

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

Para Obtener el Título Profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN
DE UNA PASTA A PARTIR DE ARRACACHA AMARILLA (Arracacia
xanthorrhiza) Y MIEL DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum)
EN LA REGIÓN AMAZONAS**

**AUTORES : BR. DEIDI BASILIO PEREZ CHUQUIMEZ
BR. PABLO MARIO ZAGACETA REYNA**

ASESOR : Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

**AMAZONAS - PERÚ
2010**

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a Dios Por bendecir y por haberme dado fuerzas para culminar mis estudios y para desarrollar este trabajo de investigación.

A mis padres, Erasmo Pérez y Toribia Chuquimez, con mucho amor por su apoyo, fuerza de voluntad, sacrificio y motivación constante. En la culminación de mis estudios; que Dios les Bendiga, proteja y les de muchos años de vida.

Deidi Pérez

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a Dios Por bendecir y por haberme dado fuerzas para culminar mis estudios y para desarrollar este trabajo de investigación.

A mis padres, Alberto Zagaceta y Maria Reina, a mi hermana Juana Zagaceta R. con mucho amor por su apoyo incondicional, fuerza de voluntad, sacrificio y motivación constante. En la culminación de mis estudios; que Dios les Bendiga, proteja y les de muchos años de vida.

Pablo Zagaceta

AGRADECIMIENTO

A mis hermanos Luís Omar y Genrry Manuel

Por su apoyo incondicional y motivación en
el desarrollo de este trabajo

A mi abuela Filomena
Santillán y mi tío Elesias
Pérez por apoyarme en el
desarrollo del trabajo de
investigación

Expreso mi sincero agradecimiento al Ing.
Erick Auquiñivin Silva, por su dirección,
Orientación, revisión del presente trabajo
De Investigación.

Al Ms.C. Armstrong
Fernández y al Ing, Manuelito
Castro Y al personal que
labora en los laboratorios de
Ingeniería y Tecnología, por
el apoyo durante la ejecución
De dicho trabajo

Deidi Pérez

AGRADECIMIENTO

A mis hermanos Juana, Silvia, Pedro, Gladis y Norma Por su apoyo incondicional y motivación en la culminación de mis estudios y el desarrollo de este trabajo.

A mi tía Lourdes Zagaceta, ala Srta. Adrianita Salazar por apoyarme en la culminación de mis estudios y desarrollo del presente trabajo.

Expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Erick Auquiñivin Silva, por su asesoramiento, Orientación, revisión del presente trabajo de Investigación.

Pablo Zagaceta

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS DE LA UNAT - A

ALTA DIRECCIÓN

Dr. Vicente Marino Castañeda Chávez

Rector

M. Sc. Miguel Ángel Barrena Gurbillon

Vicerrector Académico

RESPONSABLE DE LA FACULTAD

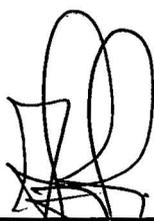
DE INGENIERÍA

Blga. Zoila Rosa Guevara Muños

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Ing. AUQUIÑIVIN SILVA, Erick Aldo, identificado con DNI N° 32904948 con domicilio legal en el Jr. Arequipa N° 475 Docente Auxiliar a tiempo completo de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Asesor de tesis titulado **“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DE UNA PASTA A PARTIR DE ARRACACHA AMARILLA (*Arracacia xanthorrhiza*) Y MIEL DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA REGIÓN AMAZONAS”** presentado por los Br. PEREZ CHUQUIMEZ, Deidi Basilio Y Br. ZAGACETA REYNA, Pablo Mario.

Por lo indicado doy testimonio y **visto bueno**, que los Br. PEREZ CHUQUIMEZ, Deidi Basilio Y Br. ZAGACETA REYNA, Pablo Mario, han ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fe a la verdad firmo a continuación para mayor veracidad.



Ing. AUQUIÑIVIN SILVA, Erick Aldo

DNI N° 32904948

JURADOS DE TESIS



Ing. CASTRO ALAYO, Efraín Manuelito
Presidente



Ms.C. FERNANDEZ JERI, Armstrong Barnard
Secretario



Blgo. GAMARRA TORRES, Oscar Andrés
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AERODINAMICA

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de Diciembre del año 2010, siendo las 5:30 horas, se reunieron los integrantes del jurado conformado por:

Presidente: Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Armstrong Barnard Fernández Jerí

Vocal: Bgo. Oscar Andrés Gamarra Torres

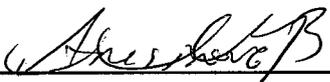
Para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por los bachilleres, don Deidi Basilio Perez Chugimez

y don Pablo Mario Zagaceta Reyna

titulado Determinación de Parámetros en la Elaboración de una Pasta a Partir de Arracacha Amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) y miel de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Región Amazonas.

Después de la sustentación respectiva, el jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN (), por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 07:00 pm Horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pg
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1. Lugar de ejecución	7
2.2. Materia prima	7
2.3. Insumos	7
2.4.- Materiales	8
2.5.- Equipos	9
2.6.- Reactivos	10
2.7.- Métodos	10
2.7.1.- Metodología de elaboración	10
<u>I ETAPA:</u> Elaboración de la miel de caña de azúcar	10
<u>II ETAPA:</u> Preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla	19
<u>III ETAPA:</u> Obtención de la pasta de arracacha amarilla, endulzada con miel de caña de azúcar.	23
2.7.2.- Análisis físico químico de la materia prima e insumos	27
A.- Arracacha amarilla	27
B.- Miel de caña de azúcar	27
C.- Aglutinante vegetal – Balso	28
2.7.3.- Análisis físico químico de la pasta elaborada a partir de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar.	28
2.7.4.- Aplicación de la prueba sensorial	29

2.8.- Diseño experimental	30
2.8.1.- Diseño experimental para el análisis físico químico	30
2.8.2.- Diseño experimental para el análisis sensorial	31
2.9.- Análisis de datos	32
2.9.1.- Análisis de datos para las características físico químicas	32
2.9.2.- Análisis de datos para las características sensoriales	34
III. RESULTADOS	37
3.1.- Análisis físico químico de la materia prima e insumos	37
3.2.- Características físico químicas de la pasta de arracacha amarilla endulzada con miel de caña aceptada	39
3.3.- Análisis del modelo superficie respuesta	40
3.4.- Denotación final de los parámetros óptimos, en el análisis físico químico	55
3.5.- Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar	57
3.6.- Nivel del grado de aceptabilidad de las distintas pastas por los panelistas	58
3.7.- Flujograma definitivo en la elaboración de la pasta de arracacha amarilla y miel de caña	61
IV. DISCUSIONES	63
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pg.
CUADRO N° 01: Análisis de varianza para un experimento en bloques completamente al azar.	36
CUADRO N° 02: Composición físico químico realizada al jugo de la caña de azúcar variedad CH- 37	37
CUADRO N° 03: Análisis físico químico del aglutinante vegetal para clarificación; Balso (<i>Heliocarpus popayanenses HBK</i>)	37
CUADRO N° 04: Análisis físico químico de la lejía de ceniza para regular el pH del jugo de caña	38
CUADRO N° 05: Análisis físico químico de la miel de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	38
CUADRO N°06: Análisis físico químico de la arracacha amarilla (<i>arracacia xanthorrhiza</i>)	39
CUADRO N° 07: Composición físico química de la pasta aceptada como producto final	39
CUADRO N° 08: Otras características del producto final aceptado	40
CUADRO N° 09: Análisis de varianza para ° Brix, bajo un diseño factorial 2^2 .	41
CUADRO N° 10: Ruta ascendente para calcular el ° Brix óptimo, a partir de la ecuación de regresión	42
CUADRO N° 11: Parámetros óptimos evaluados para el ° Brix	42
CUADRO N° 12: Análisis de varianza para el porcentaje de humedad, bajo un diseño factorial 2^2 .	44
CUADRO N° 13: Ruta ascendente para calcular el porcentaje de humedad óptimo, a partir de la ecuación de regresión.	45
CUADRO N° 14: Parámetros óptimos evaluados para el % de Humedad	45

CUADRO N° 15: Análisis de varianza para la viscosidad, bajo un diseño factorial 2^2 .	47
CUADRO N° 16: Ruta ascendente para calcular la viscosidad óptima, a partir de la ecuación de regresión.	48
CUADRO N° 17: Parámetros óptimos evaluados para la viscosidad.	48
CUADRO N° 18: Análisis de varianza para el pH, bajo un diseño factorial 2^2 .	50
CUADRO N° 19: Ruta ascendente para calcular el pH óptimo, a partir de la ecuación de regresión.	51
CUADRO N° 20: Parámetros óptimos evaluados para el pH.	51
CUADRO N° 21: Análisis de varianza para la acidez total, bajo un diseño factorial 2^2 .	53
CUADRO N° 22: Ruta ascendente para calcular el % de acidez óptimo, a partir de la ecuación de regresión.	54
CUADRO N° 23: Parámetros óptimos evaluados para la acidez total.	54
CUADRO N° 24: Denotación final de los valores óptimos de cada parámetro evaluado.	56
CUADRO N° 25: Análisis de varianza de la prueba de aceptación para el modelo de bloques completamente al azar.	57
CUADRO N° 26: Grado de aceptabilidad de las pastas elaboradas según escala hedónica	59
CUADRO N° 27: Resultados físicos de la pasta de arracacha	74
CUADRO N° 28: Resultados químicos de la pasta de arracacha	75
CUADRO N° 29: Disposición de los datos experimentales del análisis físico químico; para introducir al statgrafics.	76
CUADRO N° 30: Resultados de la prueba de aceptabilidad de la pasta de arracacha	78

ÍNDICE FIGURAS

Contenido	Pg.
Figura N° 01: Diagrama de flujo para obtener miel de caña de azúcar	11
Figura N° 02: Diagrama de flujo para obtener aglutinante vegetal de balso	16
Figura N° 03: Diagrama de flujo para obtener lejía de ceniza	17
Figura N° 04: Diagrama de flujo para la preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	20
Figura N° 05: Diagrama de flujo para la elaboración de una pasta de arracacha amarilla (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) endulzada con miel de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).	24
Figura N° 06: Esquema de diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con características físico químicas aceptables.	30
Figura N° 07: Esquema de diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con un color, sabor y consistencia aceptable.	31
Figura N° 08: Representacion grafica del °Brix óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta	43
Figura N° 09: Figura para una mejor visualización del ° Brix óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.	43
Figura N° 10: Representacion grafica del % de humedad óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta	46
Figura N° 11: Figura para una mejor visualización del % de humedad óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.	46

Figura N° 12: Representacion grafica de la viscosidad óptima bajo un modelo de Superficie Respuesta	49
Figura N° 13: Figura para una mejor visualización de la viscosidad óptima, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.	49
Figura N° 14: Representacion grafica del pH óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta	52
Figura N° 15: Figura para una mejor visualización del pH óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.	52
Figura N° 16: Representacion grafica de la acidez total bajo un modelo de Superficie Respuesta	55
Figura N° 17: Figura para una mejor visualización de la acidez total, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.	55
Figura N° 18: Representación grafica del nivel de aceptabilidad según escala hedónica.	60
Figura N° 19: Diagrama de flujo para la elaboración de una pasta de arracacha amarilla (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) endulzada con miel de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) apto para su venta.	62
Galería de fotos	83

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar los parámetros adecuados en la proporción de mezcla y tiempo de cocción, en la elaboración de una pasta a base de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) y miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el cual influyó en las características físico químicas y organolépticas del producto final.

Para ello se empleó la metodología de un sistema de variable respuesta bajo un diseño factorial 2^k con tres repeticiones para el caso del análisis físico químico, evaluando el pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Brix), viscosidad y humedad; empleando además dos niveles, un nivel bajo y un nivel alto con dos proporciones de mezcla de miel de caña de azúcar y arracacha amarilla (1:1 y 1:1.5 v/p) y dos tiempos de cocción de la mezcla (1 y 1.5 H.); teniendo como un producto definitivo

Por otro lado se aplicó un diseño en bloques completamente al azar, para el caso del análisis organoléptico, en la cual se empleó 18 panelistas semi entrenados evaluadores del sabor, color y consistencia del producto final. Para este análisis se utilizó dos variables independientes, proporción de mezcla de miel de caña de azúcar y arracacha amarilla (1:1, 1:1.25, 1:1.5 v/p) y tiempo de cocción (1, 1.5 H.), teniendo como resultado seis productos de la combinación de ambos factores con diferentes características que fueron sometidos a dicho análisis para su evaluación; cuya respuesta fue la aceptación de todos los productos elaborados.

Después de haber realizado estos dos análisis por separado, se tuvo un producto definitivo con las mejores características físico químicas y organolépticas el cual tuvo una proporción de mezcla de miel de caña y arracacha amarilla de **1:1.5 v/p** y un tiempo de cocción de dicha mezcla de **1.5 h.**, teniendo en su composición lo siguiente:

Sólidos solubles 65.23 °Brix, viscosidad 130967.0 Cp., humedad 34.689 %, pH 4.79, acides total 2.24 %, ácido representativo ácido ascórbico, ceniza 0.905 %, fibra 1.1 % y carbohidratos 63.306 %; valores que se encuentran dentro de los parámetros de las propiedades físico químicas de los rellenos para la industria de la panificación dada por la Oficina española de Patentes y Marcas.

Palabras claves: Pasta de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar.

ABSTRACT

This research had as main objective to determine the appropriate parameters in the mixing ratio and cooking time in the preparation of a paste of yellow arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) and molasses (*Saccharum officinarum*), the which influenced the physical, chemical and organoleptic characteristics of the final product.

To do this we used the methodology of a system response variable with a factorial design with three replications for the case of physical and chemical analysis, evaluating the pH, acidity, soluble solids (°Brix), viscosity and humidity were also used two levels, a low and a high level with two proportions of sugar cane syrup and yellow arracacha (1:1 and 1:1.5 v / p) and two cooking times of the mixture (1 and 1.5 H), having as final product.

On the other hand performed a randomized complete block, in the case of organoleptic analysis, which was used in 18 semi-trained assessors panelists taste, color and consistency of the final product. For this analysis, two independent variables, proportion of mixture of honey and sugar cane yellow arracacha (1:1, 1:1.25, 1:1.5 v / p) and cooking time (1, 1.5 H), taking six products resulting from the combination of both factors with different characteristics were subjected to this analysis for evaluation, whose response was the acceptance of all products.

After making these two separate analyses, it had a final product with the best physical, chemical and organoleptic characteristics which had a mixing ratio of molasses and yellow arracacha 1:1.5 v / p and a cooking time of the mixture of 1.5 hours, having the following composition:

65.23 ° Brix soluble solids, viscosity 130967.0 Cp., 34,689% humidity, pH 4.79, 2.24% total acidity, ascorbic acid representative acid, 0.905% ash, 1.1% fiber, carbohydrates

63.306%, values that are within the parameters of the physical and chemical properties of the inserts for the baking industry given by the Spanish Office of Patents and Trademarks.

Key words: yellow arracacha paste - sugar cane syrup

I. INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales y nutracéuticos se encuentran en crecimiento principalmente por el aumento de enfermedades y la mayor preocupación de la población por su salud. El consumo de alimentos nutritivos y naturales, aprovechando todos sus componentes, proporciona una mejor calidad de vida y permite alcanzar un mejor rendimiento físico e intelectual.

- **Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)**

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), es una raíz poco conocida científicamente, pero conocida en la mayoría de los países latinoamericanos y de las regiones andinas por representar un alimento tradicional, consumido hervido en agua con otros tubérculos y hortalizas (Noguera y Pacheco, 2000). Hoy en día, la arracacha se produce, principalmente, en cuatro países, Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela, cuya área de producción llega alrededor de 30 000 Ha.

Desde el punto de vista nutricional, aporta calorías, fibra y minerales principalmente calcio, fósforo, magnesio y hierro (Adetan et al., 2003, Dufour et al., 1996).

En cuanto a su industrialización, principalmente en Sao Paulo – Brasil; procesa cerca de 400 ton. de arracacha, en alimentos para bebés. Otros productos potenciales incluyen harina y hojuelas deshidratadas pre-cocidas, con potencial para alimentos para ponchera (Santos y Hermann, 1994).

Actualmente en el Perú las familias urbanas consumen en una mayor proporción alimentos importados que provienen de vegetales y animales no oriundos de la

región andina, esto conlleva al desaprovechamiento de nuestros recursos andinos oriundos y el potencial alimenticio que nos ofrecen estos productos.

En cuanto al cultivo en si, en nuestro país, las áreas de cultivo se encuentran, en pequeñas parcelas de valles interandinos y hacia la zona agrícola Yunga Fluvial (Selva alta), sobre todo en las Regiones de Cajamarca, Cusco y Apurímac. La producción se destina principalmente al autoconsumo, que es aproximadamente de 5 a 15 TM/Ha.

Esta planta se cultiva en los valles interandinos del país, cuya altitud varía entre 1200 y 2500 msnm, con temperaturas que oscilan entre 15 y 20°C; se adapta muy bien a suelos arenosos, profundos, con pH entre 5-7; pertenece a la familia de las umbelíferas (Apiaceae), género de las arracacias, especie de arracacia xanthorrhiza Bancroft. (Hoker, 1831 y Muños, 1968).

En la región Amazonas actualmente se produce 693.80 has., con un rendimiento de 9378.79 Kg/ha. y una producción total de 6507.00 Tm., teniendo a las provincias de mayor producción a Chachapoyas, Luya y Bongara. (Dirección General de Información Agraria - Amazonas, 2010)

- **Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)**

La caña de azúcar es uno de los vegetales más importantes y una fuente inagotable de riqueza para los países en que se cultiva. Hay divergencias científicas en cuanto a su origen. Procede del extremo oriente siendo los Portugueses y Españoles que descubrieron en el siglo IX, España la llevó a América en el siglo XV. Fundaron las primeras fábricas de azúcar en las islas de Madeiro y Canarias, y mas tarde, en América, establecieron por 1757, aun mas perfeccionadas. (Joaquin de Azevedo, 1774)

La caña de azúcar en el Perú se cultiva en la costa, selva y valles interandinos. Sin embargo, es en la costa donde se localiza la mayor área sembrada, debido a que presenta condiciones climáticas y edáficas únicas, que permite sembrar y cosechar durante todo el año, y obtener rendimientos excepcionales (INIA, 2006)

El mayor uso industrial de la caña es para la producción de azúcar; que abarca 90 mil hectáreas sembradas, de las cuales el 65% corresponde a 10 ingenios azucareros y el 35% restante a sembradores independientes. (INIA 2006)

En la región Amazonas actualmente se produce 3609.50 has., con un rendimiento de 60391.15 Kg/ha. y una producción total de 217981.86 Tm., teniendo a las provincias de mayor producción a Rodríguez de Mendoza, Bongará, Utcubamba, Bagua. (Dirección General de Información Agraria - Amazonas, 2010)

Taxonomía y morfología

Pertenece a la familia de las gramíneas, del genero saccharum. Las variedades cultivadas son híbridos de la especie officinarum y otras afines (spontaneum). Es un cultivo plurianual; se corta cada 12 meses y la plantación dura aproximadamente 5

años. Tiene un tallo macizo de 2 a 5 m. de altura con 5 a 6 cm. De diámetro. El sistema radicular lo compone un robusto rizoma subterráneo, puede propagarse por estos rizomas y por trozos de tallo.

Exigencias del cultivo

La caña de azúcar no soporta temperaturas inferiores de 0 °C, aunque alguna vez puede soportar hasta -1 °C, dependiendo de la duración de la helada. Para crecer exige un mínimo de temperaturas de 14 a 16 °C, con una humedad relativa alta y buen aporte de agua.

Se adapta a casi todos los tipos de suelos, teniendo los mejores resultados en suelos ligeros, si el agua y el abonado es el adecuado.

- **Miel de caña**

Es una sustancia que se obtiene de la caña de azúcar, con una apariencia muy similar a la miel de abeja.

Propiedades nutritivas

- Tiene cantidades apreciables en minerales y vitaminas (principalmente del grupo B).
- Es una fuente natural de policosanoles, que son alcoholes que, según estudios científicos, mejoran el perfil lipídico de una persona, bajando el colesterol malo, suben el bueno y también reducen el nivel de triglicéridos
- Al contener sales minerales como hierro, calcio y magnesio ha sido siempre recomendada para las personas anémicas.

- Es un producto completamente natural.

Forma y ventajas de consumo

- Es un sustituto saludable del azúcar.
- Endulzante ideal para reducir el colesterol o prevenir su subida.
- Altera el sabor del alimento en menor medida que la miel de abeja.
- Posee menos calorías que el azúcar blanco 312 frente a las 400 cal. del azúcar.
- Se puede utilizar en repostería, como endulzante natural.

- **Antecedentes del producto a elaborar**

Hoy en día se elaboran diferentes pastas de frutas y algunas leguminosas, teniendo como ejemplo la pasta de manzana, pasta de tomate, pasta endulzada de frijoles, etc. Estos productos se utilizan como consumo directo y la gran parte se destina para insumo industrial en panificación y repostería.

En cuanto a la pasta de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar, se puede decir que es un producto natural, orgánico, ecológico, por no contener ningún aditivo artificial e integral y energético, rico en vitaminas y minerales.

Debido a todos estos antecedentes se elaboró este producto, cuya problemática a investigar fue la siguiente:

¿Cuáles serán los parámetros adecuados en la elaboración de una pasta a partir de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar, para la obtención de un producto final con características organolépticas, físicas y químicas aceptables?

Cuyos objetivos fueron:

1. Elaborar una pasta a base de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar.
2. Determinar los parámetros óptimos de proporción de mezcla de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar y tiempo de cocción en la elaboración del producto
3. Evaluar el producto definitivo tanto física, química y organolépticamente

II.MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue realizado en las provincias Bongará y Chachapoyas de la Región Amazonas.

En primer lugar para la obtención de la miel de caña de azúcar, se destino como lugar de elaboración el Distrito de San Pablo de Valera de la provincia de Bongará, por ser una zona productora de caña de azúcar de una buena calidad.

En segundo lugar para la elaboración del producto final, se destino como lugar de ejecución a la provincia de Chachapoyas; específicamente los laboratorios de Tecnología Agroindustrial, de Ingeniería de Operaciones y de Física de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2.- Materia prima

- La miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) fue elaborada y traída del Distrito de Valera, Provincia de Bongará.
- La arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*), fue traída del Distrito de Levanto, Provincia de Chachapoyas.

2.3.- Insumos

- Canela en polvo
- Clavo de olor

2.4.- Materiales

- Tanque de almacenamiento de jugo de caña de 1 m³. de capacidad
- Tamiz de tela y de nylon
- Pailas de bronce de 70 L. de capacidad
- Baldes de plástico de 10 L. de capacidad
- Cintas de pH
- Cucharas y cucharones de metal y de madera
- Espátulas de madera y de metal
- Envases de vidrio y de plástico de diferente capacidad
- Cuchillos manuales
- Ollas de aluminio
- Molino manual
- Probetas de plástico de 50 ml y 500 ml
- Papel filtro o papel glacine
- Embudo de vidrio
- Bureta de 50 ml
- Soporte universal
- Mortero y pilón de porcelana
- Pinzas de madera y de metal
- Vasos de precipitación de 50 ml, 200 ml y 500 ml
- Picetas de agua destilada
- Matraz Erlenmayer de 250 ml y 500ml
- Crisoles de porcelana

2.5.- Equipos

- Trapiche para molienda de caña Fundación RIVERA SRL
- Licuadora semi industrial marca IMKA
- Cocina semi industrial marca SURGE
- Refrigeradora marca LG, modelo GM- R60GYVQ
- Balanza analítica marca DIGITAL PRECISIÓN, 200 g. de capacidad con 0.01g. de aproximación.
- Balanza de reloj de 10 Kg. de capacidad
- Refractómetro digital, marca LINK, de 0 - 85% de capacidad
- Refractómetro óptico, con capacidad rango de 0 - 90%
- Viscosímetro de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDVE230
- Termómetros de mercurio de -10 °C a 150 °C y 0 °C a 350 °C
- Potenciómetro digital, marca QUIMIS
- Balanza de humedad, marca AMB MOISTURE BALANCE, rango de 50 g. y aproximación de ± 0.01 %.
- Sistema completo de digestión para fibra cruda con placas calientes y reflujo constante.
- Horno mufla
- Estufa marca RAYPA, modelo 17390090

2.6.- Reactivos

- Hidróxido de sodio al 0.1 N
- Indicador de fenolftaleina
- Agua destilada
- Acido sulfúrico al 0.255 N
- Hidróxido de sodio al 0.313 N

2.7.- Métodos

2.7.1.- Metodología de elaboración

La presente investigación se dividió en tres etapas:

I ETAPA: Elaboración de la miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Para el proceso de obtención de la miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se siguió el flujograma de la figura N° 01, el cual se muestra a continuación

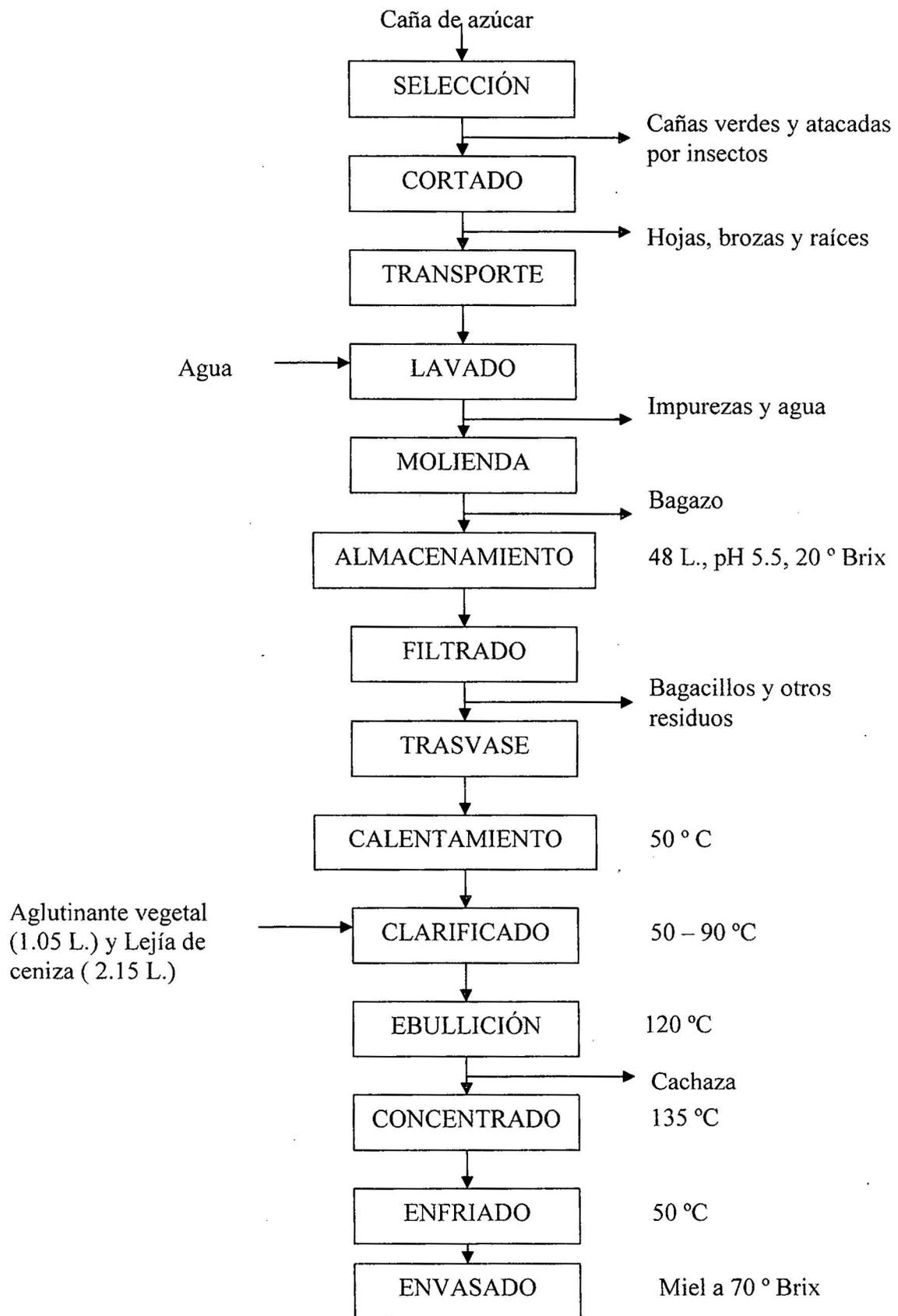


Figura N° 01: Diagrama de flujo para obtener miel de caña de azúcar

Fuente: Elaborado por los autores

Diagrama literal del proceso de elaboración de la miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

- **Materia prima**

La materia prima utilizada fueron plantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de la variedad amarilla, las cuales se cultivan en el Distrito de Valera con buenas condiciones de índice de madurez.

- **Selección**

Las plantas de caña de azúcar fueron sometidos a un proceso de selección con el propósito de separar las cañas con un índice de madurez óptimo, de los que faltan todavía por madurar: separar las cañas por variedad tomadas para este proceso; además eliminando algunas cañas que son atacadas por algunas plagas como hormigas y otros insectos los cuales son comunes en estos cultivos.

- **Cortado**

Luego de seleccionado se procedió a cortar en pequeños trozos aproximadamente de un 1 m. de tamaño con la ayuda de un machete, eliminando hojas, brozas y raíces.

- **Transporte**

El transporte se realizó de la chacra al lugar de molienda, esta operación se realizó de manera convencional en pequeños tercios.

- **Lavado**

Los trozos de caña fueron lavados con chorros de agua con la finalidad de eliminar las partículas extrañas como arenillas, restos de tierra que estuvieran adheridas a la superficie de la caña y así evitar impurezas en el jugo de caña.

- **Molienda**

La molienda se realizó en un trapiche de fierro accionado por una yunta de toros, que duro aproximadamente 1.25 h. para obtener 48 l. de jugo de caña. Esta operación consiste en extraer el jugo de la caña por un proceso de molienda obteniéndose por un lado el jugo que es materia prima para obtener la miel y por otro lado el bagazo que es fuente calorífica en el proceso de concentración de la miel.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento del jugo de caña (*Saccharum officinarum*) se realizó en un tanque elaborado a base de concreto armado, que tiene una capacidad de 1 m³. durante 1.5 h. hasta terminar con el proceso de molienda.

- **Filtrado**

Se filtro el jugo de caña en un tamiz de nylon con la finalidad de separar y eliminar impurezas como pequeños bagacillos que se mezclan con el jugo en el proceso de molienda.

- **Trasvase**

El trasvase se realizó desde el tanque de almacenamiento a la paila de bronce de 70 l. de capacidad con la ayuda de un balde de plástico de 10 l.

- **Calentamiento**

Luego de terminado con el trasvase se procedió al calentamiento del jugo de caña, mediante fuego directo, en la cual se practica un sistema de transferencia de calor por conducción; hasta obtener una temperatura ideal para realizar el clarificado.

- **Clarificado**

Este clarificado se realiza con la finalidad de dar una coloración mas clara a la miel, con la separación y eliminación de impurezas del jugo de caña.

Dicha operación se realizó en dos etapas:

1ra Etapa: Se agregó el aglutinante vegetal en una proporción del 1.5 % del volumen total de jugo de caña, dividido en dos partes: el 60 % del total de aglutinante a 50 °C y el 40 % restante a 80 °C, con la finalidad de separar y sacar las impurezas como arenillas y bagacillos en la cachaza generada por el proceso de ebullición. (Prada, 2002).

2da Etapa: Consiste en la regulación del pH, agregando lejía de ceniza al 20 % de concentración p/v a una temperatura de 85 – 90 °C hasta llegar a un pH de 6 y de esta manera evitar la inversión de la sacarosa lo cual provocaría un oscurecimiento de la miel. (Prada, 2002).

La obtención del aglutinante vegetal se hizo como se muestra en el siguiente flujograma.

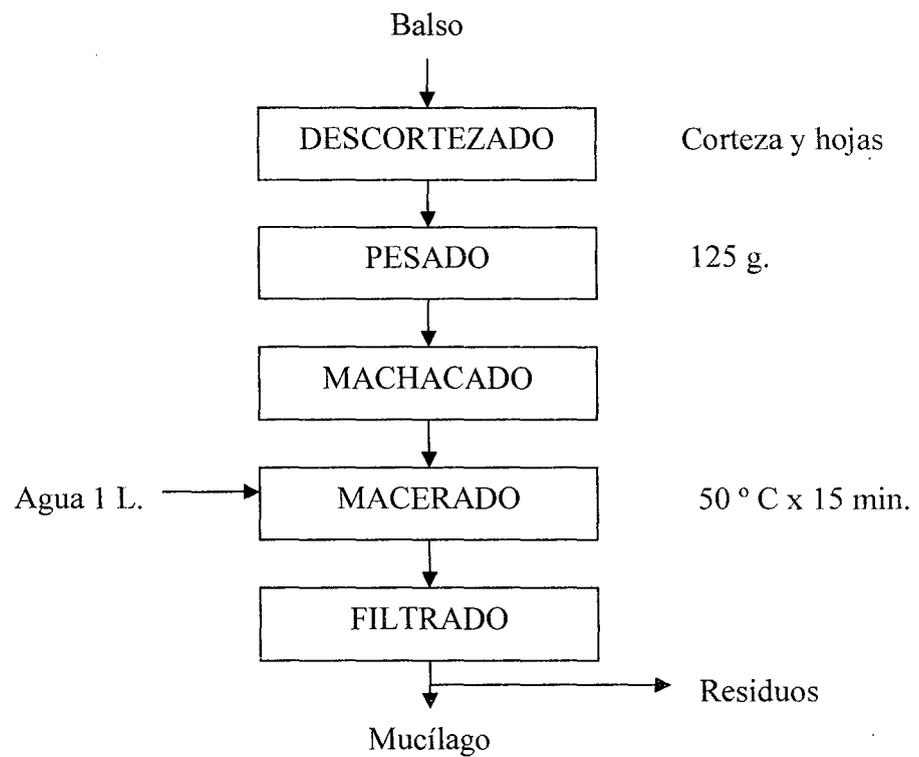


Figura N° 02: Diagrama de flujo para obtener aglutinante vegetal de balsa

Fuente: T. Yoplac, 2008

La obtención de la lejía de ceniza se obtuvo como se indica en el flujograma que se muestra a continuación.

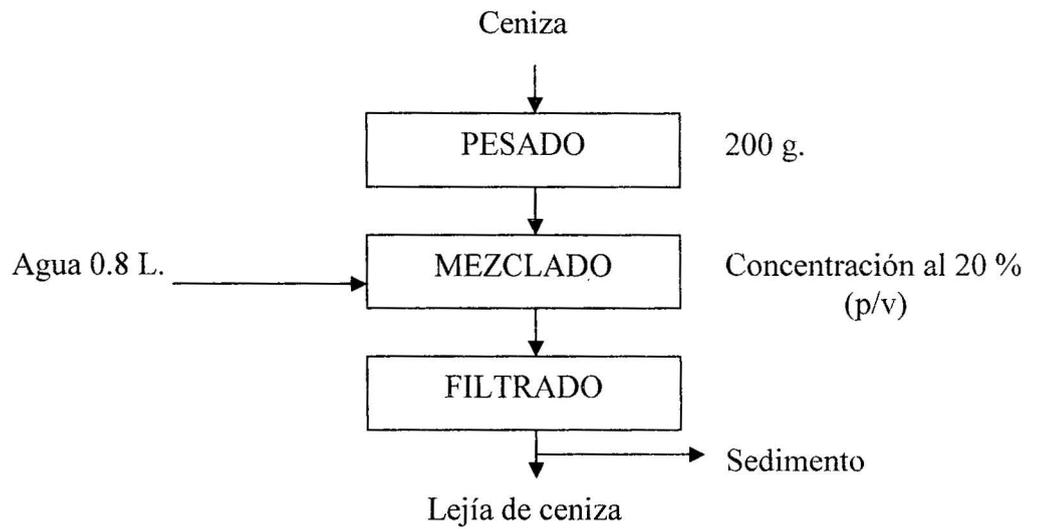


Figura N° 03: Diagrama de flujo para obtener lejía de ceniza

Fuente: T. Yoplac, 2008

- **Ebullición**

La ebullición se realizó a una temperatura de 120 °C, generándose una sustancia espumosa oscura conocida como cachaza, el cual contiene altas concentraciones de impurezas, que son fáciles de separarlos del jugo de caña.

- **Concentración**

El proceso de concentración se da como etapa subsiguiente a la ebullición, que consiste en la evaporación del agua que contiene el jugo de caña hasta obtener una concentración final de 70 ° Brix. Esta operación puede alcanzar hasta 135 °C de temperatura, por el largo tiempo que dura el proceso, que fue de 4 h.

- **Enfriado**

Luego de haber obtenido la concentración ideal de azúcares procurando evitar la solidificación de la miel, si no que se mantenga en estado líquido se procedió a enfriar hasta la temperatura de 50 °C para su posterior envasado.

- **Envasado**

El envasado se realizó a la temperatura de 50 °C en envases de vidrio de 1 l. de capacidad, para su posterior transporte al laboratorio de tecnología de la UNAT- A para continuar con el proceso de elaboración de la pasta.

II ETAPA: Preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla

(Arracacia xanthorrhiza)

Para el proceso de preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) para la obtención de la pasta se siguió el flujograma de la figura N° 04, el cual se muestra a continuación.

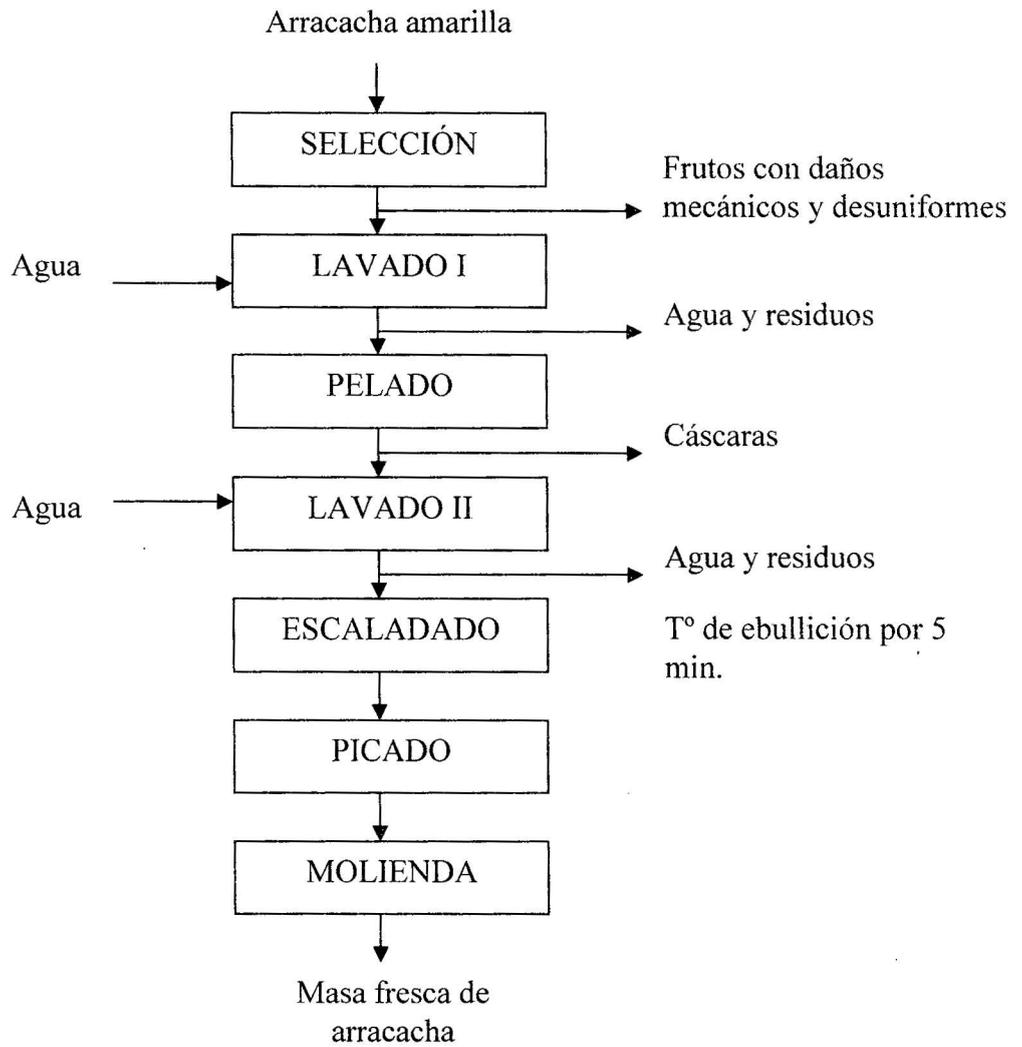


Figura N° 04: Diagrama de flujo para la preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*)

Fuente: Elaborado por los autores

Diagrama literal de la preparación y acondicionamiento de la arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*)

- **Materia prima**

La materia prima utilizada fue frutos de arracacha amarilla del Distrito de Levanto que se expenden en el mercado de abastos de la ciudad de Chachapoyas; a las cuales se les realizó un análisis físico químico y una caracterización del producto antes de entrar al proceso.

- **Selección**

Los frutos de arracacha amarilla fueron sometidos a un proceso de selección para clasificarlos de acuerdo a la forma y tamaño, ya que de ello dependen los rendimientos en el proceso de pelado.

También fueron seleccionados y separados aquellos que tenían daños mecánicos como rajaduras, frutos quebrados, picados y dañados durante el transporte, los cuales son comunes en estos productos por ser susceptibles a sufrir daños.

- **Lavado I**

Luego se procedió a lavar con abundante agua para quitar restos de tierra y raicillas que tenía el fruto.

- **Pelado**

El pelado fue manual con la ayuda de un cuchillo, separando toda la cáscara de la arracacha.

- **Lavado II**

Después de haber pelado se procedió a realizar un segundo lavado con agua fría, con la finalidad de retirar cierta suciedad que se produjo durante la manipulación del pelado.

- **Escaldado**

El escaldado es un tratamiento térmico en agua hervida caliente por 3-5 min. con la finalidad de evitar una posible oxidación de la arracacha que se puede producir durante las etapas subsiguientes de picado y molienda.

- **Picado**

Luego se procedió a picar manualmente en pequeños trozos con un cuchillo, para así facilitar la molienda.

- **Molienda**

La molienda se realizó en una máquina de moler manual, con la finalidad de obtener una masa homogénea de arracacha que servirá como materia prima principal para la obtención de la pasta.

III ETAPA: Obtención de la pasta de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) endulzada con miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Para el proceso de elaboración de la pasta de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) endulzada con miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se siguió el flujograma de la figura N° 05, el cual se muestra a continuación.

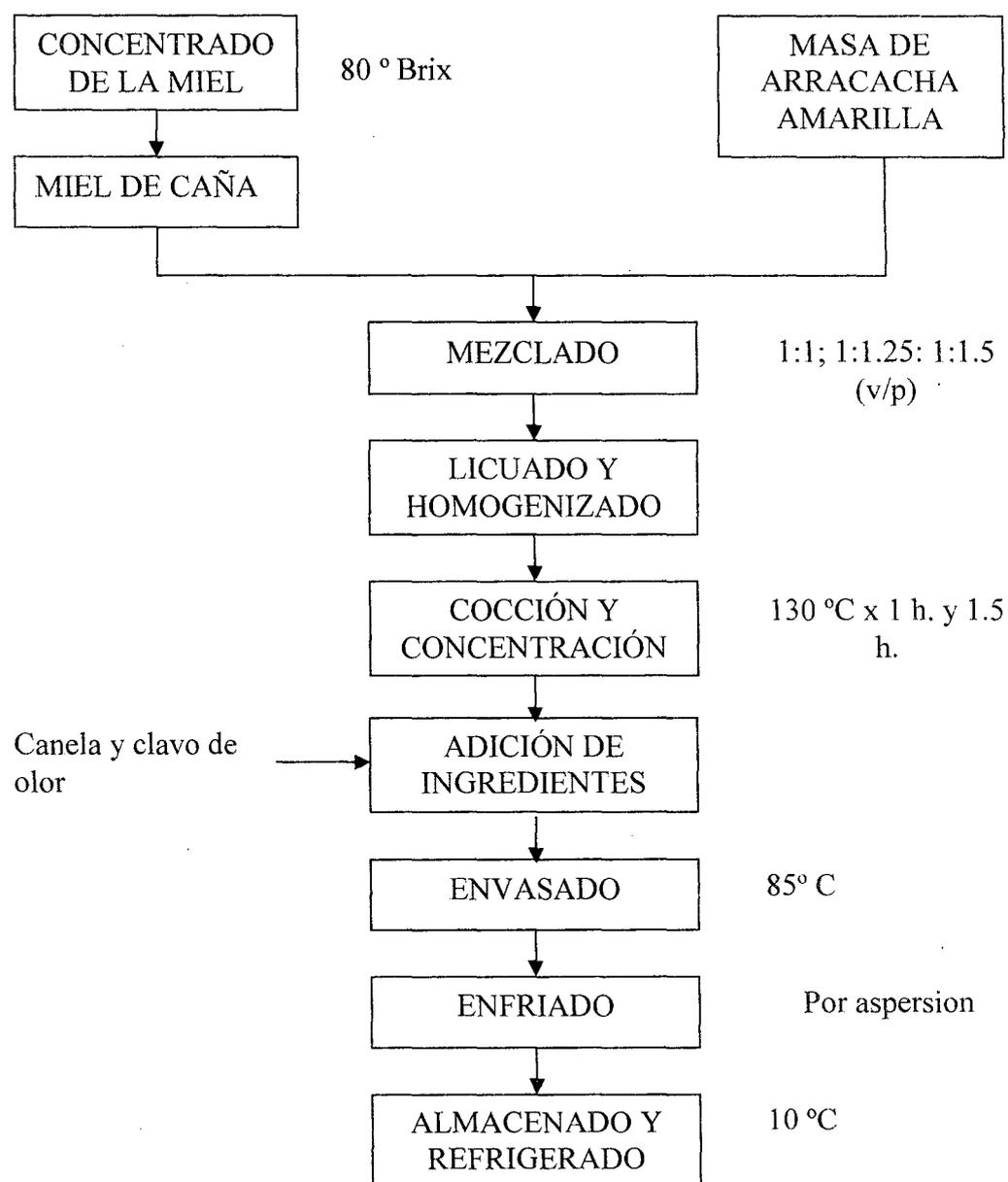


Figura N° 05: Diagrama de flujo para la elaboración de una pasta de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) endulzada con miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Fuente: Elaborado por los autores

Diagrama literal para la elaboración de una pasta de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) endulzada con miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

- **Materia prima**

Miel de caña

La miel de caña de azúcar procedente del Distrito de Valera Provincia de Bongará, previamente elaborado de acuerdo al flujograma de la figura N° 01. con 70 ° Brix de concentración de azúcares en un estado líquido; pero para servir como insumo para la pasta se tuvo que concentrar más hasta llegar a 80 ° Brix, el cual es el parámetro oportuno para la mezcla con la arracacha (CONDESAN, 1993).

Masa homogénea de arracacha amarilla

La masa homogénea de arracacha amarilla se les realizó el análisis físico químico de pH, acidez total, % de humedad, % de almidón, rendimiento; según los métodos que corresponden a cada análisis (ver cuadro N° 06) por ser un insumo indispensable como la miel de caña para la elaboración de la pasta de arracacha.

- **Mezclado**

El mezclado se realizó teniendo en cuenta las proporciones a combinar las cuales fueron 1:1, 1:1.5 (v/p) de miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*); una vez combinado se procedió a mezclar vigorosamente para diluir totalmente.

- **Licuada y homogenizado**

Luego de mezclado se realizó un licuado en una licuadora eléctrica con la finalidad de reducir la granulometría y eliminar ciertas fibras de la arracacha; produciéndose un paralelo homogenizado de la masa de arracacha y miel de caña; y de esta manera obtener un producto final con una consistencia pastosa.

- **Cocción y concentración**

La cocción y concentración se hizo en ollas de aluminio con la ayuda de una cocina semi industrial a fuego lento para evitar posibles quemaduras del producto, con las distintas proporciones de mezcla en tiempos que variaron desde 1 h. hasta 1.5 h. Este proceso se llevó a cabo a una temperatura de 130 °C; durante la cocción y concentración se realizó una continua agitación con una espátula de madera para un proceso homogéneo i evitar el pegado en la olla.

- **Adición de ingredientes**

Faltando 10 min. Para terminar con el proceso de cocción se agregó aromatizantes como clavo de olor y canela en polvo para dar un toque agradable a la pasta final.

- **Envasado**

Se envasó a una temperatura de 85 °C, para lo cual se empleó recipientes de vidrio de 1 L. donde se envasó las distintas pastas obtenidas.

- **Enfriado**

Esta etapa se realizó con la finalidad de reducir la temperatura del producto ya envasado, para lo cual se utilizó agua potable.

- **Almacenado y refrigerado**

Las pastas se almacenaron en refrigeración hasta realizar los análisis físicos químicos y las pruebas sensoriales, con el fin de conservar el producto con sus cualidades nutricionales y organolépticas originales.

2.7.2.- Análisis físico químico de la materia prima e insumos

A.- Arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*)

- **Humedad:** Se utilizó el método de secado automatizado en una balanza de humedad.(Adam Equipment, 2004)
- **pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.
- **Almidón:** Se realizó mediante el método de precipitado de los almidones.
- **Acides titulable:** Se realizó con el método 16.023 de la (A. O. A. C, 1984)
- **Rendimiento:** Por diferencia de pesos, que existe durante el proceso.

B.- Miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

- **Sólidos solubles (°Brix):** Se determinó por el método I-PCC-74 utilizando el refractómetro digital u óptico.
- **pH:** Se determinó utilizando el potenciómetro digital Quimis.

- **Acides titulable:** Se realizó con el método 16.023 de la (A. O. A. C, 1984)
- **Viscosidad:** Se realizó empleando el viscosímetro digital de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDVE230.

C.- Aglutinante vegetal – Balso (*Heliocarpus popayanenses HBK*)

- **pH:** Se determinó por el método I-PCC-15

2.7.3.- Análisis físico químico de la pasta elaborada a partir de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) y miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

- **Acidez titulable:** Se realizó con el método 16.023 de la (A. O. A. C, 1984)
- **pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.
- **Sólidos solubles (°Brix):** Se determinó por el I - PCC - 74 utilizando el refractómetro digital.
- **Humedad:** Se realizó utilizando el método de secado automatizado en una balanza de humedad (Adam Equipment, 2004).
- **Viscosidad:** Se realizó empleando el viscosímetro digital de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDVE230; utilizando el spin N° 7 y a una velocidad angular de 30 r.p.m.
- **Fibra:** Se utilizó el método de NMX-F-090-S-1978, para determinar fibra cruda
- **Cenizas:** Se realizó utilizando el método de calcinación, recomendado por la (A.O.A.C, 1984)

- **Carbohidratos:** Se determino mediante el método de diferencia , recomendado por la (A.O.A.C, 1998)

2.7.4.- Aplicación de la prueba sensorial

Para determinar el nivel de aceptación de la pasta elaborada a partir de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar que aleatoriamente se destinaron para tal fin como se muestra en (anexo N° 03) se les sometió a una prueba de aceptabilidad (prueba hedónica) cuya escala estructurada fue de 5 puntos y siendo las alternativas de respuesta las siguientes: “Me gusta mucho” (5 puntos) “me gusta algo” (4 puntos) “me gusta” (3 puntos) “no me gusta ni me disgusta” (2 puntos) “no me gusta” (1 punto). Para la prueba se contó con el apoyo de 18 jueces semi-entrenados, que fueron estudiantes del noveno, décimo ciclo y egresados de la Carrera profesional de ingeniería agroindustrial de la UNAT – A (ver anexo N° 04) (Anzaldúa, 2003).

Los alumnos y egresados que participaron en la prueba fueron seleccionados a tempranas horas de la mañana, aproximadamente 2 horas después del desayuno. Según (Ureña, M. 1999).

Para dicha degustación, las muestras de pasta endulzada fueron llevadas al laboratorio de ingeniería agroindustrial de la UNAT- A, sirviéndose en forma de relleno en galletas, aduciendo de esta manera que nuestro producto puede ser consumido en forma directa y/o como rellenos en la industria de panificación.

Para realizar la prueba cada uno de los jueces recibió una hoja de respuestas y 6 muestras diferentes codificadas respectivamente.

Al momento de la prueba se les explico a los alumnos y egresados lo que debían hacer y se les entrego las 6 muestras ala misma ves, para así puedan comparar las características organolépticas de cada uno de los tratamientos.

2.8.- Diseño experimental

2.8.1.- Diseño experimental para el análisis físico químico

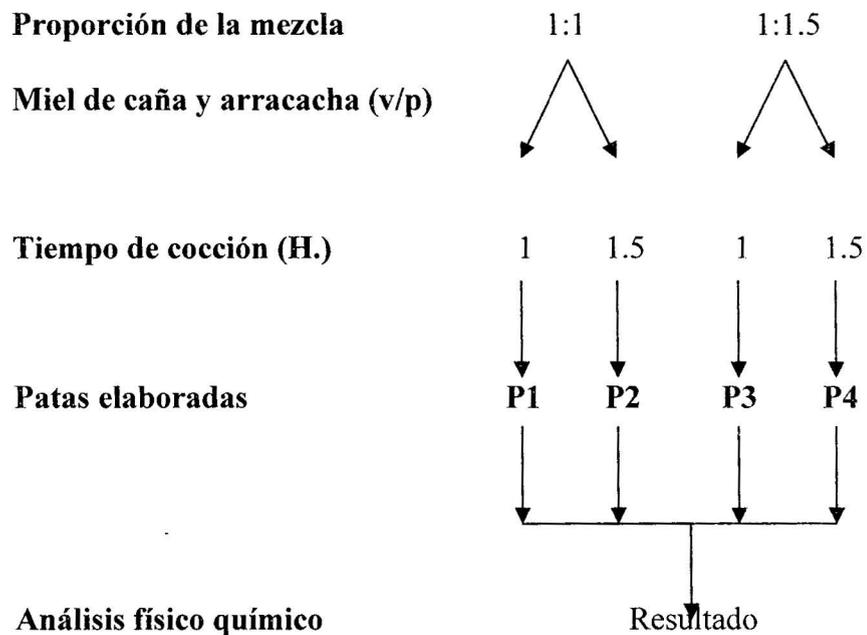


Figura N° 06: Esquema de diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con características físico químicas aceptables.

Fuente: Elaborado por los autores

El diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con las características físico químicas de las mejores condiciones

(figura N° 06), consistió en evaluar cuatro productos diferentes, con tres repeticiones cada uno de diferentes proporciones de mezcla y tiempos de cocción; en el cual se aplicó un modelo de superficie respuesta bajo un diseño factorial 2^K . (Daniel Peña, 2002).

2.8.2.- Diseño experimental para el análisis sensorial

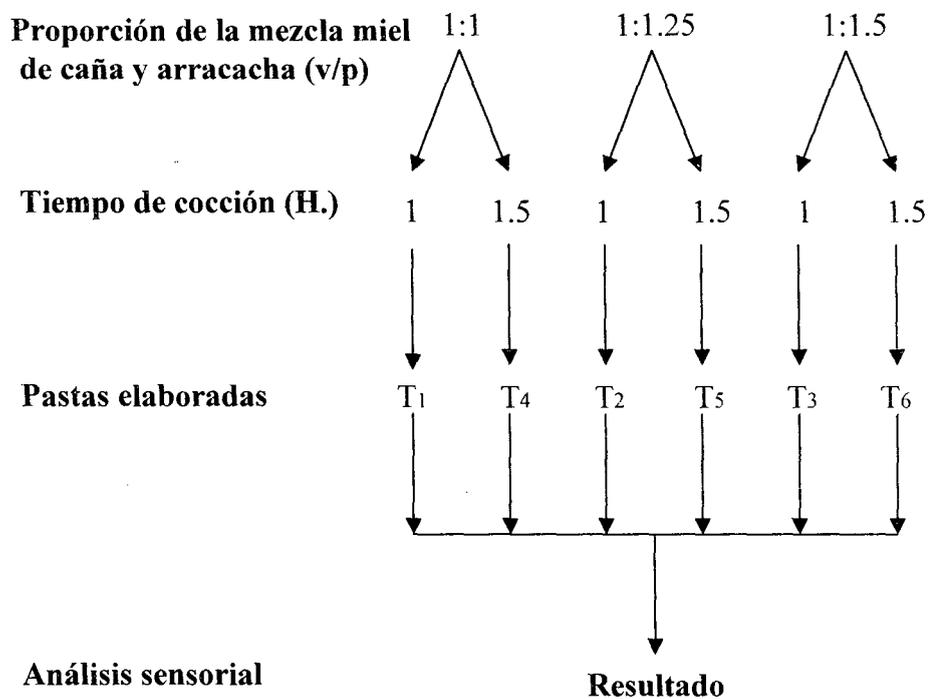


Figura N° 07: Esquema de diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con un color, sabor y consistencia aceptable.

Fuente: Elaborado por los autores

El diseño experimental para evaluar la proporción de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción, para obtener una pasta con un color, sabor y consistencia aceptable (figura N° 07), consistió

en someter a una prueba de aceptación; el cual presenta dos variables independientes: cantidad de mezcla (v/p) (tres proporciones) y tiempo de cocción de la mezcla (dos tiempos); obteniéndose un total de seis tratamientos. (Ureña, M. 1999)

2.9.- Análisis de datos

2.9.1.- Análisis de datos para las características físico químicas

Los datos obtenidos del análisis físico químico, en la cual se evaluó SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX), % HUMEDAD, VISCOSIDAD, pH, ACIDEZ TOTAL; fueron sometidos a un diseño factorial 2^K con tres repeticiones, el cual es un modelo de superficie respuesta para la optimización de parámetros; donde:

2^K Es.

2: Dos niveles (nivel bajo y nivel alto)

K: Número de factores (2) (Proporción de mezcla y tiempo de cocción)

Entonces es un diseño factorial 2^2 , cuyo modelo aditivo lineal general es el siguiente (Daniel Peña, 2002):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \mu_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Puntaje obtenido por la pasta en el análisis físico químico para cada parámetro.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de la i-ésima proporción de mezcla de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar.

β_j = Efecto del j-ésimo tiempo de cocción de la mezcla.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción conjunta de la i-ésima proporción de mezcla de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar y del j-ésimo tiempo de cocción de la mezcla.

μ_{ij} = Efecto de la media de la i-ésima proporción de mezcla de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar y del j-ésimo tiempo de cocción de la mezcla.

Para tal efecto se planteó el siguiente análisis de varianza:

- $SC.A : A = \frac{\sum [((a_0b_0)_i + (a_0b_1)_i)^2 + ((a_1b_0)_i + (a_1b_1)_i)^2]}{[(a_0b_0)_i (a_0b_1)_i] * r} - C$

Donde:

$$C = \frac{[(a_0b_0)_i + (a_0b_1)_i] + [(a_1b_0)_i + (a_1b_1)_i]^2}{[(a_0b_0)_i (a_1b_1)_i] * r}$$

- $SC.B : B = \frac{\sum [((a_0b_0)_j + (a_1b_0)_j)^2 + ((a_0b_1)_j + (a_1b_1)_j)^2]}{[(a_0b_0)_j (a_0b_1)_j] * r} - C$

- $SC.AB = \frac{\sum [(a_0b_0)_k^2 + \dots + (a_1b_1)_k^2]}{r} - [(SC.A : A + C) + (SC.B : B + C)] + C$

- $SC.total = \frac{\sum [(a_0b_0)^2 + \dots + (a_1b_1)^2]}{r} - C$

- $SC.error = SC.total - B$

Donde:

$$B = \frac{\sum [(a_0b_0)_k^2 + \dots + (a_1b_1)_k^2]}{r} - C$$

2.9.2.- Análisis de datos para las características sensoriales

Los datos obtenidos del análisis sensorial, en la cual se evaluó COLOR, SABOR Y CONSISTENCIA, fueron sometidos a un análisis de bloques completamente al azar con un nivel de significancia del 5%, cuyo modelo aditivo lineal general es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Puntaje obtenido por la pasta en el análisis sensorial, en el i-ésimo tratamiento (muestras) y el j-ésimo panelista o bloques.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (muestras)

β_j = Efecto del j-ésimo panelista evaluador de la pasta de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento (muestras).

Para lo cual se planteó las siguientes hipótesis:

$$\mathbf{H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6}$$

La proporción de la mezcla arracacha amarilla - miel de caña de azúcar y tiempo de cocción no influye de manera significativa en el sabor, color, y consistencia de la pasta final.

$$\mathbf{H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5 \neq T_6}$$

La proporción de la mezcla arracacha amarilla – miel de caña de azúcar y tiempo de cocción influye de manera significativa en el sabor, color y consistencia de la pasta final.

Análisis de varianza

$$\bullet \text{ SC. Total} = \sum \sum Y_{ij}^2 - C$$

Donde:

$$C = \frac{Y_{..}^2}{(\tau_i)(\beta_j)} \quad \text{C: Factor de corrección}$$

$$\bullet \text{ SC. Bloques} = \frac{\sum Y_{.j}^2}{T} - C$$

$$\bullet \text{ SC. Trat.} = \frac{\sum Y_{i.}^2}{B} - C$$

$$\bullet \text{ SC. Error} = \text{SC. Total} - \text{SC. Trat.} - \text{SC. Bloques.}$$

Grados de libertad

- G.L. Bloques = B – 1
- G.L. Trat. = T – 1
- G.L. Error = (B - 1)(T - 1)
- G.L. Total = B.T – 1

CUADRO N° 01: Análisis de varianza para un experimento en bloques completamente al azar.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabla $\alpha = 5\%$
Tratamientos	SC.Trat.	T - 1	$\frac{SC.Trat.}{G.L.Trat.}$	$\frac{C.M.Trat.}{C.M.Error.}$	
Bloques	SC.Bloques	B - 1	$\frac{SC.Bloq.}{G.L.Bloq.}$	$\frac{C.M.Bloq.}{C.M.Error.}$	
Error	SC.Error	(B - 1)(T - 1)	$\frac{SC.Error}{G.L.Error}$		
Total	SC.Total	B.T - 1			

Fuente: Ureña, M. (1999).

III.RESULTADOS

3.1.- Análisis físico químico de la materia prima e insumos

La composición físico química realizada al jugo de la caña de azúcar variedad CH- 37 se muestra en el cuadro N° 02; así también los resultados físico químicos hechos de los insumos clarificantes de la miel de caña se muestra en los cuadros N° 03 y N° 04.

CUADRO N° 02: Composición físico químico realizada al jugo de la caña de azúcar variedad CH- 37

Componentes	Cantidades
Sólidos solubles	19.86 ° Brix
pH	5.50
Ácido representativo	Acido pantoténico
	48 L.
Volumen obtenido	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 03: Análisis físico químico del aglutinante vegetal para clarificación; Balso (*Heliocarpus popayanenses HBK*)

Componentes	Cantidades
pH	6.32
Volumen obtenido	1.05 L.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 04: Análisis físico químico de la lejía de ceniza para regular el pH
del jugo de caña

Componentes	Cantidades
pH	10.95
Volumen obtenido	2.15 L.

Fuente: Elaboración propia

La composición físico química de la materia prima directamente que se utilizó en la elaboración de la pasta se aprecian en los cuadros N° 05 y N° 06.

CUADRO N° 05: Análisis físico químico de la miel de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum*)

Componentes	Cantidades
pH	5.85
Acidez total	2.25 %
Ácido representativo	Ácido pantoténico
Sólidos solubles	80 ° Brix
Humedad	20- 22 %
Viscosidad	32640.19 Pa.s
Volumen obtenido	18 L.
Rendimiento	37.5 %

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 06: Análisis físico químico de la arracacha amarilla (*arracacia xanthorrhiza*)

Componentes	Cantidades
pH	5.065
Acidez total	3.84 %
Ácido representativo	Ácido ascórbico
Humedad	66.54 %
Rendimiento	86.27 %
Almidón	24.98 %

Fuente: Elaboración propia

3.2.- Características físico químicas de la pasta de arracacha amarilla endulzada con miel de caña aceptada

En el cuadro N° 07 se muestran los resultados de la composición físico química hecha de la pasta de arracacha amarilla aceptada como producto final.

CUADRO N° 07: Composición físico química de la pasta aceptada como producto final

Componentes	Cantidades
Sólidos solubles	65.23 ° Brix
Viscosidad	130967.0 Cp
Humedad	34.689 %
pH	4.79
Acidez total	2.24 %
Ácido representativo	Ácido ascórbico
Ceniza	0.905 %

Componentes	Cantidades
Fibra	1.1 %
Carbohidratos	63.306 %

Fuente: Elaboración propia

Además en el cuadro N° 08 se muestran otras características del producto final elaborado.

CUADRO N° 08: Otras características del producto final aceptado

Características medidas	Denotaciones
Color	Marrón claro
Sabor	Dulce agradable
Consistencia	Pastosa
Rendimiento	76.395 %
Puntaje obtenido en evaluación sensorial	177.26% y 188.88%
Tiempo de elaboración por lote de 1.5 Kg.	5 H.

Fuente: Elaboración propia

3.3.- Análisis del modelo superficie respuesta

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los diferentes parámetros físicos químicos evaluados, obteniendo los óptimos en cada uno de los análisis, teniendo como factores de estudio a los siguientes:

Factor A: Proporción de mezcla miel de caña y arracacha amarilla. Con sus dos niveles (1:1, 1:1.5 v/p)

Factor B: Tiempo de cocción de la mezcla (1, 1.5 h.)

SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)

CUADRO N° 09: Análisis de varianza para ° Brix, bajo un diseño factorial 2².

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F- Ratio	P Valor
A:A	58.7419	1	58.7419	15.84	0.0041
B:B	0.350208	1	0.350208	0.09	0.7665
AB	0.175208	1	0.175208	0.05	0.8334
Error total	29.6683	8	3.70854		
TOTAL (Corr.)	88.9356	11			

Fuente: Elaboración propia

- Los resultados obtenidos del cuadro ANVA (Cuadro N° 09), nos muestra que existe diferencia significativa entre las proporciones de mezcla, estudiadas para los ° Brix de la pasta.
- Mientras tanto, no existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de la mezcla, estudiadas para los ° Brix de la pasta.

A continuación se muestra la ecuación de regresión, bajo el modelo aditivo lineal del diseño utilizado.

$$^{\circ} \text{BRIX} = 76.5667 - 11.2667 * A - 1.73333 * B + 1.93333 * A * B$$

CUADRO N° 10: Ruta ascendente para calcular el ° Brix óptimo, a partir de la ecuación de regresión.

A	B	° BRIX
1.25	1.25	63.3375
2.25	1.07228	54.0225
3.25	0.701491	43.1418
4.25	0.17536	29.8202
5.25	-0.467273	13.4838
6.25	-1.19442	-6.21227

Fuente: Elaboración propia

- Como la intención es optimizar el parámetro, entonces el valor óptimo es **65.6**

° **Brix**, con un puntaje valor del parámetro que se muestra a continuación:

CUADRO N° 11: Parámetros óptimos evaluados para el ° Brix

Factor	Nivel inferior	Nivel superior	Optimo
A	1.0	1.5	1.0
B	1.0	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

Superficie de Respuesta estimada

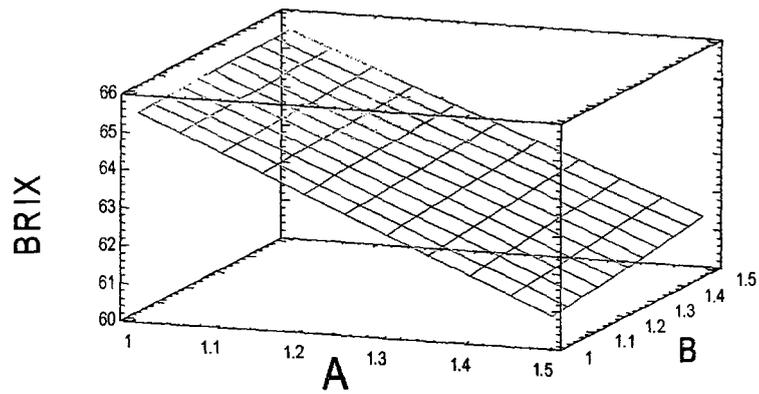


Figura N° 08: Representación grafica del °Brix óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta

Fuente: Elaboración propia

Contornos de Superficie de la Respuesta Estimada

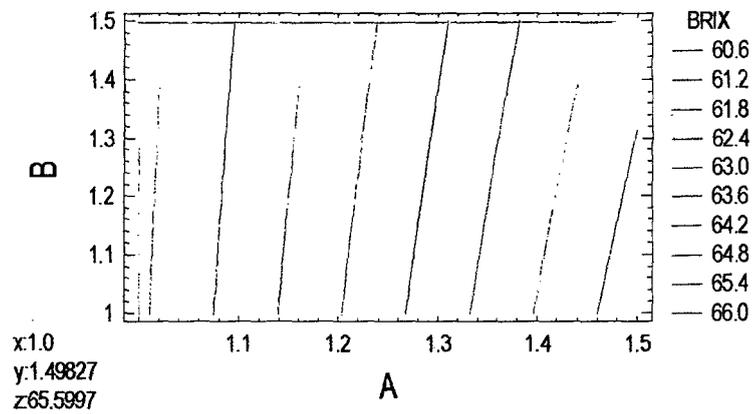


Figura N° 09: Figura para una mejor visualización del ° Brix óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.

Fuente: Elaboración propia

% DE HUMEDAD

CUADRO N° 12: Análisis de varianza para el % de humedad, bajo un diseño factorial 2².

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F- Ratio	P Valor
A:A	56.3767	1	56.3767	26.17	0.0009
B:B	2.22741	1	2.22741	1.03	0.3390
AB	14.941	1	14.941	6.94	0.0300
Error total	17.2329	8	2.15412		
TOTAL (Corr.)	90.778	11			

Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos los cuales se muestran en el Cuadro N° 12, nos dice que existe diferencia significativa entre las proporciones de mezcla, estudiadas para el % de humedad de la pasta.
- Por otro lado, dicho cuadro también nos indica que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de la mezcla, estudiadas para el % de humedad de la pasta.

A continuación se muestra la ecuación de regresión, bajo el modelo aditivo lineal del diseño utilizado.

$$\% \text{ HUMEDAD} = -5.62667 + 30.9867*A + 20.5933*B - 17.8533*A*B$$

CUADRO N° 13: Ruta ascendente para calcular el % de humedad óptimo, a partir de la ecuación de regresión.

A	B	% DE HUMEDAD
1.25	1.25	30.9525
2.25	0.550019	53.3258
3.25	-0.407879	110.347
4.25	-1.39266	203.057
5.25	-2.38487	331.474
6.25	-3.38014	495.599

Fuente: Elaboración propia

- Como la intención es optimizar el parámetro, entonces el valor óptimo es **34.667 %** de humedad, con un valor óptimo de los parámetros que se muestra a continuación

CUADRO N° 14: Parámetros óptimos evaluados para el % de Humedad

Factor	Nivel inferior	Nivel superior	Optimo
A	1.0	1.5	1.5
B	1.0	1.5	1.0

Fuente: Elaboración propia

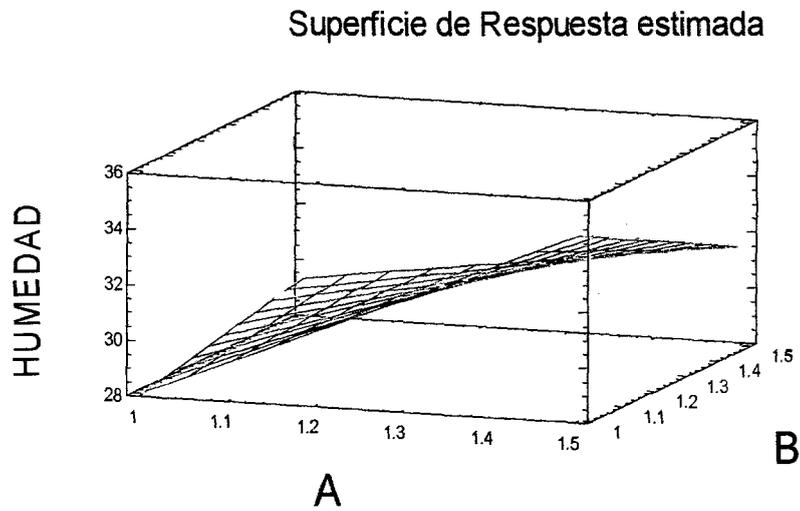


Figura N° 10: Representacion grafica del % de humedad óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta

Fuente: Elaboración propia

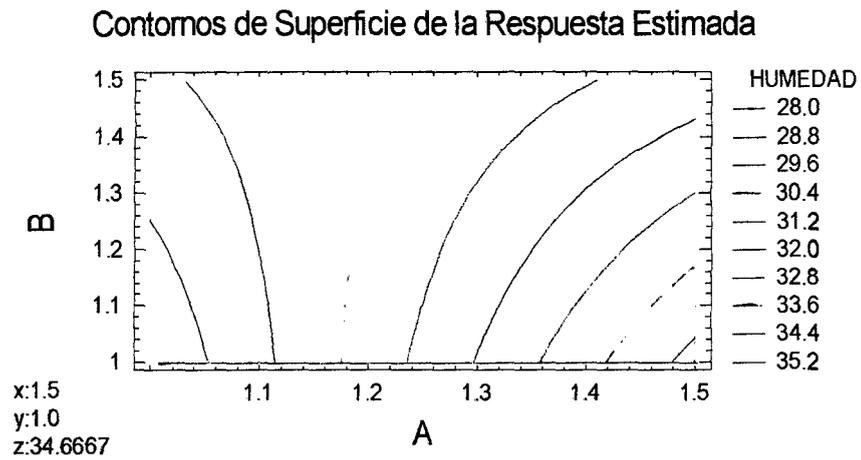


Figura N° 11: Figura para una mejor visualización del % de humedad óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.

Fuente: Elaboración propia

VISCOSIDAD

CUADRO N° 15: Análisis de varianza para la viscosidad, bajo un diseño factorial

2².

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F- Ratio	P Valor
A:A	1.68744E7	1	1.68744E7	1.64	0.2367
B:B	3.88741E6	1	3.88741E6	0.38	0.5563
AB	4.62954E7	1	4.62954E7	4.49	0.0670
Error total	8.25046E7	8	1.03131E7		
TOTAL (Corr.)	1.49562E8	11			

Fuente: Elaboración propia

- Los resultados obtenidos del cuadro ANVA (Cuadro N° 15), nos muestra que existe diferencia significativa entre las proporciones de mezcla, estudiadas para la viscosidad de la pasta.
- Mientras tanto, no existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de la mezcla, estudiadas para la viscosidad de la pasta.

A continuación se muestra la ecuación de regresión, bajo el modelo aditivo lineal del diseño utilizado.

$$\text{VISCOSIDAD} = 167577.0 - 34540.0 \cdot A - 37006.7 \cdot B + 31426.7 \cdot A \cdot B$$

CUADRO N° 16: Ruta ascendente para calcular la viscosidad óptima, a partir de la ecuación de regresión.

A	B	VISCOSIDAD (Cp)
1.25	1.25	127248.0
2.25	2.17675	163225.0
3.25	3.17416	262055.0
4.25	4.17329	423740.0
5.25	5.17284	648280.0
6.25	6.17258	935672.0

Fuente: Elaboración propia

- Como la intención es optimizar el parámetro, entonces el valor óptimo es **130967.0 Cp.** de viscosidad, con un valor óptimo de los parámetros que se muestra a continuación

CUADRO N° 17: Parámetros óptimos evaluados para la viscosidad.

Factor	Nivel inferior	Nivel superior	Optimo
A	1.0	1.5	1.5
B	1.0	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

Superficie de Respuesta estimada

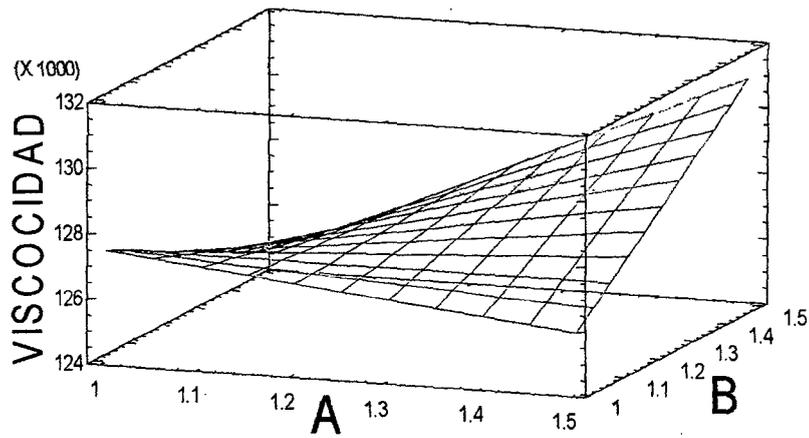


Figura N° 12: Representación grafica de la viscosidad óptima bajo un modelo de Superficie Respuesta

Fuente: Elaboración propia

Contornos de Superficie de la Respuesta Estimada

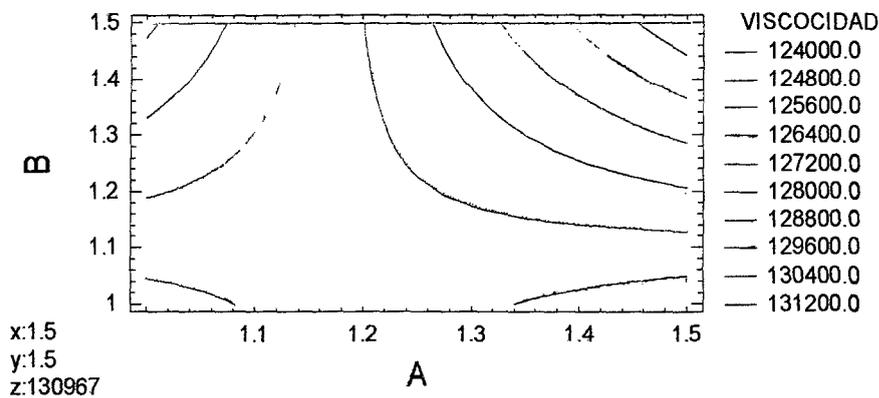


Figura N° 13: Figura para una mejor visualización de la viscosidad óptima, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.

Fuente: Elaboración propia

pH

CUADRO N° 18: Análisis de varianza para el pH, bajo un diseño factorial 2².

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F- Ratio	P Valor
A:A	0.046875	1	0.046875	1.17	0.3116
B:B	0.027075	1	0.027075	0.67	0.4355
AB	0.330008	1	0.330008	8.21	0.0210
Error total	0.321467	8	0.0401833		
TOTAL (Corr.)	0.725425	11			

Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos los cuales se muestran en el Cuadro N° 18, nos dice que existe diferencia significativa entre las proporciones de mezcla, estudiadas para el nivel de pH de la pasta.
- Por otro lado, dicho cuadro también nos indica que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de la mezcla, estudiadas para el nivel de pH de la pasta.

A continuación se muestra la ecuación de regresión, bajo el modelo aditivo lineal del diseño utilizado.

$$\text{pH} = 1.07667 + 3.06667*A + 3.12667*B - 2.65333*A*B$$

CUADRO N° 19: Ruta ascendente para calcular el pH óptimo, a partir de la ecuación de regresión.

A	B	pH
1.25	1.25	4.6725
2.25	2.2282	1.64116
3.25	3.2278	-6.69879
4.25	4.22766	-20.3454
5.25	5.22759	-39.2988
6.25	6.22755	-63.5588

Fuente: Elaboración propia

- Como la intención es optimizar el parámetro, entonces el valor óptimo del pH es **4.85333**, con un valor óptimo de los parámetros que se muestra a continuación

CUADRO N° 20: Parámetros óptimos evaluados para el pH.

Factor	Nivel inferior	Nivel superior	Optimo
A	1.0	1.5	1.0
B	1.0	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

Superficie de Respuesta estimada

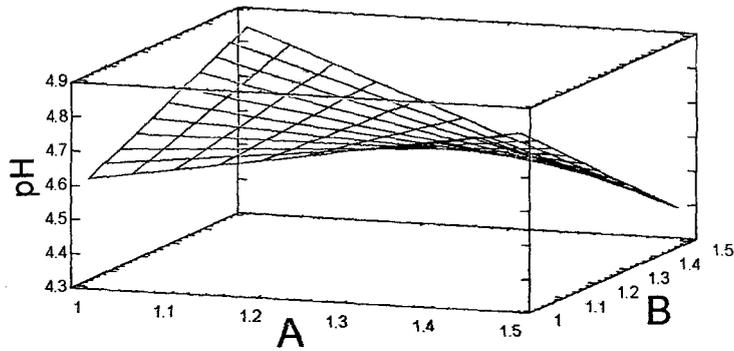


Figura N° 14: Representacion grafica del pH óptimo bajo un modelo de Superficie Respuesta

Fuente: Elaboración propia

Contornos de Superficie de la Respuesta Estimada

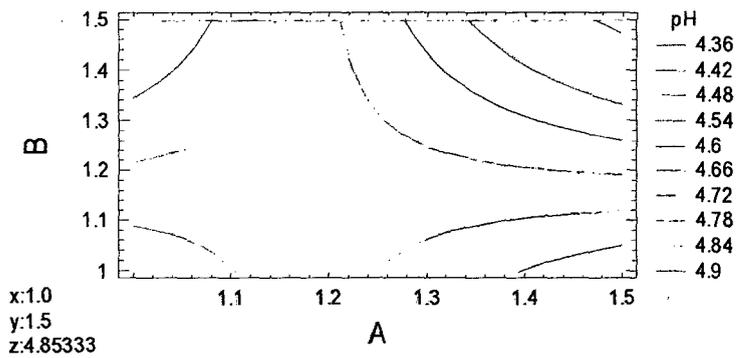


Figura N° 15: Figura para una mejor visualización del pH óptimo, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.

Fuente: Elaboración propia

ACIDEZ TOTAL

CUADRO N° 21: Análisis de varianza para la acidez total, bajo un diseño factorial 2².

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F- Ratio	P Valor
A:A	0.3072	1	0.3072	4.50	0.0667
B:B	0.0341333	1	0.0341333	0.50	0.4996
AB	0.3072	1	0.3072	4.50	0.0667
Error total	0.546133	8	0.0682667		
TOTAL (Corr.)	1.19467	11			

Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos los cuales se muestran en el Cuadro N° 21, nos dice que existe diferencia significativa entre las proporciones de mezcla, estudiadas para el nivel de acidez total de la pasta.
- Por otro lado, dicho cuadro también nos indica que existe diferencia significativa entre los tiempos de cocción de la mezcla, estudiadas para el nivel de acidez total de la pasta.

A continuación se muestra la ecuación de regresión, bajo el modelo aditivo lineal del diseño utilizado.

$$\% \text{ ACIDEZ} = 4.8 - 2.56*A - 2.98667*B + 2.56*A*B$$

CUADRO N° 22: Ruta ascendente para calcular el % de acidez óptimo, a partir de la ecuación de regresión.

A	B	% ACIDEZ
1.25	1.25	1.86667
2.25	2.10321	4.87291
3.25	3.09351	12.9787
4.25	4.09016	26.205
5.25	5.08847	44.5515
6.25	6.08745	68.018

Fuente: Elaboración propia

- Como la intención es optimizar el parámetro, entonces el valor óptimo del pH es 2.24, con un valor óptimo de los parámetros que se muestra a continuación

CUADRO N° 23: Parámetros óptimos evaluados para la acidez total.

Factor	Nivel inferior	Nivel superior	Óptimo
A	1.0	1.5	1.5
B	1.0	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

Superficie de Respuesta estimada

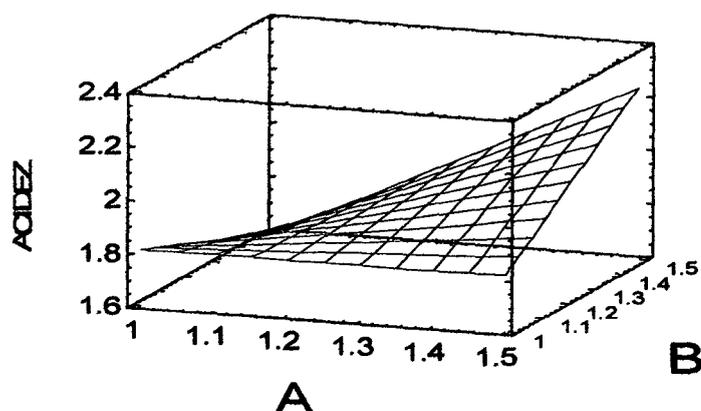


Figura N° 16: Representación grafica de la acidez total bajo un modelo de Superficie Respuesta

Contornos de Superficie de la Respuesta Estimada

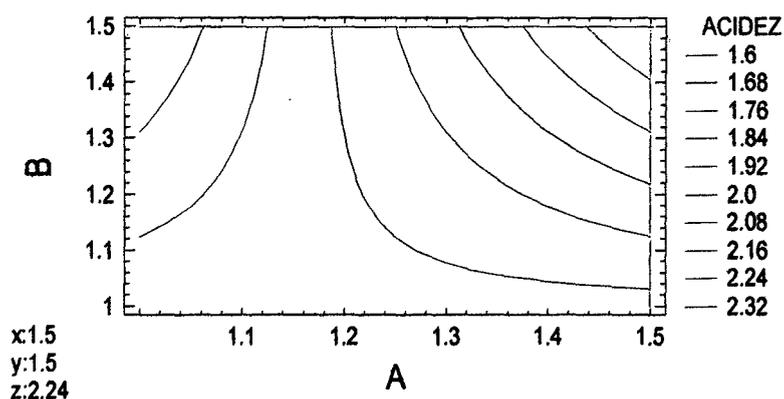


Figura N° 17: Figura para una mejor visualización de la acidez total, bajo contornos de superficie de la respuesta estimada.

Fuente: Elaboración propia

3.4.- Denotación final de los parámetros óptimos, en el análisis físico químico

A continuación en el cuadro N° 24 se muestra la denotación final de los valores óptimos obtenidos por los parámetros de cada factor, en la evaluación del análisis físico químico de las muestras de pasta; para que finalmente así distinguir un producto definitivo con las mejores características físicas químicas.

CUADRO N° 24: Denotación final de los valores óptimos de cada parámetro evaluado.

VALORES ÓPTIMOS POR CADA ANÁLISIS										N° DE VECES DEL PARÁMETRO DOMINANTE	
° BRIX		% DE HUMEDAD		VISCOSIDAD		pH		ACIDEZ TOTAL			
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	3 veces 1.5	4 veces 1.5

Fuente: Elaboración propia

A: Factor de la proporción de mezcla arracacha amarilla y miel de caña. (v/p)

B: Factor del tiempo de cocción de la mezcla (H.)

Según los resultados obtenidos del análisis, se puede decir el producto definitivo con las mejores condiciones físico químicas son la pasta elaborada con una proporción de mezcla arracacha amarilla y miel de caña de azúcar de (1:1:5 v/p) y un tiempo de cocción de 1.5 h.

3.5.- Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar

En el cuadro N° 25 se muestra el análisis de varianza (ANVA), correspondiente al diseño de bloques completamente al azar para la aceptación de la pasta de arracacha, con un nivel de significancia de 5%.

CUADRO N° 25: Análisis de varianza de la prueba de aceptación para el modelo de bloques completamente al azar.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabla $\alpha = 5\%$
Tratamientos	5.30	5	1.06	1.04	2.33
Panelistas o bloques	30.08	17	1.77	1.73	1.76
Error	86.87	85	1.02		
TOTAL	122.25	107			

Fuente: Elaboración propia

- En el caso de los tratamientos se obtuvo un F calculado de 1.04, el cual es menor que el F tabla que es de 2.33 a un nivel de significancia de 5 %; indicándonos esto, que no existió una diferencia significativa entre el sabor,

color y consistencia de los diferentes tratamientos; lo cual nos da a entender que las preferencias de los diferentes productos (pasta de arracacha amarilla) con las distintas proporciones de mezcla de arracacha amarilla - miel de caña y tiempo de cocción tomadas para el caso de la investigación tienen los mismos efectos en la evaluación sensorial por parte de los panelistas o evaluadores.

- Por otro lado, en la evaluación con los panelistas se obtuvo un F calculado de 1.73, el cual es menor que el F de tabla que es de 1.76 a un nivel de significancia del 5%, esto nos indicó que no existió una diferencia significativa entre la opinión de los diferentes panelistas.

3.6.- Nivel del grado de aceptabilidad de las distintas pastas por los panelistas

A continuación en el cuadro N° 26 se muestra el nivel de aceptabilidad de las distintas pastas de arracacha amarilla evaluadas por los panelistas según la escala hedónica de 5 puntos.

CUADRO N° 26: Grado de aceptabilidad de las pastas elaboradas según escala hedónica.

Grado de aceptabilidad ESCALA HEDÓNICA	Muestra 01		Muestra 02		Muestra 03		Muestra 04		Muestra 05		Muestra 06		TOTAL
	T1		T2		T3		T4		T5		T6		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	%
5. Me gusta mucho	2	11.11	8	44.44	6	33.33	4	22.22	5	27.78	7	38.38	177.26
4. Me gusta algo	8	44.44	3	16.67	8	44.44	8	44.44	3	16.67	4	22.22	188.88
3. Me gusta	7	38.38	5	27.78	3	16.67	3	16.67	5	27.78	4	22.22	149.50
2. No gusta ni me disgusta	1	5.55	2	11.11	1	5.55	2	11.11	4	22.22	3	16.67	72.21
1. No me gusta	0	0	0	0	0	0	1	5.55	1	5.55	0	0	11.11
TOTAL	18	100	600										

Fuente: Elaboración propia

%: Porcentaje de aceptación según escala hedónica

N: Numero de panelistas que respondieron a las alternativas según escala hedónica

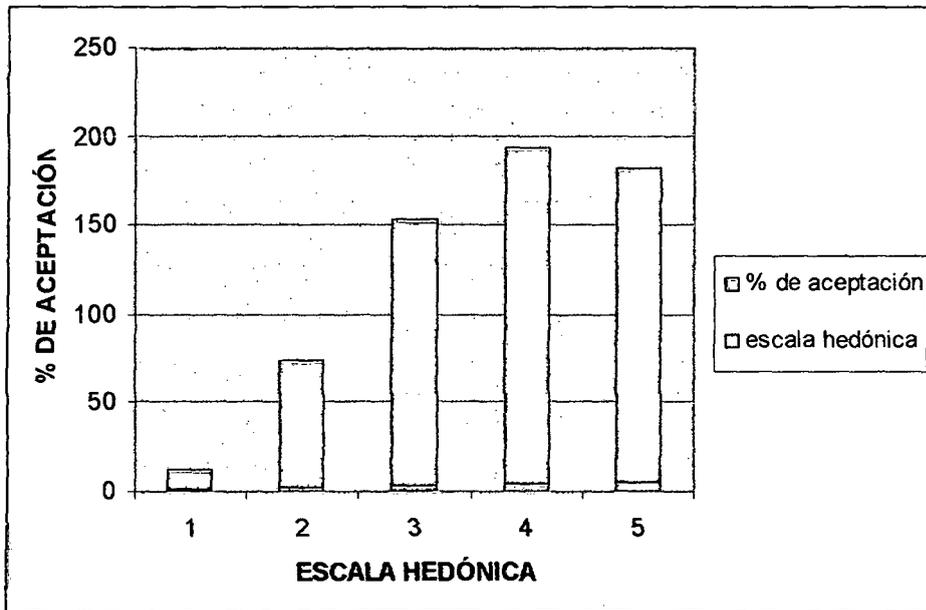


Figura N° 18: Representación grafica del nivel de aceptabilidad según escala hedónica.

Fuente: Elaboración propia

Las pastas que fueron sometidos a la prueba de aceptabilidad tuvieron puntajes bastante cercanos entre unos y otros, los cuales están denotados en el cuadro del anexo N° 04.

Sin embargo la aceptabilidad de las diferentes pastas por parte de los panelistas tuvo un mayor porcentaje de aceptación en el rango “me gusta mucho” con 177.26 %, “me gusta algo” con 188.88 % y “me gusta” con 149 50 %; indicándonos finalmente que el producto elaborado a partir de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar es altamente aceptado por los panelistas evaluadores.

3.7.- Flujograma definitivo en la elaboración de la pasta de arracacha amarilla y miel de caña

En la figura N° 19 se muestra el flujograma definitivo de la elaboración de pasta de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar indicando los parámetros y proporciones adecuadas para una elaboración de este producto con características físicas, químicas y organolépticas aceptables por el público consumidor.

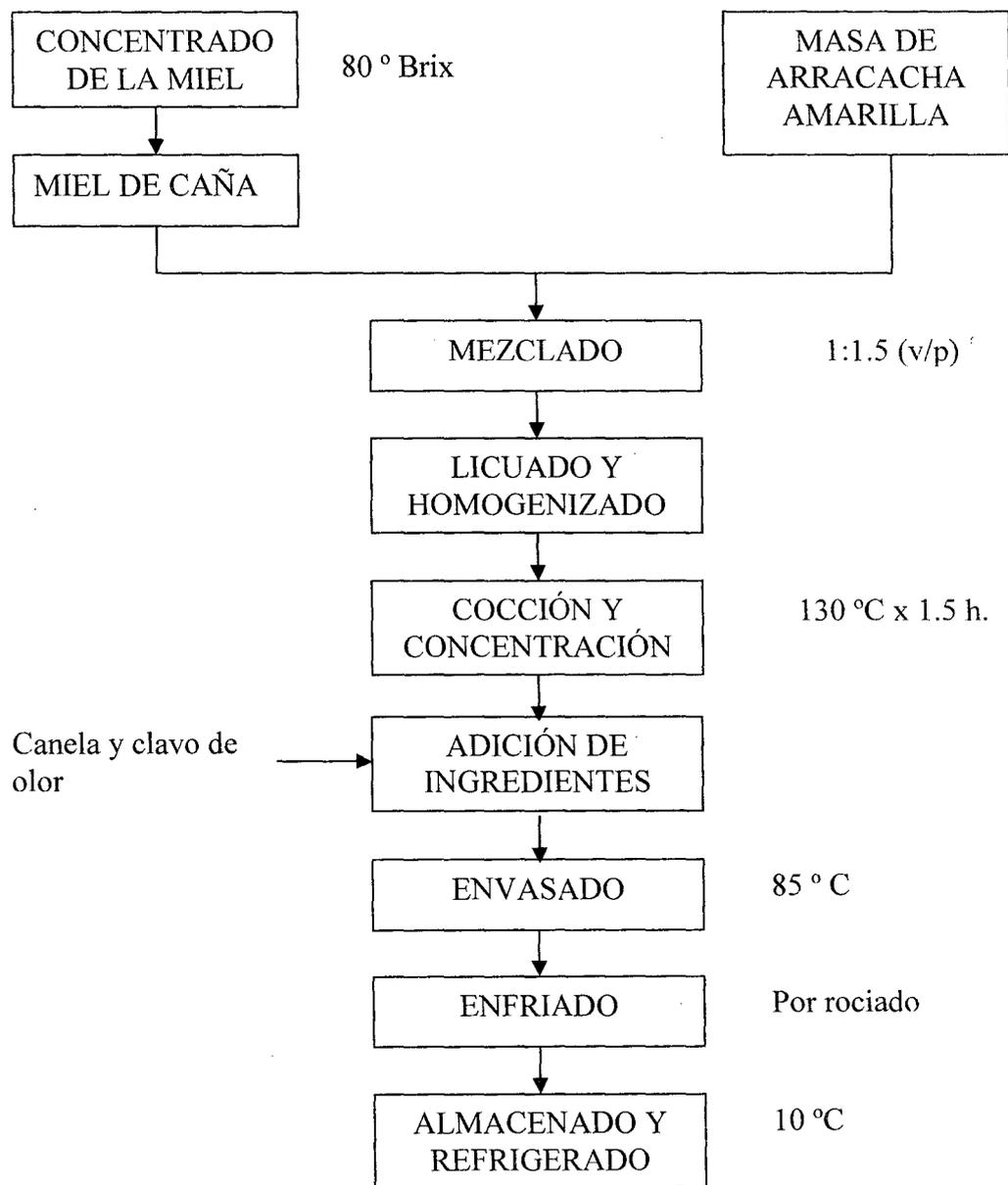


Figura N° 19: Diagrama de flujo para la elaboración de una pasta de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) endulzada con miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) apto para su venta.

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIONES

En el presente trabajo de investigación se tuvo que elaborar una miel a partir del jugo de caña; para lo cual se tuvo que realizar un proceso de clarificado a dicho jugo, con la finalidad de obtener una miel mucho mas clara al final del proceso y así dar una mejor presentación de la pasta de arracacha. Entonces durante este clarificado se empleó un aglutinante vegetal que fue el balso y un regulador del pH que fue la ceniza filtrada, para obtener un pH final cercano a 6.0 y así evitar la inversión de la sacarosa que provocaría el posterior oscurecimiento de la miel. Todo este proceso se puede contrastar con la información difundida por FONCODES (2006), en la cual manifiesta que, en el proceso de concentración del jugo de caña, específicamente en la etapa de clarificación, al final del calentamiento del jugo de caña se realiza el descachazado del mismo, eliminando impurezas; al finalizar el descachazado se realiza la regulación del jugo, agregando un destilado de ceniza para elevar el pH del jugo; y así obtener una miel de calidad y con buen color.

Durante la etapa de mezclado de la arracacha amarilla y la miel de caña, se emplearon tres proporciones para dicho proceso (1:1, 1:1.25, 1:1.5 v/p) y así obtener un producto final con las características deseadas, teniendo en cuenta al consumo que esta destinado. Para elegir estas proporciones se tuvo que tener como base a los trabajos artesanales de CONDESAN (1993), en la cual emplean proporciones de 1:1.094 v/p, obteniendo un producto final muy parecido a la panela granulada.

En el análisis de datos para la evaluación organoléptica del producto final, demostró que no existía diferencia significativa entre la preferencia del color, sabor y consistencia de los distintos tratamientos con un nivel de significancia del 5 % (ver

cuadro N° 09). Este resultado se puede corroborar con la información planteada por Anzaldúa Morales, (1994); manifestando que en un análisis sensorial de alimentos puede darse que en los resultados de los diferentes tratamientos evaluados exista diferencia significativa o también no exista diferencia significativa por la similitud de los diferentes tratamientos, caso que se dio en el nuestro; entonces se debe tener en cuenta otros factores en la cual se pueda diferenciar y tener un producto definitivo.

Para el análisis de datos en la evaluación de los parámetros físico químicos, para determinar el parámetro óptimo en la elaboración y así tener un producto definitivo, se puede realizar mediante el método de un DBCA con un nivel de significancia del 5 % o mediante un método de superficie respuesta, modelo que se utilizó. Porque según Daniel Peña, (2002), nos dice que en la experimentación industrial se necesita, conocer el efecto de varios factores sobre una variable respuesta y así optimizar un determinado parámetro en la elaboración de un producto. Además Frank Yates (1902- 1982), manifiesta que en un modelo de superficie respuesta se puede utilizar un diseño Factorial de 2^k bajo dos niveles, los cuales están especialmente adaptados para experimentar con un alto contenido de factores y son fáciles de fraccionar en bloques homogéneos para estudiar subgrupos de variables.

Mediante el porcentaje de ceniza se obtiene los minerales (Ca, He y P) del producto, en forma de residuos inorgánicos; en el cual se obtuvo un 0. 905% (cuadro N° 07) para la pasta definitiva elaborada. Sin embargo éste resultado puede tener un margen de error, porque según Pearson (1999), menciona que durante el proceso de retirado de la muestra del horno mufla, para realizar el ultimo pesado

(W3) puede haber la posibilidad de cierta dispersión de las muestras calcinadas (cenizas esponjosas) que tienden a dispersarse por efecto del aire del medio ambiente; lo que entonces se recomendaría es proteger dicha muestra para evitar dicho fenómeno.

En cuanto al análisis de proteínas y grasas para nuestro producto es despreciable, por la caracterización físico química ya hechas de las materias primas que interviene en el proceso de elaboración de la pasta (Arracacha amarilla y miel de caña de azúcar). Indicándonos que Dos Santos (1998) y Ayala (2000), el contenido de proteína de la arracacha es de 0.96 g./100 g. de materia seca y el contenido de grasa es de 0.26g./100 g. de materia seca. Mientras tanto Chem, J. (1997), menciona que el contenido de proteína para la miel de caña es de 0.6%, y el contenido de grasa es de 0.2%; lo cual nos da entender que existe una alta probabilidad que éstos contenidos nutricionales se perdieron durante el proceso de elaboración.

Con respecto a la humedad del producto, se puede decir que es un parámetro muy importante que se debe evaluar en el producto; ya que a partir de tal parámetro físico se puede determinar la disponibilidad de agua en la pasta y así saber la peresibilidad del producto. En cuanto al producto elaborado, el porcentaje de humedad determinado fué de 34.689 %, con una actividad de agua del 0.346, indicándonos esto que es un valor apropiado para evitar el crecimiento de todo tipo de microorganismos y así prolongar su vida útil, ya que Pearson (1999), menciona que los microorganismos se desarrollan de una mejor manera en los rangos de actividad de agua, que a continuación se indica: Bacterias (0.91), Levaduras (0.85), Mohos y hongos (0.75), Mohos y hongos xerófilos (0.65), Levaduras osmofílicas (0.60).

En cuanto a la acidez total y el pH se tuvo los siguientes resultados: Acidez total fue de 2.24 % y un pH de 4.79; si bien son parámetros de la medida de la acidez del producto, pero según Pearson (1999), nos dice que durante el deterioro de los alimentos, ocurren cambios por acción enzimática y desarrollo de bacterias. Estos cambios se dan más por la concentración del ión hidrógeno, que por la acción de la acidez titulable. Esto nos da entender que en la conservación de los alimentos es muy importante evaluar y saber el pH de dicho alimento.

El envasado en los alimentos semi sólidos, como el caso de nuestro producto elaborado es muy importante para evitar el desarrollo de ciertos microorganismos aeróbicos y así alterarlo, dentro de estos microorganismos aeróbicos a los que están más expuesto nuestro producto son los mohos y levaduras, los cuales se pueden controlar en gran parte con la exclusión del oxígeno en el envase, con un sellado hermético al vacío y/o cubriendo la parte superior del envase con lámina de parafina. A. Casp y J. Abril (2003).

V. CONCLUSIONES

Se elaboró una pasta orgánica a base de arracacha amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*) y miel de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), con la finalidad de ser consumido directamente como un sustituto de las mermeladas convencionales ya existentes; o también puede ser utilizada como insumo para la industria de la panificación, en rellenos de tortas, pasteles y kinkones.

En la evaluación organoléptica del producto, se tuvo una gran aceptación por parte de los panelistas evaluadores; ubicándolo en una escala de aceptación de “me gusta mucho” y “me gusta algo” con 177.26 % y 188.88% de un total de 600% respectivamente, ver cuadro N° 10. Indicándonos todo esto que si el producto fuera ofertado al público en general, este tuviera una gran aceptación.

Después de hacer los análisis tanto físico químicos y organolépticos, se tuvo como producto definitivo apto para salir al mercado a la pasta elaborada a una proporción de mezcla 1:1.5 v/p y un tiempo de cocción de 1.5 h., lo cual nos indica que los parámetros evaluados durante el proceso de elaboración de dicho producto si influyen en las propiedades físico químicas y organolépticas.

En la evaluación de las características físico químicas de la pasta definitiva se obtuvieron los siguientes resultados: Sólidos solubles 65.23 °Brix, viscosidad 130967.0 Cp., humedad 34.689 %, pH 4.79, acidez total 2.24 %, ceniza 0.905 %, fibra 1.1% y carbohidratos 63.306 %; cuyos valores se encuentran dentro de los parámetros normales según la Oficina Española de Patentes y Marcas de los rellenos para la industria de la panificación.

Por los resultados obtenidos finalmente nos permiten concluir, que las bondades del producto es altamente nutritivo, orgánico, natural, ecológico y nutracéutico por su alto contenido de vitaminas y minerales; y la posibilidad de aprovechar esta raíz andina que se adapta muy bien a las condiciones climáticas y edafológicas del Departamento de Amazonas, dando un nuevo valor agregado a esta especie y así fomentar su cultivo desarrollando nuevas técnicas agrícolas y como parte subsiguiente la agroindustria rural en la zona.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis microbiológico para conocer la flora microbiana presente, pues a pesar de contar con un tratamiento térmico durante la elaboración y la alta concentración de azúcar, el cual es un conservante natural; existe la posibilidad que presente ciertos microorganismos patógenos que alteren el producto

Ensayar otros tratamientos con la adición de insumos que aporten otros valores nutritivos, especialmente proteínas (leche, soya); y de esta manera mejorar la calidad nutricional del producto final.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.Casp & J. Abril (2003) “Proceso de conservación de alimentos” Segunda edición Editorial Mundi – Prensa Madrid – España.
2. Adam, E. (2004) “Manual de funcionamiento del equipo AMB MOISTURE BALANCE” Editorial Adam Equipment Company. LTD – USA.
3. Anzaldúa Morales, A. (1994) “La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica” Editorial Acribia. Zaragoza – España.
4. AOAC. (1984) Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis. Decimocuarta edición. Arlington, Virginia. E.U.A Ed the William Byrd.
5. Castro, W. Heredia J. (2005) “Manual re practicas de análisis de productos agroindustriales” Segunda Edición Chachapoyas – Perú.
6. Centro Internacional de la Papa. CIP. (1992) “Proyecto de conservación, evaluación y utilización de la biodiversidad de las raíces y tubérculos andinos” Lima – Perú.
7. Chem, J. (1997) “Manual del azúcar” Editorial Limusa S.A. Balderas- México.
8. Complejo Agroindustrial Cartavio SAA. (2004) “Manual de instrucciones del Proceso de control de calidad: I-PCC-74, Medición de °Brix – método refractométrico” Cartavio – Perú.
9. Complejo Agroindustrial Cartavio SAA. (2004) “Manual de instrucciones del Proceso de control de calidad: I-PCC-15, Medición de pH” Cartavio – Perú
10. CONDESAN (1993) “Programa colaborativo de Biodiversidad de raíces y tubérculos andinos”.
11. Dirección General de Información Agraria (2009) “Oficina de estudios económicos y estadísticos”- Agencia agraria Amazonas – Perú.

12. Dos Santos, (1998) y Ayala (2000) “Programa de investigación y proyección social en raíces tuberosas de la Universidad Nacional Agraria la Molina” Lima – Perú.
13. Espinoza E. (2003) “Evaluación sensorial de los alimentos” Primera Edición Editorial PRINTED IN PERU, Tacna- Perú.
14. FONCODES (2006) “Línea de base para la producción de panela granulada en la Provincia de Rodríguez de Mendoza. Programa a Producir, Red grano de oro. Micro corredor socioeconómico Kuelap” Amazonas – Perú.
15. Hermann, M. (1994) “Arracacha and achira processing and product development”. Annual review of CIP. Lima – Perú.
16. INIA (2006) “Proyecto del cultivo de caña de azúcar” Perú.
17. Joaquín de Azevedo. (1774) “Ensayo económico sobre el origen de la caña de azúcar” Lisboa – Portugal.
18. Kirk Ronald S. (1996) “Composición y análisis de alimentos de Pearson” Editorial CECSA México D.F – México.
19. Muñoz, E. H. (1968) “El cultivo de la arracacha en la sabana tropical”. v.24. n.3. p.139- 146 – Colombia.
20. Noguera, Y.; Pacheco, E. (2000) “Caracterización física, química y sensorial de hojuelas fritas de apio”. Revista Agronómica Tropical 50(2). 241- 252.
21. Peña Sánchez Daniel de Rivera (2002) “Regresión y diseño de experimentos” Ciencias Sociales. Madrid – España.
22. Polígono Norea Norte, 8- 31191 Beriain (Navarra)”Manual de instrucciones del viscosímetro rotacional Nahita” Modelo 801. [http://www. Auxilab.es](http://www.Auxilab.es).
23. Prada, L. (2002) “Mejoramiento de la calidad de la miel y panela mediante la limpieza de los jugos de caña” CORPOICA, CIMPA – Colombia. Disponible en: <http://www.pronatta.gov>.

24. Primo Yufera Eduardo (1998) “Química de los alimentos” Editorial Síntesis S.A
Madrid – España.
25. Santos, F. & Pereira, A. (1994) “Características nutricionais de clones de
mandioquinha salsa. Symposium of the internacional society for tropical root
crops”. Bahia – Brasil.
26. Ureña, M. D Arrigo, M. (1999) “Evaluación sensorial de los alimentos” Editorial
Agraria. Lima – Perú.
27. Yoplac T. Ives (2008) “Efecto del alcalinizado y aglutinantes vegetales obtenidos a
partir del cadillo (*Triumfetta aff. Millissima HBK*) y balso (*Heliocarpus
popayanenses HBK*) en las características físico- químicas de la panela granulada”
Chachapoyas – Perú.
28. Zabaleta V. Wagner. (2009) “Caracterización fisicoquímica y organoléptica en pan
enriquecido por la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por
harina, pasta de pajuro (*Eritrina edulis triana*)” Chachapoyas – Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Disposición general de los resultados fisico químicos

CUADRO N° 27: Resultados físicos de la pasta de arracacha

SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)					
REPETICIÓN	1:1		1:1.5		TOTAL
	1	1.5	1	1.5	
1	68.5	65.4	63.6	61.9	256.7
2	63.6	66.7	58.5	60.9	249.7
3	64.4	64.7	60.4	61.45	250.95
HUMEDAD (%)					
REPETICIÓN	1:1		1:1.5		TOTAL
	1	1.5	1	1.5	
1	26.76	27.19	35.71	30.66	120.32
2	29.49	31.57	33.50	32.30	126.86
3	28.05	29.65	34.79	31.76	124.25
VISCOSIDAD (Cp)					
REPETICIÓN	1:1		1:1.5		TOTAL
	1	1.5	1	1.5	
1	130 300	123 100	124 000	132 000	509 400
2	123 700	128 400	124 100	127 600	503 800
3	128 370	122 500	129 600	133 300	513 770

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 28: Resultados químicos de la pasta de arracacha

p H					
REPETICIÓN	1:1		1:1.5		TOTAL
	1	1.5	1	1.5	
1	4.40	4.89	5.09	4.58	18.96
2	4.81	4.83	4.60	4.13	18.37
3	4.64	4.84	4.78	4.48	18.74
ACIDEZ TOTAL (%)					
REPETICIÓN	1:1		1:1.5		TOTAL
	1	1.5	1	1.5	
1	1.92	1.92	1.92	2.56	8.32
2	1.92	1.28	1.60	1.92	6.72
3	1.6	1.60	1.92	2.24	7.36

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 02: Matriz de resultados del análisis físico químico

CUADRO N° 29: Disposición de los datos experimentales del análisis físico químico; para introducir al statgrafics.

BLOQUES	A	B	°BRIX	% HUMEDAD	VISCOSIDAD (Cp)	pH	A. TOTAL (% ACIDEZ)
1	1.0	1.0	68.5	26.76	130 300	4.40	1.92
1	1.5	1.0	63.6	35.71	124 000	5.09	1.92
1	1.0	1.5	65.4	27.19	123 100	4.89	1.92
1	1.5	1.5	61.9	30.66	132 000	4.58	2.56
2	1.0	1.0	63.6	29.49	123 700	4.81	1.92
2	1.5	1.0	58.5	33.50	124 100	4.60	1.6
2	1.0	1.5	66.7	31.57	128 400	4.83	1.28
2	1.5	1.5	60.9	32.30	127 600	4.13	1.92
3	1.0	1.0	64.4	28.05	128 370	4.64	1.6
3	1.5	1.0	60.4	34.79	129 600	4.78	1.92
3	1.0	1.5	64.7	29.65	122 500	4.84	1.60
3	1.5	1.5	61.45	31.76	133 300	4.48	2.24

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 03: Ficha para la evaluación organoléptica de la pasta de arracacha
amarilla y miel de caña**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS**

FICHA DE ESCALA HEDÓNICA

Nombre:..... Fecha:..... Hora:.....

Producto: **Pasta de arracacha**

Evalúe cada muestra, marcando con una X, según la escala que cree conveniente para el
COLOR, SABOR y CONSISTENCIA

ESCALA	CÓDIGO DE LAS MUESTRAS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
5. Me gusta mucho						
4. Me gusta algo						
3. Me gusta						
2. No me gusta ni me disgusta						
1. No me gusta						

OBSERVACIONES

.....

.....

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Fuente: Espinoza, E. (2003), adaptado por los autor

ANEXO N° 04: Matriz de resultados del análisis organoléptico

CUADRO N° 30: Resultados de la prueba de aceptabilidad de la pasta de arracacha

BLOQUE O PANELISTAS	TRATAMIENTOS O MUESTRAS						TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	$\sum Y_i$
1	3	5	5	4	3	3	23
2	4	3	4	5	4	4	24
3	4	5	3	1	2	2	17
4	3	2	2	3	3	2	15
5	4	3	4	5	3	5	24
6	2	3	5	4	5	5	24
7	3	4	5	2	1	2	17
8	4	5	4	4	4	5	26
9	3	3	4	3	2	5	20
10	3	5	4	2	5	4	23
11	4	3	4	5	4	4	24
12	5	4	5	3	2	5	24
13	3	5	5	4	3	3	23
14	4	5	3	4	5	3	24
15	3	2	4	5	2	5	21
16	4	5	5	4	3	4	25
17	5	4	3	4	5	3	24
18	4	5	4	4	5	5	27
TOTAL $\sum Y_i$	65	71	73	66	61	69	405

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 05: Resultados del análisis estadístico

Cálculos para el análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar

Suma de cuadrados

- $SC. Total = \sum \sum Y_{ij}^2 - C$

Donde:

$$C = \frac{Y_{..}^2}{(\tau_i)(\beta_j)} \quad C: \text{Factor de corrección}$$

$$SC. Total = (3^2 + 4^2 + \dots + 3^2 + 5^2) - \frac{405^2}{108} = 122.25$$

- $SC. Bloques = \frac{\sum Y_{.j}^2}{T} - C$

$$SC. Bloques = \frac{1}{6}(23^2 + 24^2 + \dots + 24^2 + 27^2) - \frac{405^2}{108} = 30.08$$

- $SC. Trat. = \frac{\sum Y_{i.}^2}{B} - C$

$$SC. Trat. = \frac{1}{18}(65^2 + 71^2 + \dots + 61^2 + 69^2) - \frac{405^2}{108} = 5.30$$

- $SC. Error = SC. Total - SC. Trat. - SC. Bloques$

$$SC. Error = 122.25 + 5.30 + 30.08 = 86.87$$

Grados de Libertad

- $GL. Bloques = B-1 = 18-1 = 17$

- $GL. Tratamientos = T-1 = 6-1 = 5$

- $GL. Error = (B-1)(T-1) = 17 * 5 = 85$

- $GL. Total = B*T - 1 = 18*6 - 1 = 107$

ANEXO N° 06: Descripción de los principales análisis físicos químicos realizados en la presente investigación

pH

Para realizar esta medición se utilizó la cinta de pH, para determinar los valores de pH del jugo de caña y el potenciómetro digital marca QUIMIS previamente calibrado, para determinar los valores de pH de los aglutinantes vegetales, miel de caña, arracacha amarilla como materia prima y pasta final; siguiendo los pasos correspondientes de acuerdo a las normas y manuales de (Castro, W. 2006) y (I-PCC- 15) para dicho análisis.

Acidez titulable

Se determinó por el método de titulación con NaOH al 0.1 N, agregando previamente indicador de fenolftaleína a la muestra y anotando posteriormente el volumen gastado de NaOH hasta el cambio de color que se da durante la titulación, y aplicando la siguiente fórmula. (A. O. A. C, 1984) y (Castro, W. 2006)

$$\%ácido = \frac{N.V.(peX)}{W} * 100$$

Este análisis se realizó para la miel de caña de azúcar, arracacha amarilla y pasta final.

Humedad

Este análisis se realizó utilizando una balanza de humedad.(Adam Equipment, 2004), mediante un proceso de secado y eliminación del agua libre y semi ligada del producto.Dicho análisis se hizo a la arracacha amarilla, miel de caña y pasta final.

Sólidos solubles (°Brix)

Se determinó por el I - PCC – 74 utilizando el refractómetro digital para el caso de la muestra de miel de caña y pasta final; y utilizando el refractómetro óptico para el análisis de sólidos solubles del jugo de caña de azúcar, mediante la metodología para dicho análisis.

Viscosidad

El análisis de viscosidad se realizó empleando el viscosímetro digital de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDVE230; utilizando el spin N° 7 y a una velocidad angular de 30 r.p.m; para la muestra de pasta de arracacha amarilla y miel de caña de azúcar.

Ceniza

Se determinó por el método de calcinación en un horno mufla, solamente analizando al producto definitivo con el porcentaje de residuos inorgánicos que queda después de quemar la materia orgánica. Para dicho análisis se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ ceniza} = \left[\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \right] * 100$$

Fibra

Para este análisis se utilizó el método NMX-F-090-S-1978, el cual es empleado para determinar fibra cruda en alimentos; basada en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con una calcinación posterior se determina la fibra cruda. Para dicho análisis se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ fibra} = \frac{(P_S - P_P) - (P_C - P_{CP})}{M} * 100$$

Donde:

P_S = Masa e g. de la muestra seca a 130 °C.

P_P = Masa en g. del papel filtro.

P_C = Masa en g. de la ceniza.

P_{CP} = Masa en g. de la ceniza del papel.

M = Masa de la muestra en g.

Carbohidratos

Se realizó este análisis solamente a la muestra de pasta destinada como producto definitivo, en la cual se empleó el método de diferencia; en la cual se muestra en la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ Prot.} + \% \text{ grasa})$$

ANEXO N° 07: Galería de fotos.

Plantaciones de caña de azúcar CH – 37, Distrito de San Pablo de Valera.



Proceso de elaboración de la miel de caña de azúcar



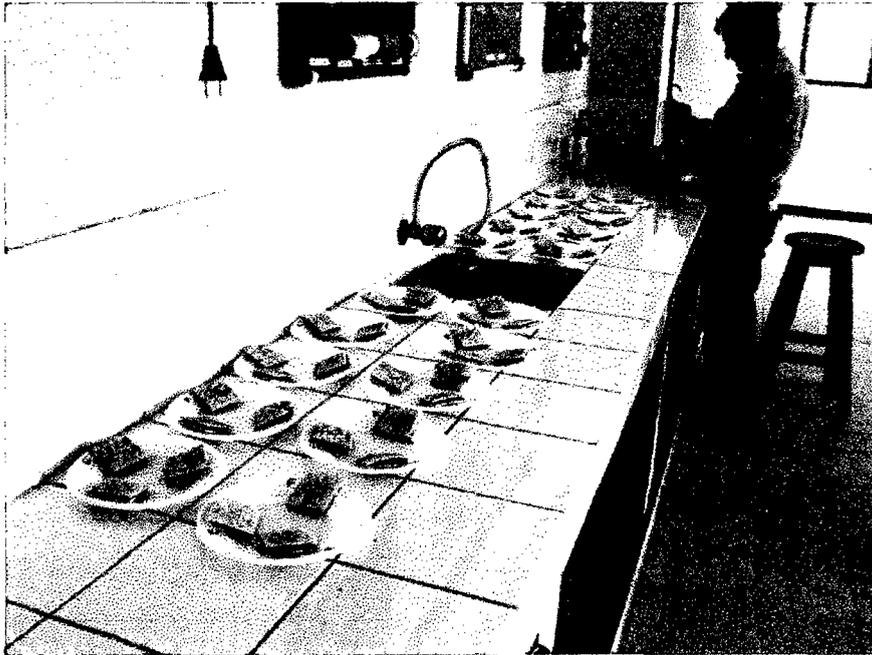
Proceso del acondicionamiento de la arracacha amarilla



Análisis físico - químico de las pastas elaboradas



Preparación de las muestras para el análisis organoléptico



Evaluación organoléptica del product final

