° Brix de equilibrio.

Tiempo Horas	Concentraciones de jarabe					
	°Brix					
	1	2	3	4	5	6
0	35	45	55	65	75	78
1	29	44	53	64	74	76
2	26	43	51	61	72	74
3	25	41	49	60	70	72
4	24	40	48	59	69	71
5	23	39	47	58	68	71
6	22	38	46	57	67	71
7	22	37	45	56*	67*	70*
8	21*	36*	44*	56	67	70
9	21	36	44	56	67	70
10	21	36	45	56	67	70

* Equilibrio de concentraciones (ver fig.3); Los resultados son el promedio de 3 repeticiones.

En el cuadro 23 se observa la variación de concentración en el jarabe y en la fruta, a 35°Brix de concentración inicial del jarabe de inmersión,

observándose claramente que existe diferencias entre las concentraciones del jarabe y la fruta, siendo en esta última, inferior al jarabe; esto hace que la concentración final del jarabe llegue hasta 73°Brix encontrándose en la fruta 70°Brix, los resultados se ilustran en la figura 5.

Cuadro 23. Variación de la concentración de jarabe y la fruta después de las 24 horas

Tiempo Horas	Incremento en 10 Brix	Variación Brix Jarabe	Variación Brix Fruta
24	35	23	18
48	45	39	33
72	55	47	42
92	65	58	53
120	75	66	68
144	78	73	70

Los resultados son el promedio de 3 repeticiones

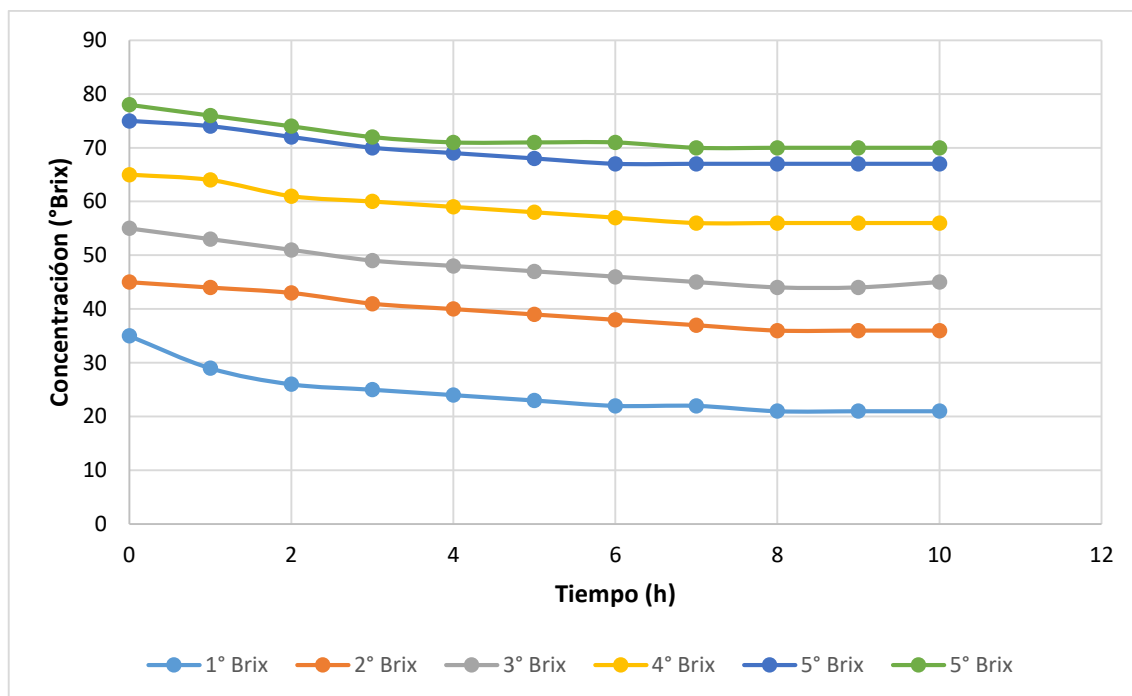


Figura 4. Variación del tiempo de inmersión en jarabe vs la concentración de equilibrio en grados Brix.

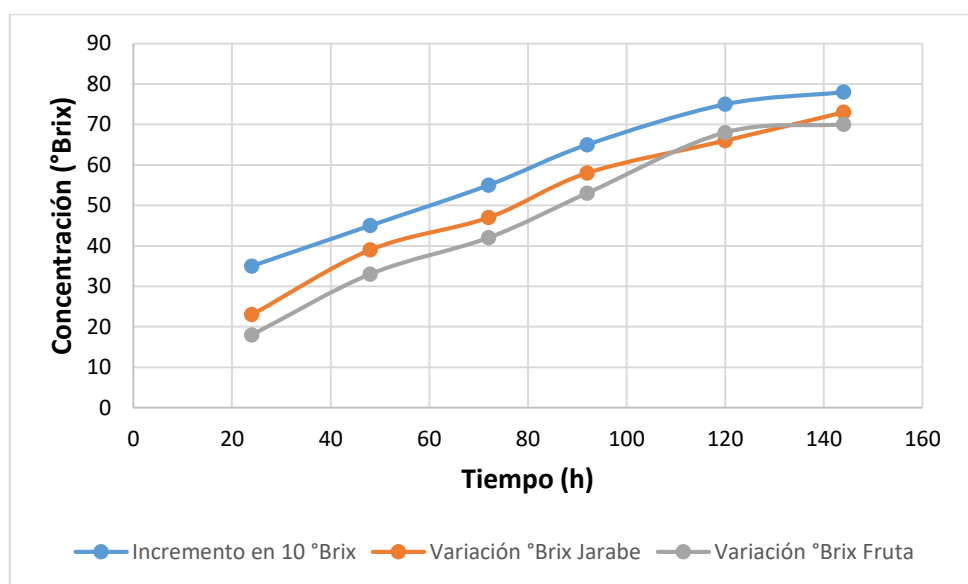


Figura 5. Variación de los Grados Brix de la fruta y el jarabe.

4.2.2.2. Rendimiento

En la figura 6 y en el cuadro 24 se muestra el balance de materia del proceso de confitado, iniciándose este con 100,00 Kg de materia prima, obteniéndose 14,78 Kg de fruta confitada, secada hasta un 18,00% de humedad en base humedad, esto significa que el rendimiento con respecto a la materia prima inicial es de 14,78% cabe destacar que la operación que mayor rendimiento presenta fue la de "inmersión en jarabe" con 108%, pero es necesario aclarar que el rendimiento es bajo porque se está utilizando un sub producto de la piña que si no elaboramos fruta confitada no tendría ningún valor agregado, por lo tanto es válido la elaboración por que estamos contribuyendo en maximizar el aprovechamiento de la piña.

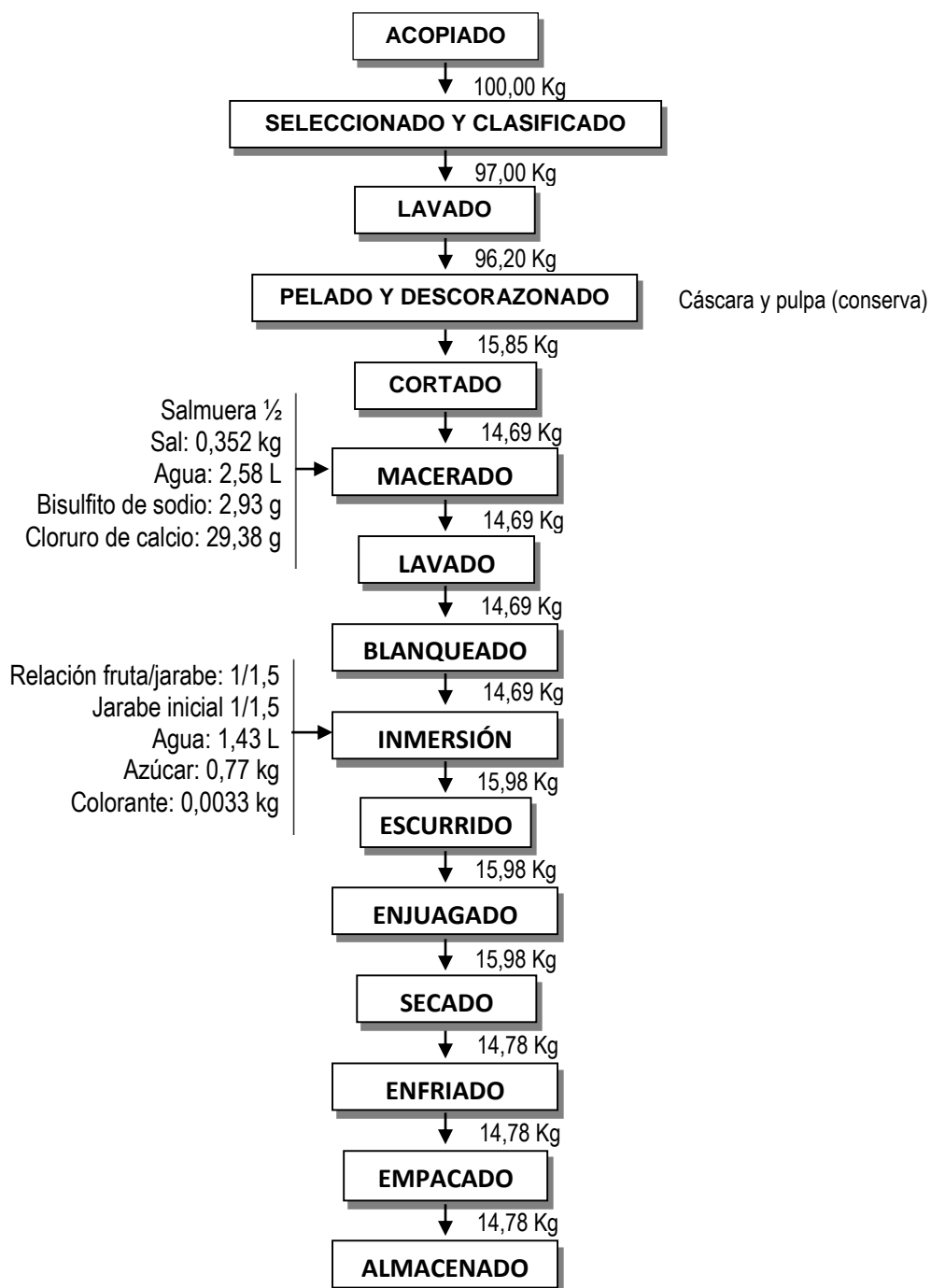


Figura 6. Balance de materia para elaborar fruta confitada de corazón de piña variedad Golden.

Cuadro 24. Determinación de rendimientos en base a 100 Kg materia prima.

Operación	Materia Ingresa Kg.	Materia que sale Kg	Materia que continua Kg	Rendimiento	
				R.O %	R.P %
Acopiado	100,00	---	100,00	100,00	100,00
Seleccionado /Clasificado	100,00	3,00	97,00	97,00	97,00
Lavado	97,00	0,80	96,20	99,17	96,20
Pelado y descorazona do	96,20	80,35	15,85	16,48	15,85
Cortado	15,85	1,16	14,69	92,68	14,69
Macerado	14,69	---	14,69	100,00	14,69
Lavado	14,69	---	14,69	100,00	14,69
Blanqueado	14,69	---	14,69	100,00	14,69
Inmersión	14,69	---	15,98	108,00	15,98
Escurredo	15,98	---	15,98	100,00	15,98
Lavado	15,98	---	15,98	100,00	15,98
Secado	15,98	1,20	14,78	92,49	14,78
Enfriado	14,78	---	14,78	100,00	14,78
Empacado	14,78	---	14,78	100,00	14,78
Almacenado	14,78	---	14,78	100,00	14,78

RO: Rendimiento por operación; RP: Rendimiento por proceso

4.2.2.3. Definición del flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada de piña

Acopiado

Se acopio piña variedad Golden, fresca madura o pintona con índice de madurez de $27,5 \pm 1,38$.

Selección y clasificado

Se eliminaron los frutos que no se encontraban aptos para el proceso, teniendo en cuenta el estado de madurez, tamaño, condiciones óptimas de la fruta.

Lavado

Se realiza con agua corriente tratando de eliminar las sustancias extrañas adheridas en la fruta.

Pelado y descorazonado

Se pelo la fruta en forma manual con cuchillos de acero inoxidable y luego con un sacabocado se obtuvo los corazones de la piña que se utilizaran para la fruta confitada, simulando que es el subproducto que se desecha cuando se elabora conserva de piña en almíbar.

Cortado

Se realiza con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable tratando de formar cubitos con 1 centímetro de arista

Macerado

El macerado se realizó utilizando una salmuera con 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 48 horas.

Desalado

Luego de las 48 horas de maceración, se realiza el desalado, para lo cual se utiliza recipientes de plástico y una canastilla metálica de acero inoxidable. Se conecta una manguera a fin de obtener un flujo continuo de agua durante 24 horas, para conseguir la eliminación completa de sal y el resto de bisulfito.

Blanqueado

La fruta una vez desalada y escurrida es sometida a la operación de blanqueado a una temperatura de 90°C por el espacio de 40 segundos, de acuerdo al resultado de las pruebas de actividad enzimática.

Inmersión en jarabe

La fruta luego de haber sido sometido a la operación de blanqueado se sumergió en un jarabe de sacarosa en una relación fruta jarabe de 1/1.5, con 0.3% de colorante comercial, con concentración inicial de 35°Brix, calentando hasta ebullición para luego ser enfriado hasta temperatura ambiente (25°C) sumergiéndose seguidamente la fruta en el jarabe de 35°Brix, se deja en reposo, para luego del equilibrio de concentraciones se incrementa el jarabe en 10°Brix procediendo de la misma manera en los días sucesivos. A partir de 45°Brix se adiciona ácido cítrico al jarabe con la finalidad de lograr cierto grado de inversión de la sacarosa durante el calentamiento; este procedimiento se mantiene hasta llegar a los 78°Brix en el jarabe a utilizar. De acuerdo a la

prueba de optimización del tiempo de inmersión en jarabe, es posible reducir el tiempo total de inmersión de 144 horas hasta 33 horas es decir un 77,08%.

Ecurrido y lavado

Se escurrió a través una malla metálica de acero inoxidable hasta separar completamente el jarabe, luego se sumerge al agua a una temperatura de 80°C por unos segundos con la finalidad de eliminar el jarabe residual.

Secado

El corazón de piña confitada fue colocado uniformemente en bandejas y fue introducida a un secador con flujo de aire caliente a una temperatura de 60°C por un tiempo de una hora, de acuerdo al estudio realizado en la operación de secado, obteniéndose fruta confitada con 18% de humedad.

Enfriado

Las frutas confitadas, fueron retiradas del secador y enfriadas a temperatura ambiente (25°C aproximadamente).

Empacado

El empacado se realizó utilizando bolsas de polietileno de fabricación nacional 0.15 mm, de espesor las cuales son selladas para proceder al almacenamiento.

Almacenado

El almacenamiento se realizó a temperatura ambiente durante 30 días

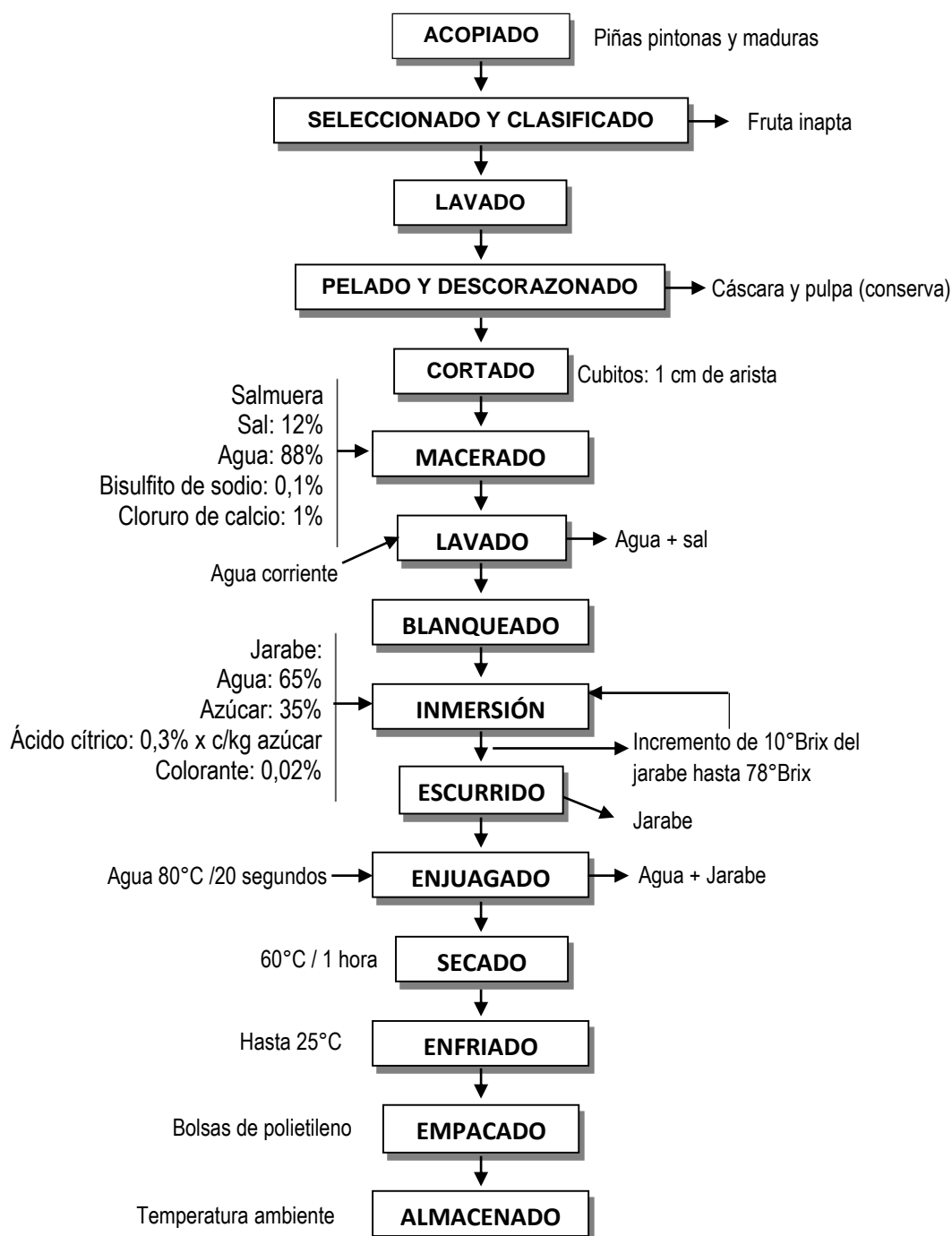


Figura 7. Flujograma óptimo para la elaboración de fruta confitada de corazón de piña variedad Golden

4.2.3. Caracterización de la fruta confitada

4.2.3.1. Análisis químico proximal del corazón de piña confitada

En el cuadro 25 se muestran los componentes de la corazón de piña variedad Golden confitada encontrándose que estos han variado comparado con la materia prima inicial, observándose que el contenido de carbohidratos aumentó, llegando hasta un $78,42 \pm 3,921\%$ debido a la absorción de azúcar, utilizado para la elaboración del producto durante el proceso.

Para el caso de la proteína se tiene que hubo una pérdida hasta llegar al $0,18 \pm 0,009\%$, esto se justifica debido a que existen proteínas solubles en soluciones salinas; de igual manera puede existir cierto grado de desnaturalización durante el secado.

Cuadro 25. Análisis químico proximal del corazón de piña confitada

Componentes	%
Humedad	$18,12 \pm 0,906$
Ceniza	$1,42 \pm 0,071$
Proteína	$0,18 \pm 0,009$
Grasa	$0,28 \pm 0,014$
Fibra	$1,68 \pm 0,084$
Carbohidratos totales	$78,42 \pm 3,921$

El porcentaje de grasa es ligeramente inferior pudiendo asumir que se producen pérdida durante el proceso.

La Humedad fue reducida debido al proceso osmótico, produciéndose el incremento de sólidos solubles en el producto terminado con eliminación de agua, y como es lógico a la operación de secado. También se puede observar variación en el contenido de fibra.

4.2.3.2. Análisis fisicoquímico de la fruta confitada de corazón de piña

En el cuadro 26 se reportan los datos de este análisis mostrándose que el contenido de vitamina C se redujo considerablemente de $12,00 \pm 0,6$ mg a $5,88 \pm 0,29$ mg de ácido ascórbico por 100 gramos 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, BADUI (1981) FENEMA (1985) indica que el ácido ascórbico es soluble en agua y se pierde fácilmente por lixiviación en las superficies cortadas o trituradas de los alimentos. Esto significa que la pérdida de ácido ascórbico durante las operaciones del proceso es inevitable, demostrándose así en los resultados.

La acidez titulable del producto obtenido fue de $0,21 \pm 0,01\%$ como ácido cítrico, con un pH de $4,00 \pm 0,20$, ajustándose a la normas del INDECOPI.

Se observó que el porcentaje de sólidos, solubles finales fue de $71,00 \pm 3,55\%$ habiéndose incrementado el contenido de azúcar en el producto final, ajustándose a las normas técnicas del INDECOPI.

Los azúcares reductores muestran un incremento en relación a la materia prima a $27,30 \pm 1,36\%$ en el producto final siendo este el efecto

esperado, debido a la inversión de la sacarosa durante el calentamiento de jarabe, en presencia del ácido cítrico.

Cuadro 26. Análisis fisicoquímico de Corazón de piña confitada

Componentes	Cantidad
,pH	4,00 ± 0,20
Acidez titulable *	0,21 ± 0,01
Solidos solubles	71,00 ± 3,55%
Vitamina C **	5,88 ± 0,29
Azúcares reductores	27,30 ± 1,36%
Azúcares totales	60,31 ± 3,01%
Azúcares no reductores	33,01 ± 1,65%

(*) mg de ácido ascórbico/100 de muestra;

(**) % de ácido cítrico

4.2.3.3. Análisis Microbiológico de la fruta confitada de corazón de piña

El recuento de microorganismos en la fruta recién procesada se muestra en el cuadro 27 los cuales indican que el producto es apto para ser consumido. El NMAV (numeración de microorganismos aerobios viables) es de $1,0 \times 10^2$ cantidades que no sobrepasa el límite de tolerancia; según MOSELL el rango de tolerancia varía de 10^2 a 4×10^6 , para este tipo de productos.

Para Mohos y levaduras se observa un contenido de 0.3×10^2 que no sobrepasa el límite de tolerancia indicado para levaduras que es de 10^3 y para Mohos de 10^4 .

Cuadro 27. Numeración de microorganismos en corazón de piña confitada recién procesada.

Análisis	UFC/g
Numeración (NMAV)	$1,0 \times 10^2$
Numeración (NML)	$0,3 \times 10^2$

4.2.3.4. Isotherma de Sorción del confitado de corazón de piña

En la figura 8 se representa la isoterma de sorción de la fruta confitada de carambola a una temperatura ambiente (25°C), la cual indica la variación de la humedad de equilibrio de las muestras.

Los parámetros Alfa, Beta y Gamma del modelo G.A.B son determinados mediante el uso del Excel que son los siguientes.

$$\alpha = 1,0595$$

$$\beta = -7.6786$$

$$\gamma = 26,69$$

Con los parámetros Alfa (α), Beta (β) y Gamma (γ) se define la ecuación de la isoterma de sorción G.A.B para el confitado de carambola lo cual es:

$$\frac{aw}{HU} = 1,0595aw^2 - 7.6786aw + 26,69$$

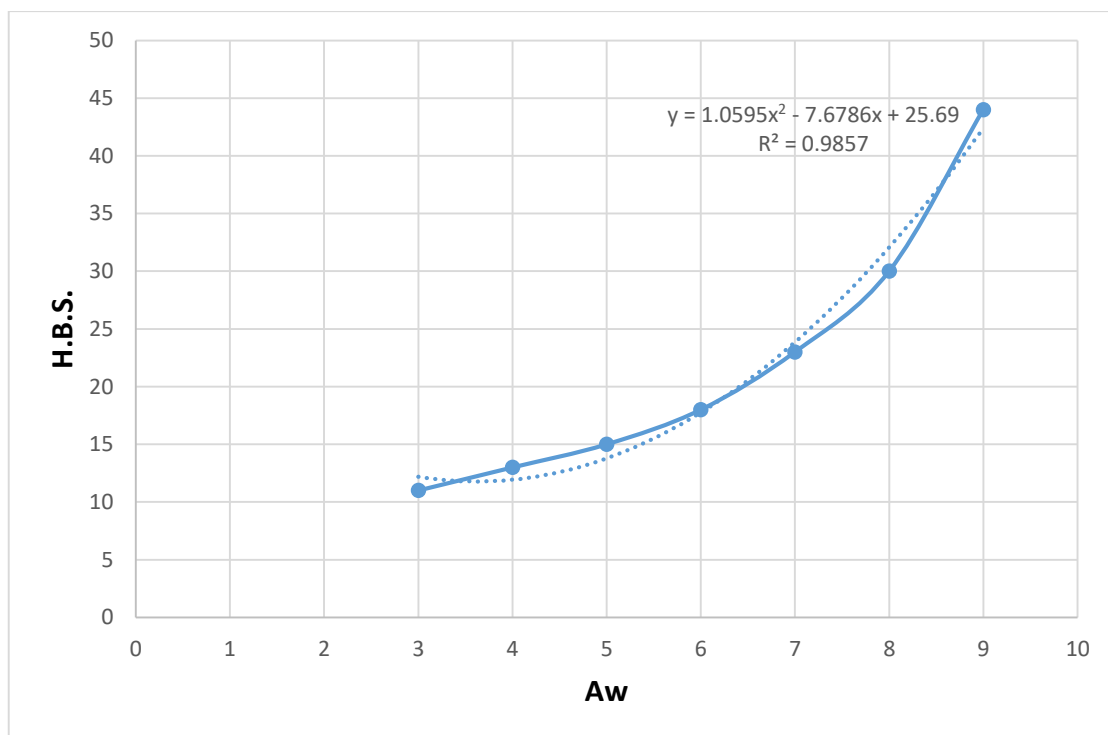


Figura 8. Isotermas de absorción de fruta confitada de corazón de piña

La actividad de agua del confitado de corazón de piña con una humedad en base seca igual a 22,04% determinada partir de modelo ajustado fue equivalente 0,70. Esto sitúa al producto dentro de los alimentos de humedad intermedia; MOSEEL (1985) indica que productos con actividad de agua de 0,7 a 0,85 son alimentos de humedad intermedia que no son completamente estables, pero que tienen un poder de conservación considerable.

LABUZA (1980) manifiesta que los alimentos de humedad intermedia presentan niveles de humedad entre 20 a 50% con actividad de agua mayores a 0,5.

TORRES (1991) refiere al respecto que los alimento de humedad intermedia poseen una actividad acuosa entre 0,65 a 0,85. Lo cual también ubica al valor de la actividad de agua obtenida dentro de la clasificación de alimentos de humedad intermedia.

4.2.4. Almacenamiento

4.2.4.1. Controles efectuados durante el almacenamiento

En el cuadro 28 se muestra la variación de pH cada 5 días, el mismo que no presenta una disminución llegando a los 30 días de almacenamiento a un pH de 4, 03, lo que significa de que el producto no varía en cuanto a su pH y no baja a valores inferiores de lo permisible.

La acidez titulable no mostró una tendencia a variar con respecto al valor inicial.

Cuadro 28. Variación de parámetros en 30 días de almacenamiento de corazón de piña confitada

Días	pH	Acidez titulable % ácido cítrico	H.B.H %
0	4,00	0,21	18,12
5	4,00	0,21	18,12
10	4,00	0,21	18,12
15	4,03	0,21	18,12
20	4,03	0,20	18,13
25	4,03	0,20	18,12
30	4,03	0,20	18,13

Con respecto a la humedad en base húmeda tampoco vario en forma significativa lo cual demuestra que el producto permanece en condiciones estables, debido a que se utilizó bolsas de polietileno de 0,15 mm de espesor para el empaclado.

4.2.4.2. Evaluación al final

Análisis químico proximal de la piña confitada después del almacenamiento

En el cuadro 29 de muestran los resultados del análisis químico proximal de la fruta confitada después del almacenamiento de 30 días, estos comparados con los datos del cuadro 25 no muestran variación, la proteína, fibra, grasa, permanecen igual en tanto que la humedad sufre un incremento que no es muy significativo; pero indica de que como es un producto azucarado

es higroscópico y que en algún momento existirá un contenido de humedad crítico.

Cuadro 29. Análisis químico proximal del corazón de piña confitada almacenado.

Componentes	%
Humedad	18,35 ± 0,917
Ceniza	1,42 ± 0,071
Proteína	0,18 ± 0,009
Grasa	0,28 ± 0,014
Fibra	1,68 ± 0,084
Carbohidratos totales	78,42 ± 3,921

Análisis fisicoquímico de piña confitada después de almacenamiento.

Si comparamos los resultados del cuadro 26 con el cuadro 30 (final del almacenamiento) estos indican que las muestras almacenadas por 30 días muestran una disminución en el contenido de Vitamina C de 3,08 mg de ácido ascórbico/100 gramos de muestra hasta 2.80 mg ácido ascórbico/100 gramos de muestra, esto explica FENEMA (1985), quien indica que el ácido ascórbico se degrada incluso con bajos contenidos de humedad.

Cuadro 30. Análisis fisicoquímico de la piña confitada después de un mes de almacenamiento

Componentes	Cantidad
,pH	4,00 ± 0,20
Acidez titulable *	0,21 ± 0,01
Solidos solubles	71,00 ± 3,55%
Vitamina C **	2,80 ± 0,29
Azúcares reductores	31,30 ± 1,36%
Azúcares totales	59,80 ± 3,01%
Azúcares no reductores	28,50 ± 1,65%

LAING et al., citado por MANAYAY (1992) estudió la cinética de degradación del ácido ascórbico para un sistema modelo de alimento de humedad intermedia como una función de la actividad de agua (0,69- 0,9) y temperatura de (61-105°C). Los resultados mostraron que en cada caso, la desaparición de ácido ascórbico sigue el modelo cinético de primer orden, existiendo un efecto de degradación por oxidación y aumento de temperatura de almacenamiento.

En cuanto a los sólidos solubles se tiene 71 °Brix esto significa que el producto se encuentra en condiciones estables.

En relación a los azúcares reductores se nota un incremento durante el almacenamiento a temperatura ambiente, de 27.30% a 31.30%; esto demuestra que continúa la inversión de la sacarosa.

Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico en el corazón de piña confitado después del almacenamiento a temperatura ambiente se encuentran en el cuadro 31 indicando que las muestras son aptas para el consumo debido a que el NMAV es de $0,1 \times 10^2$ UFC/g, cantidad que no sobrepasa los límites de tolerancia, pese a que no se utilizó ningún tipo de conservante durante las operaciones de inmersión en jarabe. Lo mismo ocurre con la cantidad de mohos y levaduras $0,2 \times 10^3$ UFC/g; valor que no sobrepasa los límites de tolerancia, según FRAZIER (1972) las levaduras necesitan una humedad de 20% como mínimo para desarrollar. También se puede apreciar que no existe presencia de coliformes (NMPC).

Cuadro 31. Análisis microbiológico a los 30 días de almacenamiento

Tipo de numeración	UFC/g
Numeración (NMAV)	$0,1 \times 10^2$
Numeración (NMPC)	Ausencia
Numeración (NML)	$0,2 \times 10^3$

MOSELL (1985) indica que los alimentos con actividad de agua (aw) de 0,7 proporcionan una protección razonable aunque no total frente a la alteración de alimentos por microorganismos.

Análisis sensorial

La fruta confitada almacenada durante 30 días fue comparada organolépticamente con una muestra de fruta confitada de papaya y una

muestra comercial, los resultados muestran que el corazón de piña confitada fue la preferida ya que es colocado en un primer orden, siendo su aceptación altamente significativa y con el confitado de papaya es la muestra con la que tiene menor diferencia significativa al nivel de 5% de significación. Estos resultados se muestran en los cuadro 32, 33 y 34 y figuras 9 y 10.

Cuadro 32. ANOVA del análisis sensorial por preferencia de la fruta confitada de corazón de piña, papaya y comercial

Fuente	Suma de Cuadrados	G. L.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22,8	2	11,400	37,78	0,0000
Intra grupos	17,2	57	0,3017		
Total (Corr.)	40,0	59			

Cuadro 33. Pruebas de múltiple rangos al 95% según Tukey HSD

Fruta confitada	Panel	Media	Grupos Homogéneos
Corazón de Piña	20	1,3	A
Papaya	20	1,9	B
Comercial	20	2,8	C

Cuadro 34. Prueba de Kruskal-Wallis par la comparación de las tres muestras de fruta confitada

Fruta confitada	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Corazón de Piña	20	16,5
Papaya	20	28,5

Comercial	20	46,5
-----------	----	------

Estadístico = 33.63 P valor = 4.98125E-8

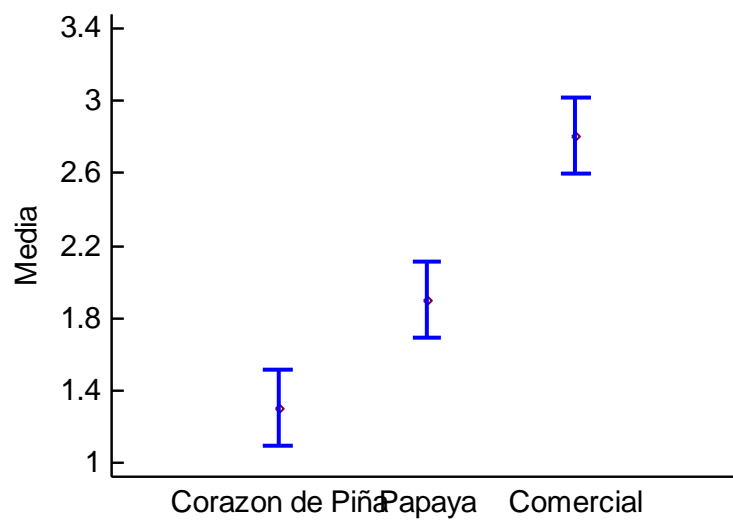


Figura 9. Medias al 95% según Tukey HSD

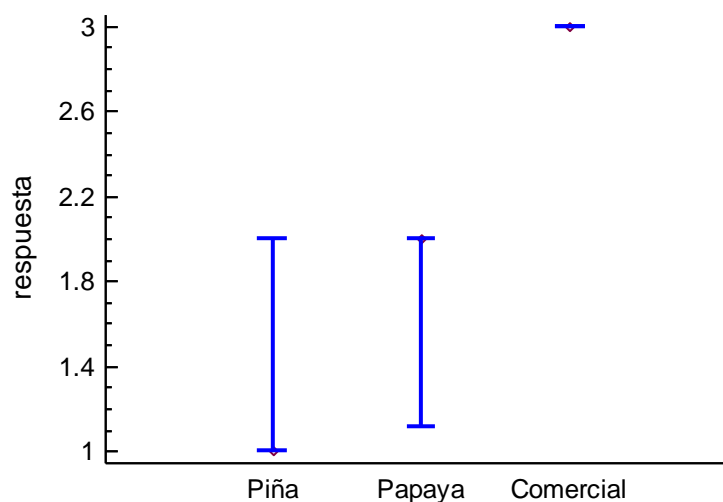


Figura 10. Respuestas de las medianas con intervalos del 95% de confianza.

V. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el corazón de piña variedad Golden contenía: Agua $85,1 \pm 4,26$; Proteínas $0,1 \pm 0,005$; Grasas $13,5 \pm 0,68$; Cenizas $0,1 \pm 0,005$; Fibra (%) $0,49 \pm 0,025$; Sólidos Solubles (%Brix) $15,95 \pm 0,79$; Acidez (%) $0,58 \pm 0,029$; pH $5,22 \pm 0,261$; Vitamina C (mg) $12,00 \pm 0,6$; Índice de madurez $27,5 \pm 1,38$ y Color de pulpa amarillo brillante
- El flujograma de operaciones y parámetros determinados para la obtención de piña confitada fueron: Acopiado de materia prima (IM=27,5); Selección y Clasificado; Lavado; Cortado y descorazonado (cubitos de 1cm de arista); Macerado (12% de sal, 1% de cloruro de calcio, 0.1% bisulfito de sodio por 48 horas); Desalado (24 horas); Blanqueado (T=90 °C, t = 40 s); Inmersión en jarabe (jarabe inicial: 35°Brix y 70°Brix final de la fruta); Lavado y escurrido; Secado (60°C x 1 hora, humedad 18,07%); Empacado (bolsas de polietileno de 0.15 mm). La actividad de agua obtenida para el producto fue de 0,70 esto sitúa al producto en el grupo de alimentos de humedad intermedia.

- El rendimiento del proceso de elaboración de fruta confitada de corazón de piña fue de 14,78%.
- Se determinó que la fruta confitada de corazón de piña contenía: Humedad $18,12 \pm 0,906$; Ceniza $1,42 \pm 0,071$; Proteína $0,18 \pm 0,009$; Grasa $0,28 \pm 0,014$; Fibra $1,68 \pm 0,084$; Carbohidratos totales $78,42 \pm 3,921$; pH $4,00 \pm 0,20$; Acidez titulable $0,21 \pm 0,01$; Solidos solubles $71,00 \pm 3,55\%$; Vitamina C $5,88 \pm 0,29$; Azúcares reductores $27,30 \pm 1,36\%$; Azúcares totales $60,31 \pm 3,01\%$; Azúcares no reductores $33,01 \pm 1,65\%$. El análisis microbiológicos del producto, al inicio del almacenamiento como al final del almacenamiento demuestran que el producto se encuentra en condiciones aptas para el consumo.
- El almacenamiento de 30 días a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) en bolsas de polietileno permite determinar la variación en el contenido de humedad del producto pudiéndose predecir a partir de esta variación y con el uso de la ecuación de G.A.B que el incremento de la a_w 0,7 a un valor de 0,8 (a_w crítico) se puede producir un almacenamiento de 22 meses. El análisis sensorial del producto almacenado demostró que las muestras de carambola confitada son preferidas por los panelistas.

VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Elaborar fruta confitada de corazón de piña de cualquier variedad después de la elaboración de conserva o de cualquier otro donde se esté descartado el corazón de la piña.
- Realizar estudios utilizando los métodos de confitado rápido ya que se economiza tiempo y a gran escala se disminuye la utilización de mano de obra por lo tanto se disminuye los costos.
- Realizar estudios de almacenamiento utilizando métodos de conservación sin incorporar conservadores y otros empaques a fin de estudiar la estabilidad del producto.
- Realizar estudios de factibilidad técnica y económica para instalar una planta de aprovechamiento integral de la piña y otros frutales nativos en la zona del alto Huallaga.

ABSTRACT

The present research work was realized in the installations of the laboratories of the Faculty of Engineering of the Foods of Agrarian National University of the Jungle as: Food engineering, chemistry, analysis of foods, sensory analysis, nutrition, microbiology and in pilot of processing of fruits and vegetables plants, it using 1 eat raw material the pineapple heart Golden in been pintón and ripe, with maturity index variety, of 27,5 Optimal for the candied fruit obtaining by the slow process method.

The present work included three stages: First the raw material characterization, adjacent of determining his chemical components, physiochemical, and his characteristic ones biometric; s egundo, optimization of the candied fruit elaboration flowchart on carom by the slow process method. And third the characterization of the final good and storage. As result of that presents research work one has arrived at the following conclusions: s And that determined the pineapple variety heart Golden contained: He spoils $85,1 \pm 4,26$; proteins $0,1 \pm 0,005$; greasy $13,5 \pm 0,68$; ashes $0,1 \pm 0,005$; fibre (%) $0,49 \pm 0,025$; solid Soluble (Brix) $15,95 \pm 0,79$; acidity (%) $0,58 \pm 0,029$; $5,22 \pm 0,261$ pH; he vitaminizes C (mg) $12,00 \pm 0,6$; maturity index $27,5 \pm 1,38$ and yellow Color of pulp diamond. One that set the operation flowchart and certain for the obtaining candied carom parameters were: Gathered of raw material (IM=27,5;) selection and Classified; wash; cut and disheartened (ice cubes of 1cm of edge;) macerated (12% of salt, 1% of chloride of calcium, 0.1% bisulfite of sodium per 48 hours;) desalinated (24 hours;) whited($0,40 \text{ s} = ^\circ\text{C}$ T=90;)

immersion in syrup (initial syrup: 35°Brix and 70°Brix end of the fruit;) washed and drained; dried (60°C x 1 hour, humidity 18,07%); baled (0.15 mm polyethylene bags.) Activity of obtained water for the product went of 0,70 this product situates that in the group of intermediate humidity foods. The performance of the process of elaboration of candied fruit willingly of pineapple was of 14,78%. He determined one that the candied fruit willingly of pineapple controlled: Humidity 18,12 ± 0,906; ash 1,42 ± 0,071; protein 0,18 ± 0,009; greasy 0,28 ± 0,014; fibre 1,68 ± 0,084; carbohydrates total 78,42 ± 3,9 21; 4,00 ± 0,20 pH; acidity by entitling 0,21 ± 0,01; tended soluble 71,00 ± 3,55%; he vitaminizes 5,88 ± 0,29 C; sugars reducers 27,30 ± 1,36%; sugars total 60,31 ± 3,01%; sugars not reducers 33,01 ± 1,65%. The microbiological analyses from the product, to the beginning of storage as at the end of storage prove that the product finds in conditions apt for the consumption. The storage from 30 days to temperature environment (25 °C) in polyethylene bags allows to determine the variation in the product can predict humidity content from this variation and with the use of the equation of G.A.B that the increment from the aw 0,7 to a value of 0,8 (critical aw) is possible produce a 22 month storage. The sensory analysis of the product stored proved that the samples of candied carom are preferred by the judges.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADRIAN, J.; FRANGNE, R. 1990. La ciencia de los alimentos de la A a la Z, Zaragoza, España. Acribia S. A. 317 p.
- ASOCIATION OFICIAL AGRICULTURE CHEMISTRY A.O.A.C. 1965 Oficial methods of analysis. Ed. Washintong. EE. UU.
- BADUI, D. S. 1981. Química de los alimentos. México. Alhambra S.A. 430p.
- BELITZ, H.; GROSCH, W. 1988. Química de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia S. A. 340 p.
- BRAVERMAN, J. B. S. 1980, Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, España. Omega.
- BRENAN, et al. 1980. Operaciones unitarias de ingeniería de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia S. A.
- CALZADA, B. 1980. 143 frutales nativos. La Molina. Lima, Perú. UNA. 314 p.
- CEFIA - FIAL. 1990. Elaboración de fruta confitada; manual teórico práctico. La Molina, Lima. Universidad Nacional Agraria.
- CHARLEY, H. 1989. Tecnología de alimentos. México. Limusa. 767 p.

- CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H. 1989. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia S. A. 404 p.
- DESROSIER, N. 1977. Elementos de tecnología de alimentos. México. Continental S. A.
- FAO. 1983. Elaboración de frutas y hortalizas. México, Trillas.
- FENEMA, O. 1985. Introducción a la ciencia de los alimentos. Barcelona, España. Reverte S. A.
- FELLOWS, P. 1994. Tecnología de Procesamiento de alimentos. Zaragoza, España. Acribia S.A.
- FRAZIER, W. 1972. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia S. A.
- FLORES, L. 1977. Deshidratación de frutas por ósmosis I. Piña, efectos del bisulfito, temperatura y tipo de edulcorante. Tesis, Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima, Perú.
- GIANOLA, C. 1981. La industria de la fruta seca en almíbar y confitada. España. .Reverte S. A.
- GALAN, S. V.; MENINI, V. 1991. La carambola y su cultivo. Roma, FAO. 96 P.
- INDECOPI. 1999. Normas técnicas nacionales. N° 203.070. Productos elaborados, frutas, vegetales, determinación de acidez. Lima, Perú.

INDECOPI. 2000. Normas técnicas nacionales N° 203.103. Fruta confitada.
Lima, Perú.

KIRK. *et al.* 1962. Enciclopedia de la Tecnología química. Tomo XI. México.
UTEHA.

LERENCE, C.; PINNAVAIA, G.; DALLA, M.; BARTOLUCCI, L. 1985. Osmotic
dehydration of fruit: Influence of os-
motic agents on drying behavior and
product quality. Journal of Food Science. Volumen 50.

LUCK, E. 1985. Conservación química de alimentos. Zaragoza, España.
Acribia S. A.

LUNG, P. 1978. Tabla de composición de alimentos para uso en América
latina ICAP.

LEES, R. 1980. Análisis de alimentos. Zaragoza, España. Acribia S. A.

LABUZA, T. P. 1980. The effect of water activity on reaction Kinetics of food
deterioration. Food Technology. 34 (4).

MAKEY, A. C. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. San Felipe,
Venezuela. CIEPE.

Mc. CABE Y SMITHS. 1969. Operaciones Básicas de Ingeniería química.
Volumen II. España. Reverte S. A.

- MANAYAY, S. D. 1992. Simulación de la variación del contenido de Vitamina C, en almacenaje del confitado de piña de humedad intermedia. M. Sc. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú.
- MOSELL, D.; MORENO, G. 1985. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, Acribia S.A. 375 p.
- ORIO Y LEGESTRY. 1967. Química y Física para Biólogos. Argentina. Labor.
- PANTASTICO, E. R. 1975. Post harvest physiogy handlyng and utilization of tropyeal and subtropyeal fruits and vegetables. Conn. AVI.
- PINEDA OSCANOVA, R. J. 1988. Obtención de fruta confitada a partir de naranjita china, por el método del proceso lento, Tesis. Universidad Agraria. La Molina. Lima, Perú.
- PEARSON, D. 1981. Técnicas de laboratorio para el análisis de los alimentos. Zaragoza, Acribia S.A.
- PETERSON, M: S.; JOHSON. 1978. Enciclopedia of Food Science. V.3.
- POTTER, N. 1978. La ciencia de los alimentos. México, Haría.
- RODRIGUEZ, B.C. 1984. Obtención de fruta confitada de beterraga, por el método del proceso lento, Tesis. Universidad Agraria, La Molina. Lima, Perú.

- RODRIGUEZ, P. A. 1977. Deshidratación por osmosis II: piña: Efectos de concentración y temperatura del edulcorante y sorbato de potado, Tesis. Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima, Perú.
- SANCHEZ, D. E. 1985. Evaluación de los factores que afectan la velocidad del confitado y obtención de fruta confitada a partir de nabo, Tesis. Universidad Agraria. La Molina. Lima, Perú.
- TORRES, E. 1991. Conceptos modernos de preservación de alimentos en el mercado Norteamericano. Facultad de Industrias alimentarias, Universidad nacional Agraria, La Molina. Lima, Perú.
- UREÑA, P. W. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC. Lima Perú.
- VIAN Y OCON. 1979. Elementos de la Ingeniería Química. Madrid, España. Aguilar.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de análisis sensorial

NOMBRE:

PRODUCTO:

FECHA:HORA:

Evalué cada muestra, marcando con un número según la escala que crea conveniente:

ESCALA:

- 9 Gusto extremadamente
- 8 Gusto mucho
- 7 Gusto moderadamente
- 6 Gusto ligeramente
- 5 No gusto ni disgusto
- 4 Disgusto ligeramente
- 3 Disgusto moderadamente
- 2 Disgusto mucho
- 1 Disgusto extremadamente

característica	Tratamientos					
	A	B	C	D	E	F
Color						
Sabor						
Textura						
Apariencia general						

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

Anexo 2. Ficha de análisis sensorial

NOMBRE:

PRODUCTO:

FECHA:HORA:

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

ORDEN	MUESTRAS (Códigos)
1ro	
2do	
3ro	

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

Anexo 3. Puntuaciones asignadas a cada muestra en el Test de preferencia.

Panel	Fruta confitada		
	Corazón de piña	papaya	Comercial
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	2	1	3
9	1	3	2
10	2	1	3
11	1	2	3
12	1	2	3
13	1	3	2
14	2	1	3
15	2	1	3
16	2	1	3
17	2	3	1
18	1	2	3
19	1	2	3
20	1	2	3