TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Esta Tesis se publicó bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento – No comercial – Compartir
Vea una copia de la licencia, en
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

«CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALMENDRAS DE MACAMBO *(Theobroma bicolor)* FRITO-SALADAS»

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JHONY RIDER HIDALGO SAAVEDRA

TARAPOTO - PERÚ

2003

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALMENDRAS DE MACAMBO (*Theobroma bicolor*) FRITO SALADAS"

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller:

JHONY RIDER HIDALGO SAAVEDRA

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO

Ing. Juan José Salazar Díaz
PRESIDENTE

Ing. Ángel Chávez Salazar
SECRETARIO

Ing. Abilio Domínguez Balboceda
MIEMBRO

Ing. Epifanio Martínez Mena
PATROCINADOR

TARAPOTO - PERÚ

2003

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

DEDICATORIA

Con eterna gratitud y amor:

A mis padres:
YELSER OLIVER y LEIDITH
Por el apoyo incondicional durante mi carrera universitaria, e invalorable sacrificio realizado a fin de consolidar mi formación profesional.
Ellos me guiaron por la senda correcta.
Ellos esperaron mucho de su hijo.
QUE DIOS LOS BENDIGA SIEMPRE.

A mi hermana: **ROSARIO** por su colaboración incondicional y apoyo moral en el logro de mis anhelos.

A mi abuelita: **ROSARIO,** por sus bendiciones en cada mañana para forjarme un destino digno y verme profesional.

A mi abuelita: **CARMEN ROSA,** por su apoyo moral y solidario.

A la memoria de mis abuelitos:
ADOLFO Y DIOMEDES

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

- Al Ingeniero Epifanio Martínez Mena, asesor del presente trabajo de tesis, por brindarme los conocimientos y la ayuda necesaria para elaborar y finalizar este trabajo de investigación, así como el apoyo durante mi formación profesional

- A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín. Por las facilidades brindadas en el laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos.

- Al Ingeniero Thony Arce Saavedra, por el aporte de sus conocimientos en la iniciativa, elaboración, y culminación de mi trabajo de investigación.

- A Bach. Aldo Reyes Amasifuen Vásquez por su colaboración en la culminación de mi trabajo de investigación.

- A la señora Dolly Flores y al señor Guido Saavedra por las facilidades brindadas en los laboratorios durante la ejecución del presente trabajo de investigación

- A mi familia que de una u otra manera me incentivaron y brindaron su apoyo moral para la culminación del presente trabajo de investigación.

- A mis amigos Javier Díaz, Javier Vargas, Robert Bernales, Charles Huivin, Jackuelin Ríos; y a todas aquellas personas, en especial a Rosita del Pilar que colaboraron en forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN

I.- INTRODUCCIÓN

II.- REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1.- El Macambo 15

2.2.- Características Botánicas de Macambo 15

2.3.- Utilización 17

2.4.- Métodos de Propagación 18

2.4.1.- Propagación Sexual 18

2.5.- Métodos de Establecimiento y Manejo de Plantación 19

2.5.1.- Agroforestería 19

2.6.- Producción y Cosecha 20

2.7.- Conservación y Valor Nutritivo 21

2.8.- Actividad Antioxidante del Extracto de Macambo 23

2.9.- Almendras Procesadas 23

2.10.- Fritura 24

2.11.- Almendras Frito - Saladas 25

2.12.- Fritura del Plátano 26

2.13.- Aceite de Soya y sus Características 28

2.14.- Descomposición de los Aceites 30

2.15.- Conservación de Alimentos 31

2.16.- Empacado de Alimentos 33

2.17.- Estudio de la Estabilidad del Alimento Durante su Almaceneje 35

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

2.18.- Aplicaciones de la Evaluación Sensorial de Alimentos 35

2.19.- Metodología en la Selección y Entrenamiento de Jurados en la Evaluación Sensorial 37

2.20.- Isotermas de Adsorcion 38

III.- **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.- Lugar de Ejecución 40

3.2.- Materiales y Métodos 40

3.2.1.- Materia Prima 40

3.2.2.- Equipos y Materiales 40

3.2.3.- Reactivos e Insumos 41

3.3.- Metodología 42

3.3.1.- Del Procesamiento de la Almendra de Macambo 42

3.3.1.1.- Recolección de la Materia Prima 42

3.3.1.2.- Partido 42

3.3.1.3.- Extracción de las Semillas 43

3.3.1.4.- Lavado 43

3.3.1.5.- Selección de las Semillas 43

3.3.1.6.- Secado 43

3.3.1.7.- Descascarado y Obtención de la Almendra 43

3.3.2.- Del Producto Final 44

3.3.2.1.- Fritado 44

3.3.2.2.- Salado 44

3.3.2.3.- Envasado Empacado 44

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.3.2.4.- Almacenado 44

3.3.3.- Características Físicas de la Almendra de macambo 47

3.3.4.-Características Biométricas de la Almendra de Macambo 47

3.4.- Evaluaciones Realizadas

3.4.1.- Análisis Químico Proximal 47

3.4.2.- Evaluación de las Almendras Frito-Saladas de macambo (*theobroma bicolor*) Durante el Almacenamiento 48

3.4.3.- Evaluación Sensorial 48

3.5.- Determinación de la Actividad de Agua 49

IV.- **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1.- De las Características Biométricas 50

4.2.- Del Análisis Químico Proximal 51

4.3.- Del Procesamiento de la Materia Prima 52

4.3.1.- Cosecha y Recolección del Fruto 52

4.3.2.- Extracción de las Semillas 52

4.3.3.- Secado 53

4.3.4.- Descascarado 53

4.3.5.- Fritura 54

4.3.6.- Salado 58

4.4.- Pruebas de Control Realizadas Durante el Almacenamiento 60

4.6.- Análisis Químicos del Producto Terminado 68

4.7.- Determinación de la Actividad de Agua y el Valor de la Capa Monomolecular 69

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones 71

6.2.- Recomendaciones 72

VI.- BIBLIOGRAFIA

VIII.- ANEXOS

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

INDICE DE CUADROS

1. Valor Nutritivo de la Pulpa y de la Semilla del Macambo 22
2. Propiedades Nutricionales de la Almendra Marcona Frito-Saladas 27
3. Valor Nutritivo de Algunos Productos Frito-Saladas por Cada 100 Gramos de Pulpa 28
4. Características Físico Químicas del Aceite de Soya 30
5. Actividad de Agua de Diversos Alimentos 39
6. Valores de la Capa Monomolecular de Agua 39
7. Características Físicas y Biométricas de la Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) 50
8. Composición Químico Proximal de la Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) 51
9. Resultados del Proceso de Descascarado de 100 Nueces de Macambo (***Theobroma bicolor***) 54
10. Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Color de la Almendra de Macambo Frito 55
11. Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Olor de la Almendra de Macambo Frito 56
12. Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Crocantes de la Almendra de Macambo Frito 57
13. Resultado de la Evaluación Sensorial de las Almendras de Macambo Frito Saladas 59
14. Resultado de Análisis de Calidad Durante el Almacenamiento 60

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

15. Balance de Materia en el Proceso de Elaboración de la Almendra Frito – Salada de Macambo (***Theobroma bicolor***) 66

16. Composición Químico Proximal de la Almendra de Macambo Frito-Salado 68

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

INDICE DE FIGURAS

1. Árbol del Macambo (***Theobroma bicolor***) 17
2. Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) 18
3. Fruta del Macambo (***Theobroma bicolor***) Maduro 21
4. Perfil General de Ácidos Grasos 29
5. Flujograma Preliminar del Procesamiento de la Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) Frito-Saladas 46
6. Índice de Yodo Observado Durante el Almacenamiento de las Almendras Frito-Saladas de Macambo (***Theobroma bicolor***) 61
7. Índice de Acidez Observado Durante el Almacenamiento de las Almendras Frito-Saladas de Macambo (***Theobroma bicolor***) 63
8. Flujograma Final del Procesamiento de la Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) 66
9. Isoterma de Adsorción de la Almendra de Macambo (***Theobroma bicolor***) Frito-Saladas Ajustadas a la Ecuación De PELEG 70

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

RESUMEN

El presente estudio esta orientado a encontrar parámetros adecuados para la fritura y el salado de las almendras de macambo (***Theobroma bicolor***). Es una especie que se adapta satisfactoriamente a las condiciones agroclimáticas que presenta la Región de San Martín.

Gran parte del trabajo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos, desarrollándose en dos fases: extracción de la almendra propiamente dicha y la obtención de la almendra frito salado como producto acabado.

El macambo frito salado siguió las siguientes operaciones unitarias:

Materia prima → Partido → Lavado → Secado → Descascarado → Clasificación → Fritura → Salado → Empacado → Almacenado.

Las pruebas sensoriales de la fritura realizadas por los jueces semientrenados, arrojaron un producto con buenas características organolépticas en cuanto al Color con un calificativo de 4.3, Olor con un calificativo de 4.0 y Crocantes con un calificativo de 3.7 respectivamente.

En las almendras frito-salados, se hizo una prueba diferencial de evaluación sensorial para determinar el salado adecuado; siendo el mejor a una concentración de 1%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Se evaluó la calidad del producto obtenido, a tos 0; 30; 45; 60 días de almacenamiento; encontrándose que el Índice de Peróxido fue de 0.0; el Índice de Acidez fue de 0.52% y el Índice de Yodo fue de 15.73; resultando el mejor empaque; el trilaminado.

La capa monomolecular fue de 2.13 g.H_2O /100g de producto seco.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

SUMMARY

The present study is oriented to find the appropriate parameters for the fritting and salting of the macambo almonds (***Theobroma bicolor***). It is specie that adapts itself satisfactorily to the agro-climatic conditions of the San Martin region.

A great part of the work was carried out in the facilities of the Laboratory for Analysis and Composition of foods, being developed in two phases: extraction of the almond itself and the obtaining of the fried salted almond as a finished product.

The fried salted macambo followed the subsequently unitary operations:

Raw material → Slicing → Washing → Drying → Pealing →
Classification → Frying → Salting → Packing → Storage

The sensorial test on the deep-fry carried out by the semi trained judges, showed a product with good organoleptic characteristic referred to Color with a rating of 4.3; Aroma with of 4.0; and Crispy with a rating of 3.7 respectively.

In the salted fried almonds, a test of sensorial evaluation was made to determine the appropriate salting; being the best to a concentration of 1%.

The quality of the obtained product was evaluated, at the 0; 30; 45; and 60 days of storage; finding out that the index of Peroxide was 0.0; the index of Acidity

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

was of 0.52% and the iodine value was of 15.73; being the best packing the three-laminated.

The monomolecular layer was of 2.13 g H_2O/100 g of dry product.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

I. INTRODUCCIÓN

La Región Amazónica del Perú en cuanto a su flora presenta una diversidad de frutos que aún no han sido investigados, existiendo productos con muchas propiedades nutritivas y curativas que pueden palear la desnutrición que aqueja a los países sub desarrollados.

Por esta razón se investigó las peculiaridades del macambo (***Theobroma bicolor***), que se puede considerar como un producto de alto valor nutritivo sin contar la generación de divisas y la potencialidad de las investigaciones consecuentes.

El macambo (***Theobroma bicolor***), en el Perú hasta la actualidad no ha alcanzado importancia comercial e industrial; solo hay hábito de consumo en la preparación de refrescos, ingredientes para sopas, consumo asado a la parrilla, como mazamorra de las almendras tostadas y molidas entre otras cosas.

La almendra de macambo podría tener un mercado potencial en vista de la creciente demanda de almendras secas o frito-saladas en el mercado exterior como Brasil; y que en nuestro País recibe muy poca importancia en su aprovechamiento. La falta de información sobre las posibilidades de industrialización de este fruto, hace que el mercado interno se limite solo a lugares vecinos a su producción donde se conoce sus cualidades alimenticias. Mientras que en países como Brasil tiene gran importancia comercial, y sus proyecciones llegan a niveles internacionales.

Los procesos utilizados en la industria de alimentos, constituyen el factor que incide sobremanera en las condiciones de vida del hombre y en la

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Los procesos utilizados en la industria de alimentos, constituyen el factor que incide sobremanera en las condiciones de vida del hombre y en la búsqueda de soluciones que permiten preservar las características de los alimentos por largos periodos, utilizando procedimientos tales como enfriamiento, congelación, pasteurización, secado, ahumado, conservación por productos químicos y otros.

El presente trabajo de investigación intenta fortalecer los estudios realizados en nuestro país, recogiendo algunas experiencias logradas en otros países y adecuar a nuestra realidad según las actuales posibilidades y oportunidades.

Ante esta alternativa se planteó los siguientes objetivos.

- Conservar la almendra del fruto de macambo (***Theobroma bicolor***) mediante el método de frito-saladas.
- Determinar el tiempo de fritura y salado óptimo de la almendra de macambo.
- Evaluar el comportamiento de la almendra de macambo frito-salado, con tres diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El Macambo

El macambo (***Theobroma bicolor***), es una especie nativa de América tropical de origen amazónico. Esta distribuida en la cuenca amazónica en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. En la selva peruana se cultiva principalmente en los Departamentos de Loreto, Ucayali y Junín.

Las condiciones ambientales adoptivas son: temperatura anual de 25-28°C; precipitación media anual de 900-3000 mm; Altitud variable desde el nivel del mar hasta 1000 m.s.n.m.; se desarrolla en terrenos no inundables, en ultisoles y oxisoles ácidos y pobres en nutrientes, contextura variada desde arenosas, franco arcilloso hasta arcilloso de buen drenaje. No tolera hidromorfismo. **(TCA, 1997).**

2.2. Características Botánicas del Macambo

Según **Flores, (1997);** el macambo presenta las siguientes características taxonómicas.

Familia	:	Sturculiaceae
Genero	:	***Theobroma***
Especies	:	***Theobroma bicolor; Theobroma ovatifolia***
Sinónimos	:	*Theobroma quinquinerva; Theobroma ovatifolia*
Nombre común:		Macambo (Perú), cacau do Perú (Brasil) Bacau (Colombia), patashte (Inglaterra).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

El macambo (***Theobroma bicolor***), es un árbol de 25-30 m de altura en el bosque natural y de 3-15 m. cultivado. Copa oblonga a irregular, conformada por escasos verticilios de tres pendulares. Tronco recto cilíndrico de 20-30 cm de D.A.P. (diámetro a la altura del pecho), corteza externa áspera, agrietada y de color pardo grisáceo.

Hojas simples alternas y con estipulas, láminas diformas en el tronco ampliamente ovado cordadas de 12-35 cm de largo y 6-10 cm de ancho; en las ramas laterales, de oblongo a elíptico ovadas. En general, las láminas son cartáceas, palminervadas, enteras, de ápice acuminado y base cordada, haz verde claro envés tormentoso, gris plateado y con nerviacion conspicua. Pecíolo de 1.2-2.5 cm o de 10-38 cm de largo. Inflorescencia axilar en ramas jóvenes, flores regulares bisexuales; cáliz con cinco sépalos; corola con cinco pétalos de color entre blanco-rosado y rojizo; cinco estambres y cinco estaminodios, ovario súpero, pentalocular.

El fruto voluminoso, oblongoelipsoideo, hasta 35 cm de largo, 15 cm. de diámetro y un peso promedio de 0.53 Kg, de color gris verdoso inmaduro y amarillento o pardo amarillento a la madurez; pericarpio duro, leñoso, con diez aristas longitudinales y reticulación leñosa entre las aristas. Semillas numerosas, en promedio 40 semillas por fruto, de 16-30 mm de largo, 14-15 mm de ancho y de 8-13 mm de espesor, cubiertas por un arilo fibroso, suculento de color entre crema y amarrillo. (**Flores, 1997**).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

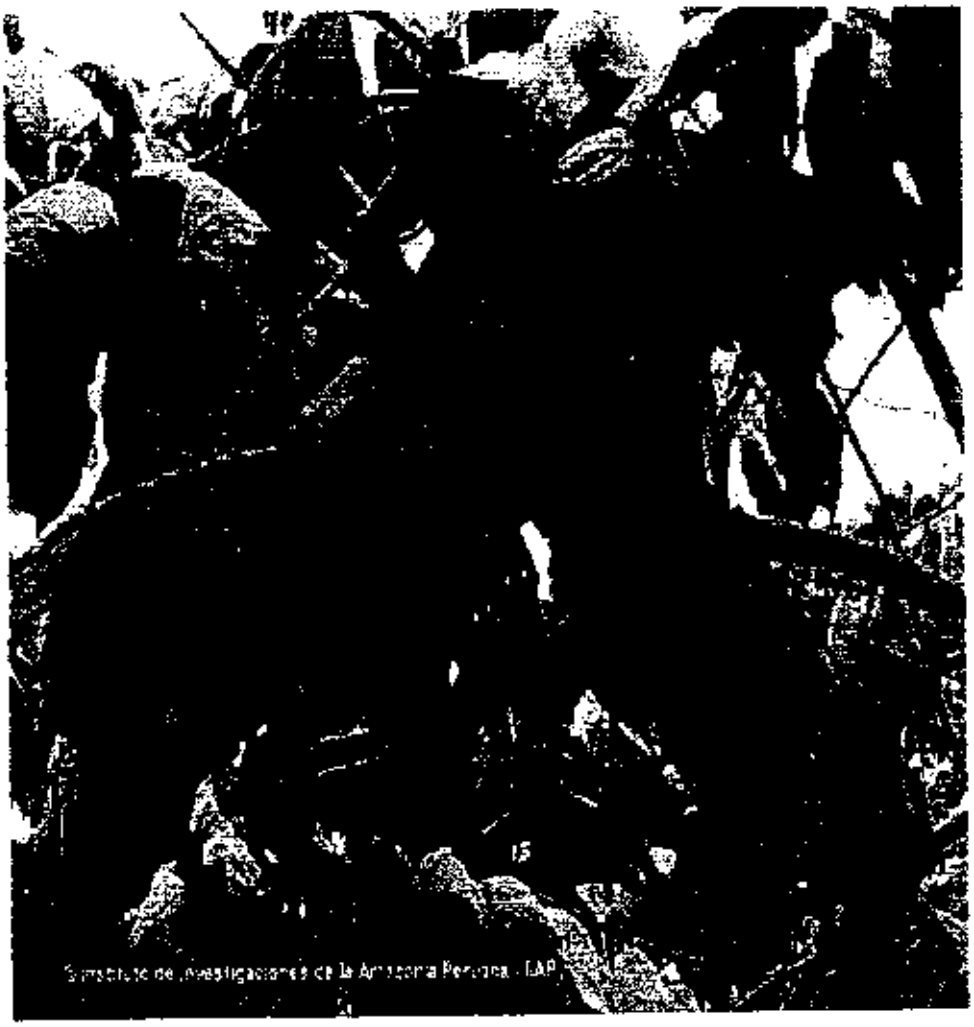

Fig. 1: Árbol del Macambo (*Theobroma bicolor*)

2.3. Utilización

El arilo del fruto es comestible, tiene sabor agridulce agradable y aroma característico fuerte. Se consume al estado natural o se utiliza en la preparación de refrescos y helados.

Las semillas se consumen hervidas o asadas. Son empleadas también en repostería en forma similar a las almendras y en la

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

elaboración de chocolate. Contiene grasa de buena calidad. (**TCA, 1997**)

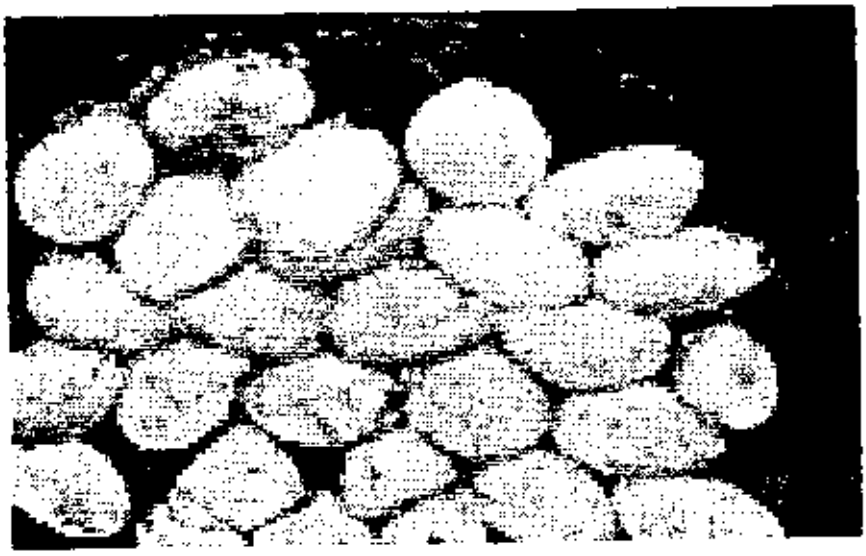

Fig. 2: Almendra del Macambo (*Theobroma bicolor*)

2.4. Métodos de Propagación

2.4.1. Propagación Sexual

La propagación sexual por semilla botánica, es el método tradicionalmente utilizado. La semilla tiene viabilidad corta, debe sembrarse inmediatamente.

Las semillas son extraídas de frutos maduros, de plantas selectas se lavan con agua y arena y oren bajo sombra por 3 días. En ambiente sombreado se almacigan en cajones de 1x1x0.2 m conteniendo substrato de aserrín húmedo descompuesto.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

La germinación es rápida, se inicia días después de la siembra y se prolonga hasta 28 días. El repique se realiza cuando la planta desarrolla 2 hojas verdaderas, directamente a bolsas plásticas negras de 2 Kg de capacidad, conteniendo substrato mezclado de tierra negra, arena y materia orgánica descompuesta en la proporción de 1:1:1. Cuando las plantas alcancen de 30-40 cm de altura, estarán en condiciones de ser trasplantadas al campo definitivo. No se dispone de información de propagación asexual. **(TCA, 1997)**.

2.5. Métodos de Establecimiento y Manejo de Plantación

2.5.1. Agroforestería

El crecimiento de la especie es rápido. En el estado inicial de desarrollo. Exige semisombra, en la etapa productiva es heliófila y tolera sombreamiento. Se adapta en sistemas agroforestales sucesionales, ocupando el estado medio perenne. El espacio propuesto es de 12 x 6 m.

Tradicionalmente, simultánea o secuencialmente se asocia con yuca (*Manihot spp*), plátano (*Musa spp*), piña (*Ananas comosus*), marañón (*Anacardium occidentale*), pijuayo (*bactris gasipae*) y uvilla (*pourouma cecropufolia*).

La plantación se realiza en el inicio de la estación lluviosa, en hoyos de 40 x 40 x 40 cm; conteniendo substrato mezclado de tierra negra y materia orgánica descompuesta.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Los desyerbos de los cultivos anuales, favorecen al macambo hasta el tercer año, luego deben efectuarse desyerbos semestrales por año hasta el quinto año y posteriormente un mantenimiento anual en el área de proyección de la copa. Al concluir el aprovechamiento de los cultivos anuales, deberá establecerse una cobertura de leguminos. El reciclaje de podas de la cobertura, contribuirán al mantenimiento del sistema. La protección del cultivo es necesaria, especialmente de la escoba de bruja que afecta al macambo y es producida por el hongo (***Crinipelis perniciosa***).

Esta enfermedad culturalmente se controla eliminando frutos y ramas atacadas en los meses de mayor pluviosidad; en casos extremos, la aplicación de funguicidas cúpricos al 0.4% disminuirán la incidencia del hongo, si se aplican al final del periodo lluvioso. (**Vásquez, 1997**)

2.6. Producción y Cosecha

La fructificación se inicia 5 años después de la plantación. No se dispone de información sobre rendimientos, se refieren producciones de 20 frutas, en árboles de 8 años plantados. La fructificación ocurre entre los meses de agosto hasta abril.

El fruto maduro fisiológicamente se desprende de las ramas y cae al suelo, el pericarpio duro no es afectado al impacto de caída. La cosecha es manual, directamente del suelo; puede recolectarse

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

también del mismo árbol con ayuda de varas provistas de gancho. (**Vásquez, 1997**)

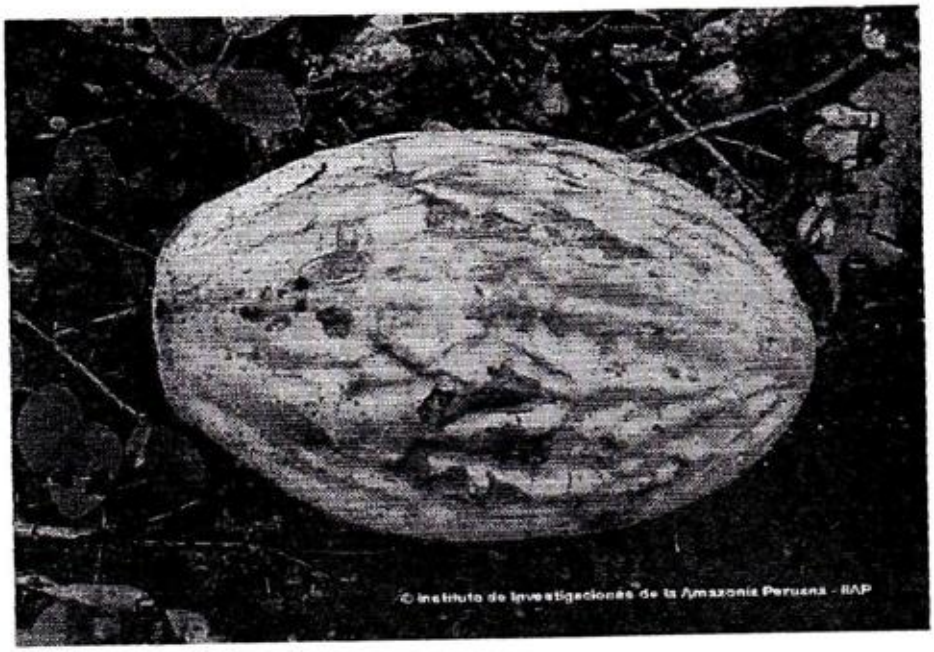

Fig. 3: Fruto del Macambo Maduro (*Theobroma bicolor*)

2.7. Conservación y Valor Nutritivo

La pulpa del fruto es muy perecible, para su consumo debe ser inmediatamente separada de la semilla; dentro del fruto, la pulpa puede conservarse por varios días.

El macambo es un alimento que suministra calorías, algunos minerales y vitamina C como se muestra en el Cuadro 1.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Cuadro 1: Valor Nutritivo de la Pulpa y de la Semilla del Macambo (*Thebroma bicolor*)

Componentes	100 g de Pulpa	100 g de pulpa + semilla
Energía	44.0 cal.	177.0 cal.
Agua	88.0 g	61.0 g
Proteína	2.1	6.7
Lípidos	0.8	9.2
Carbohidratos	8.3	21.5
Fibra	0.7	n.d
Ceniza	0.8	n.d
Calcio	———	19.0 mg
Fósforo	44.0 mg	165.0 mg
Hierro	0.4 mg	1.7 mg
Vit.A (Retinol)	28.0 mg	n.d.
Tiamina	0.08 mg	0.95 mg
Riboflavina	0.09 mg	1.05 mg
Niacina	3.10 mg	1.20 mg
Vit. C (Ac. Ascórbico)	22.08 mg	9.20 mg

Fuente: Tratado de Cooperación Amazónica (1997)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

2.8. Actividad Antioxidante del Extracto de Macambo

El macambo es una especie de la fruta de la Amazonía con alto contenido de lípidos (33%) que se utiliza como alimento. Las muestras de macambo fueron obtenidas de la Amazonia, secadas a 60°C, molidas y sometidas a la extracción secuencial usando como solvente: éter, etanol y agua.

Los compuestos fenólicos presentes en extractos de la fruta del macambo pueden ser responsables de su actividad antioxidante más alta y los resultados obtenidos están sugiriendo que los extractos del macambo se pueden utilizar como antioxidante de alimentos. Otros estudios están en marcha a analizar la asociación sinérgica de los extractos con los antioxidantes sintéticos y su uso en la vida útil del aceite. **(Manzini-Filho, 1997)**.

2.9. Almendras Procesadas

Las almendras de marañon, pistachos, avellanas y anacardos procesados, fritos, tostados, salados y envasados en latas estañadas al vacío, tienen bastante aceptación en muchos países por su agradable sabor.

Por lo menos el 60% de las almendras se consumen como nueces saladas, este porcentaje varia de mercado a mercado. En los Estados Unidos, esta cifra alcanza el 85%, mientras que en Rusia su consumo es casi exclusivo en productos de confitería y panificables. **(Pezo, 1994)**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

2.10. Fritura

La fritura es la inmersión, por un tiempo determinado de un alimento en un aceite a alta temperatura; los parámetros a considerarse en las frituras de los alimentos son el tiempo, temperatura y la relación alimento / aceite y deben elegirse en función del estado del alimento, tamaño del alimento, contenido de agua en el alimento, termo estabilidad del aceite. (**Benavent, 1996**)

La fritura es un proceso culinario en el cual el alimento es sumergido en aceite muy caliente durante el tiempo necesario para que adquiera las características propias del alimento frito.

Durante la fritura, el calor acumulado en el aceite es transferido rápidamente al alimento que sufre cambios y reacciones entre sus componentes, evaporándose el agua de las capas superficiales, absorbiéndose aceite, e impartiéndose un agradable sabor y textura. La salida del vapor limita el quemado del alimento y la penetración del aceite.

Todo el proceso se verifica en unos pocos minutos, obteniéndose un alimento aromático y crujiente, en cuyo interior se conservan los sabores y aromas originales. Por ello, la fritura es una forma culinaria de gran aceptación entre los cocineros y entre consumidores. (www.lachurreria.com/informes/aceite.asp)

La fritura se considera un proceso de secado ya que el agua interna migra desde la parte central hacia las paredes o superficies para

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

reemplazar a la que se va perdiendo por deshidratación del exterior de las superficies.

Se considera como un procedimiento de calor diferente a los otros procesos térmicos, por las siguientes razones:

- Se logra en un período relativamente corto, ya que existe una gran diferencia de temperatura entre la fuente de calor en este caso aceite y el producto, además el tamaño del producto que se fríe.
- El aceite o la grasa usada en el proceso se convierte en un componente muy significativo en el producto final (10 -40 %)
- Infiere características de fragilidad en su capa superficial de modo que el producto es quebradizo. Se crean diferentes tipos de textura en el mismo producto.
- El medio de transmisión de calor (aceite o manteca) está sujeto a cambios en su composición. **(Díaz; 1977.)**

La fritura es uno de los métodos de preparación de los alimentos más ampliamente utilizados; carne, pescado, croquetas, empanadillas, patatas, etc., se sumergen en una grasa a 180°C y se fríen convenientemente unos minutos. **(Belitz- Grosch, 1992)**

2.11. Almendras Frito-Saladas

Únicas en el mundo por su sabor y calidad; las almendras "marcona" gozan de un reconocimiento especial entre los expertos.

Las almendras frito-saladas son muy valiosas por su aporte de energía, vitaminas, calcio, fósforo y potasio.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Se puede apreciar las propiedades nutricionales de la almendra "Marcona" frito-saladas; en el Cuadro 2

2.12. Fritura del Plátano (*Mussa sp*)

Su objetivo es cocinar el interior del vegetal. En términos generales los trozos se sumergen en la grasa caliente a una temperatura de 150-160 °C por un tiempo determinado según el grado de cocción que se le desee dar al producto y que no ocasione una caramelización excesiva del producto. Según el tipo de freidor y la relación grasa-producto, el tiempo y la temperatura pueden variar. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y hay mayor absorción de grasa. (**ARAYA, O. 1995.**)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 2: Propiedades Nutricionales de la Almendra "Marcona" Frito - Saladas

PROPIEDADES NUTRICIONALES	POR 100G. DE MATERIA COMESTIBLE
Valor Energético Kcal.(KJ)	634(2623)
Proteínas(g)	22.60
Hidratos de Carbono(g)	5.43
Azucares(g)	4.16
Polialcoholes(g)	inferior a 1
Almidones(g)	1.27
Grasas(g)	58.00
Saturadas(g)	4.46
Monoinsaturados(g)	42.38
Poliinsaturados(g)	11.16
Colesterol(g)	inferior a 1
Fibra alimentaria(g)	9.57
Sodio(g)	0.732

Fuente: (www.borges.es) Grupo BORGES; (2002)

A continuación, en el Cuadro 3, se muestra el valor nutritivo de algunos productos frito-salados similares al producto en investigación.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 3: Valor Nutritivo de Algunos Productos Frito-Saladas por cada 100 gramos de Pulpa

Propiedades / Productos	Energía	Grasas	Proteínas	Carbohidratos
Nueces	631	68.5	14.1	2.9
Pistachos	642	51.0	21.0	16.0
Maní	597	29.0	29.0	27.0
Almendra	542	51.0	16.0	18.0

Fuente: Trading Argentina S.R.L. (1999 – 2003)
(www.tradar.com.ar/Castellano/Productos/Frutos%20secos/

2.13. Aceite de Soya y sus Características

Los aceites vegetales comestibles tienen usos tan diversos como freír, guisar, sazonar o aderezar los alimentos, por mencionar sólo algunos. Aunque la preferencia por un tipo de aceite depende del uso y del gusto particular de cada persona.

Estas características lo hace un primordial ingrediente en la dieta de quienes quieran cuidar su colesterol o tener una alimentación más saludable y natural. Este producto no contiene colesterol.

El Aceite de Soya está compuesto por:

50% de ácido Linoléico

25% de ácido Oleíco

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

5 a 10% de ácido Linolénico;

Los ácidos grasos saturados no superan el 15%.

El Aceite de Soya es ideal para ser consumido crudo en ensaladas, ya que es rico en ácidos grasos poliinsaturados lo que dificulta su depósito en las arterias.

www.singluten.cl/alimentos_ficha.asp?ID=5 **(NUTRISA; 2003)**

A continuación se puede apreciar el perfil de los ácidos grasos en la figura 4.

SATURADOS 16%

POLIINSATURADOS 62% **MONOINSATURADOS 22%**

Fig. 4. Perfil General de Ácidos Grasos

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 4: Características Físico Químicas del Aceite de Soya

Ácidos Grasos Libres	1.0% máx.	Ca 5 a - 40
Color (Gardner)	11-12	Cc 13 b - 45
Color (Lovibond)	50 A - 44 R	
Índice de Peróxidos	4 meg / Kg máx.	Cd 8 - 53
Contenido de Fósforo	30000 - 34000 ppm	Ca 12 - 55
Índice de Yodo	128 - 139	Cd 1 - 25
Humedad	0.15% máx.	Ca 2 a-45
Punto de Humo	234° C	
Punto de Ignición	338° C	
Punto de Combustión	358° C	

Fuente: *American Oil Chemist Society – AOCS (1989)

2.14. Descomposición de los Aceites

Durante el proceso de producción, los aceites son sometidos a condiciones que pueden generar reacciones indeseables, las cuales comprometen su aspecto, sabor y desempeño. Además, factores como el calor, la humedad, la luz (especialmente los rayos ultravioleta), el cobre, el hierro, el bronce y el latón pueden provocar el deterioro del aceite.

La primera reacción de descomposición de un aceite vegetal es la oxidación, también conocida como rancidez, que produce sabores y

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

olores indeseables y que incluso puede tener efectos negativos sobre nutrimentos como las proteínas.

El parámetro utilizado para determinar la rancidez es el índice de peróxidos, que se mide en unidades conocidas como meq (mili equivalente de oxígeno/Kg.)

Cabe señalar que el efecto de la oxidación se ve disminuido por la presencia de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural y que se extrae de la misma semilla. Varias marcas de aceites enriquecen su producto con este compuesto.

Otra de las reacciones de descomposición es la acidez, provocada por la presencia de compuestos ácidos generados por la acción de la humedad en el producto.

Un aceite vegetal de calidad debe soportar temperaturas altas en presencia de aire y humedad sin originar humo y olores desagradables. Además, el producto no debe contener grumos o materia flotante ni sedimentos, y debe estar exento de olores y sabores extraños o rancios.

www.profeco.gob.mx/new/html/revista/pdf/aceitcomes.pdf

2.15. Conservación de Alimentos

La forma más natural de proteger los alimentos de los efectos no deseados del oxígeno, ha sido mediante la utilización de gases inertes y en forma particular el nitrógeno ya que cumple con los requisitos de disponibilidad, manejo y propiedades físicas y químicas

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

para la preservación de las características organolépticas. En la Industria de Alimentos el nitrógeno se aplica en la producción de aceites vegetales y de pescados, grasas animales, carnes, productos lácteos. En granos como el café, maní, almendras, nueces, pastelerías y alimentos preparados. En jugos y pulpas de frutas y vegetales, conservación de vinos, entre otros.

El envasado con atmósferas protectoras de nitrógeno permite eliminar las alteraciones bacterianas y químicas que sufren los alimentos en los procesos de alimentos perecibles convencionales.

Ventajas:

- Conservado de cualidades organolépticas
- Conservado de nutrientes
- Conservación del calor
- No permite la oxidación de las grasas
- No permite la proliferación de las bacterias
- Su aplicación puede efectuarse en instalaciones ya existentes y en todos los sistemas de envasado en líneas.

En las grasas, aceites y ácidos grasos, el hidrógeno se aplica para modificar algunas de las propiedades físico-químicas tales como puntos de fusión, estabilidad química y disminución del color y olor.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Los aceites comestibles comúnmente hidrogenados son los de soya, girasol, palma, maní y maíz.

(www.oxicar.net/aplicaciones/industria_alimenticia.html)

2.16. Empacado de Alimentos

Los empaques de alimentos juegan un rol importante en el proceso productivo. Existen muchos tipos de materiales de empaque que se utilizan para el empacado de alimentos, en algunos casos desde hace muchos años y en otros casos relativamente de hace poco tiempo. Dentro de los materiales usados están los clasificados por su naturaleza (naturales y artificiales) por el tipo de uso que se les da, por la forma o dimensiones que producen, por sus propiedades físicas tales como permeabilidad a los gases y/o vapores, su resistencia, fragilidad, permeabilidad a la luz, material (metálico, vidrio o plástico), etc. www.lamolina.edu.pe/~fwsalas/CAP-01.rtf

Un empaque flexible es un material que por su naturaleza se puede manejar en máquinas de envolturas o de formado, llenado y sellado, y que está constituido por uno o más de los siguientes materiales básicos: Papel, Celofán, Aluminio o Plástico, y que puede presentarse para el usuario del mismo en rollos, bolsas, hojas o etiquetas, ya sea en forma impresa o sin impresión. (www.envapack.com)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

El propósito del empacado consiste en proteger al alimento de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica o física, con la finalidad de suministrar al consumidor un alimento de similar calidad a los productos frescos recientemente preparados.

Lo que se debe tener en cuenta en el empacado de un alimento es su naturaleza y su grado de sensibilidad. Debe indicarse si la protección requerida es contra el agua, su vapor, el oxigeno, la luz, la captación de olores extraños o cualquier otro tipo de protección. **(Pezo, 1994)**

El polietileno de baja densidad es químicamente inerte, no tóxico, termoestable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento, es impermeable al vapor de agua pero muy permeable a los gases y sensible a olores. Ofrece la ventaja de poder pigmentarse desde un color translucido hasta un color completamente opaco, y es posible agregarle cargas metálicas a perladas para obtener acabados exclusivos. (**www.industriaalimenticia.com**)

El Polipropileno es similar quimicamente al polietileno de alta y baja densidad, pero es de mayor dureza, éste puede ser usado para moldear partes o para producir películas. Estas pueden ser usadas para hacer bandejas de muy buena resistencia. Tiene excelente resistencia a las grasas y resistente a los solventes, su punto de fusión es más bajo que el HPDE (Polietileno de alta densidad) pero puede resistir temperaturas de esterilización. Este es usado por su

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

alta resistencia al impacto en la fabricación de jabas de cerveza o de bebidas gaseosas. **(Revista Poly-flex, Inc.; 2000)**

2.17. Estudio de la Estabilidad del Alimento Durante su Almacenaje

La estabilidad del producto, desde su producción hasta su consumo, es esencial para satisfacer la expectativa del consumidor, ya que de las transformaciones fisicoquímicas, bioquímicas y microbiológicas que se den durante este periodo dependerá finalmente su mayor o menor aceptación y preferencia; para conocer dicha evolución se realizan las denominadas pruebas de vida en anaquel, que consiste en exponer varias muestras representativas del producto a condiciones controladas de almacenamiento, estableciéndose un protocolo de evaluación en base a dichas condiciones y al tiempo que dure la prueba.**(Ureña, 1999)**

2.18. Aplicaciones de la Evaluación Sensorial de Alimentos

La evaluación sensorial en la industria alimenticia se aplica en: el desarrollo de nuevos productos, la comparación, clasificación y mejoramiento de productos, la evaluación del proceso de producción, la reducción de costos y/o selección de una nueva fuente de abastecimiento, el control de calidad, el estudio de la estabilidad de un alimento durante su almacenamiento, determinación de la aceptación, preferencias y gustos del consumidor. **(Ureña, 1999)**.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

La determinación de la aceptación del consumidor sobre un producto es la degustación en un centro de expendio local o en otros lugares estratégicos como los hogares mismos, para obtener así las reacciones de los consumidores. Los análisis afectivos son instrumentos eficaces para tal propósito, pues con ellos se podrá medir la aceptación del producto experimental por parte de los consumidores potenciales y proyectar su posible comercialización. **(Ureña, 1999)**.

Se considera que hasta la actualidad no existe un sustituto en la evaluación por personas, ya que los métodos de evaluación sensorial de alimento, proporcionarán información integral de la calidad del producto, así como también sobre las expectativas de la aceptabilidad por parte de los consumidores, de tal manera que hoy en día el método de análisis sensorial constituye un pilar fundamental para el control de calidad, para el diseño y desarrollo de nuevos productos. **(Pezo, 1994)**

Estos métodos de evaluación se llevan a cabo de una manera científica utilizando los sentidos de un panel de evaluación sensorial, que esta integrado por un grupo de personas que analizan propiedades de los alimentos. El análisis sensorial es una herramienta más de control de calidad total de cualquier empresa. En esta disciplina científica se pueden llevar a cabo dos tipos de estudios (panel entrenado y panel de consumidores).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **Las evaluaciones analíticas.** Las llevan a cabo un grupo de personas (panel) debidamente seleccionadas y entrenadas.
- **Los estudios de consumidores.** Lo hacen personas sin entrenar, con un perfil socio – cultural representativo del tipo de mercado al cual va destinado ese producto.

El análisis sensorial se realiza con los sentidos, pero con unas condiciones que aumentan su objetividad y su fiabilidad, teniendo en cuenta que tanto el entorno físico como el psicológico (influencia de la edad, sexo, estatus social, etc.) puede influir en el resultado final. **(Sancho et al. 1999)**

2.19. Metodología en la Selección y Entrenamiento de Jurados en la Evaluación Sensorial

El panel o jurado es realmente un "instrumento de medición" y, por lo tanto, el resultado de los análisis realizados dependerá de sus miembros.

Sancho et al. 1999, define tres tipos de jueces para los paneles en la evaluación sensorial.

- **Jueces.** Son aquellos que evalúan las características de determinado producto alimenticio haciendo uso de los cinco (5) sentidos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **Experto.** Un juez experto sabe transmitir las sensaciones frente a un producto complementándolas con datos como pueden ser la variedad del producto, zona de producción y posibles defectos.

2.20. Isotermas de Adsorción

Una isoterma de adsorción es la curva que indica, en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que la rodea; o, si se quiere, e inversamente, la presión parcial del vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido de agua en el mismo.

Las isotermas se obtienen colocando una alimento cuyo contenido de agua se conoce, bajo vacío, en un recipiente cerrado y midiendo, después del establecimiento del equilibrio a una temperatura determinada, la presión de vapor de agua, con la ayuda de un manómetro o de un higrómetro; también se puede obtener colocando muestras de un mismo alimento en una serie de recipientes cerrados, en los cuales se mantienen por ejemplo, mediante soluciones salina o ácido sulfúrico de diversas concentraciones una gama de humedades relativas constante y determinando, en el equilibrio, los contenidos de agua. (**Cheftel, 1999**).

A continuación en el Cuadro 5 se muestra la actividad de agua de diversos alimentos:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 5: Actividad de Agua de Diversos Alimentos

Alimento	Aw
Frutas	0.97
Legumbres	0.97
Pan	0.93 – 0.96
Frutas secas	0.72 – 0.80

Fuente: Cheftel; 1999.

En el cuadro 6, se presenta algunos valores de la capa monomolecular de agua de diversos alimentos deshidratados.

Cuadro 6: Valores de la Capa Monomolecular de Agua

Alimento	g H_2O/100 g de Producto Seco
Fruto seco	5 - 8
Galletas saladas	4
Guisante deshidratados	4 – 6
Leche en polvo	2

Fuente: Cheftel; 1999

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 5: Actividad de Agua de Diversos Alimentos

Alimento	Aw
Frutas	0.97
Legumbres	0.97
Pan	0.93 – 0.96
Frutas secas	0.72 – 0.80

Fuente: Cheftel; 1999

En el cuadro 6, se presenta algunos valores de la capa monomolecular de agua de diversos alimentos deshidratados.

Cuadro 6: Valores de la Capa Monomolecular de Agua

Alimento	g H_2O/100 g de Producto Seco
Fruto seco	5 - 8
Galletas saladas	4
Guisante deshidratados	4 – 6
Leche en polvo	2

Fuente: Cheftel; 1999

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en los ambientes del Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

3.2. Materiales y Métodos

3.2.1 Materia Prima

- Almendra de macambo (***Theobroma bicolor***)

3.2.2. Equipos y Materiales

- Balanza analítica de 0 – 200 g
- Balanza comercial de 0 – 10 Kg
- Cuchillo de acero inoxidable
- Matraces de vidrio de 250 ml
- Crisoles de porcelana
- Buretas graduadas de 25 ml
- Pipetas graduadas de 10 ml
- Equipo soxhlet completo
- Materiales de empaque (polipropileno transparente de 0.025 mm de espesor, polietileno de baja densidad transparente de 0.020 mm de espesor, tritaminado de 0.035 mm de espesor)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- Estufa marca Memmer de 30°C – 250°C
- Equipo semi microkjeldahl para determinación de proteínas
- Micrómetro o vernier de 0 – 30 cm
- Mufla de 0°C – 1200°C
- Selladora manual de materiales flexibles
- Termómetro de –10°C a 210°C}

3.2.3. Reactivos e Insumos

- Sal de mesa refinada (Cloruro de Sodio)
- Aceite de soya
- Ácido sulfúrico químicamente puro
- Ácido bórico al 2%
- Indicador de rojo de metilo
- Hidróxido de sodio de 35 – 40 %
- Ácido clorhídrico 0.02 N
- Etanol concentrado al 95%
- Éter de petróleo concentrado
- Indicador de fenolftaleina
- Reactivo de Wijs
- Soluciones saturadas (Ácido sulfúrico, Cloruro de litio, Acetato de potasio, Cloruro de magnesio, Bicromato de sodio, Nitrito de sodio, Cromato de potasio, Nitrato de potasio y Agua destilada)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.3. Metodología

3.3.1. Del procesamiento de la Almendra de Macambo

3.3.1.1. Recolección de la Materia Prima

Se recolectó de las diferentes huertas del caserío de Shapumba; ubicados a 15 minutos de la ciudad de Lamas (Departamento de San Martín); teniendo en cuenta la madurez adecuada del fruto. Algunos frutos se adquirieron del mercado # 02 de Tarapoto. Estos frutos fueron traídos en cajas de madera para evitar daños mecánicos.

Para la obtención de las almendras de macambo, se realizó una inspección visual de la materia prima. Se determinó, también, el porcentaje de materia extraña y cantidad de impurezas existentes en la materia prima.

3.3.1.2. Partido

Operación que se realizó cortando al fruto en forma longitudinal con un cuchillo de acero inoxidable para facilitar la extracción de la semilla.

3.3.1.3. Extracción de las Semillas

Esta operación se hizo en forma manual para separar las semillas que se encuentran adheridas en un mucílago de cáscara.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.3.1.4. Lavado

Se efectuó con la finalidad de eliminar el mucílago que está adherido a las semillas; utilizando un flujo continuo de agua potable.

3.3.1.5. Selección de las Semillas

Se seleccionaron semillas de tamaño uniforme para facilitar el proceso de fritura. En esta etapa se tuvieron en cuenta que las semillas estén frescas, sin manchas ni olores desagradables, ya que estos, influirían en las características organolépticas del producto final.

3.3.1.5. Secado

Las almendras seleccionadas se sometieron a un proceso de secado solar hasta alcanzar una humedad de 7 %; y para eliminar los restos de mucílago facilitando el desprendimiento de la cáscara de la almendra; operación que duró 03 días.

3.3.1.6. Descascarado y Obtención de la Almendra

Se realizó manualmente desprendiendo la cáscara de la almendra para facilitar le transferencia del calor en el fritado. En este proceso se estableció el porcentaje de almendras enteras, almendras en mitades y almendras partidas.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.3.2. Del Producto Final

3.3.2.1. Fritado

El proceso de fritado se realizó en aceite vegetal (aceite de soya) a la temperatura de 165°C según lo recomendado por **Pezo, 1994**; por intervalos de tiempos de 1, 2,3 minutos en una olla freidora. Determinándose esta crocantes por un panel sensorial semientrenado.

3.3.2.2. Salado

Se realizó añadiendo sal de mesa refinada en proporciones de 1%; 1.5%; 2% respectivamente, con respecto al peso de la almendra, con la finalidad de dotarle un mejor sabor y una conservación adecuada.

3.3.2.3. Envasado y Empacado

El envasado se realizó en forma manual en los 03 tipos de empaques (polipropileno, polietileno de baja densidad y trilaminado), con un peso aproximando de 20 g, luego se selló herméticamente, para evitar el ingreso de oxigeno y de microorganismos que puedan deteriorar al producto.

3.3.2.4. Almacenado

Para evaluar la eficiencia de los empaques y el uso de las buenas practicas de manufactura en la elaboración de las almendras de macambo frito-saladas, se almacenó por un tiempo mínimo de 60 días; a condiciones del medio

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

ambiente; donde se observo el comportamiento en la estabilidad del producto, controlando a 0, 30, 45, 60 días.

A continuación, en la Figura 5, se presenta el flujograma preliminar del procesamiento de la almendra de macambo frito-salado.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

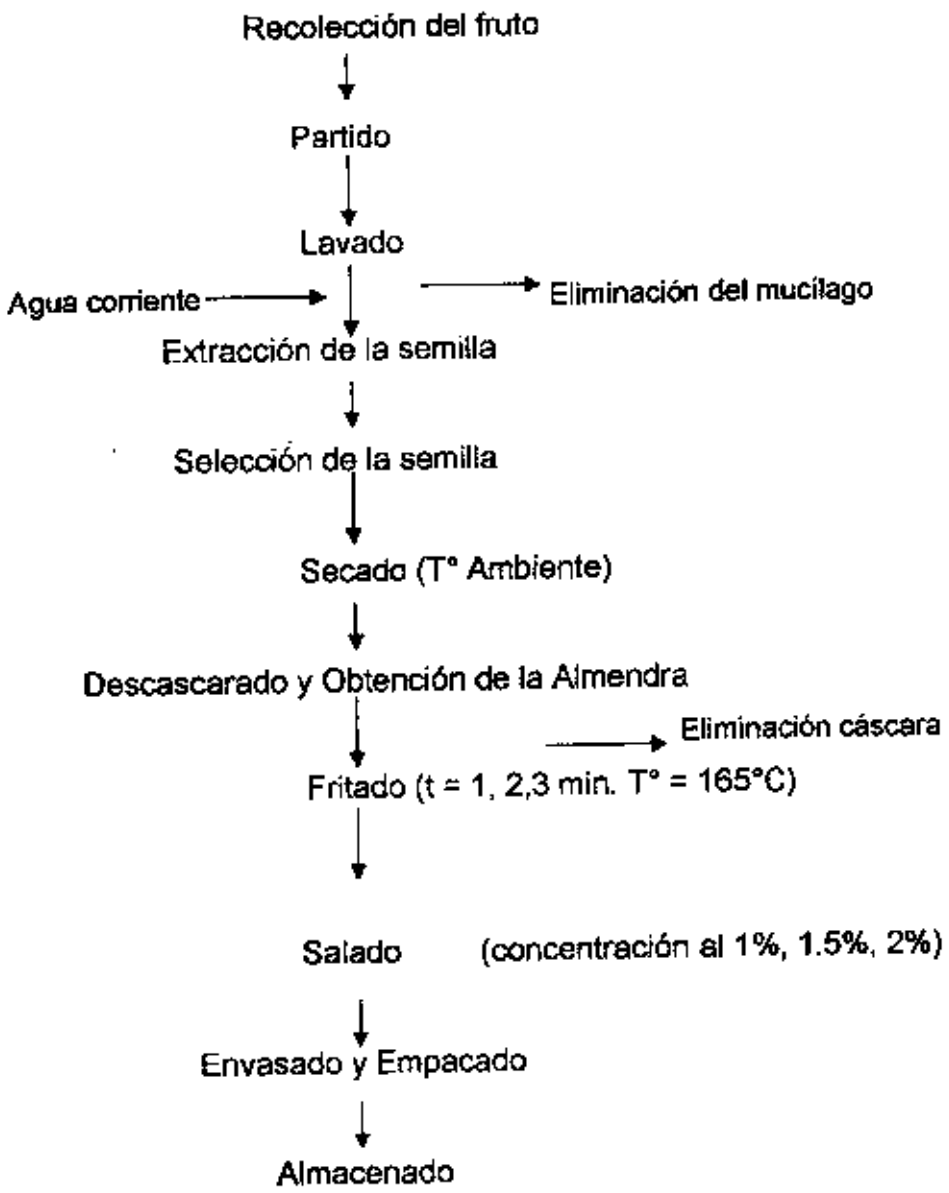

Fig. 5. Flujograma Preliminar del Procesamiento de la Almendra de Macambo (*theobroma bicolor*) Frito - Saladas.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.3.3. Características Físicas de la Almendra de macambo (*theobroma bicolor*)

- Numero de nueces por litro
- Numero de nueces por 100 gramos
- Peso de un litro de nueces (g)
- Densidad aparente (g / ml)
- Volumen real de 100 nueces (ml)
- Peso de 100 nueces (g)
- Proporción de las fracciones de la almendra
  - cáscara (%)
  - almendra (%)

3.3.4. Características Biométricas de la Almendra de Macambo

Las características biométricas que se efectuaron a las almendra de macambo son: largo, ancho y espesor; haciendo uso de un micrómetro vernier en mm.

3.4. Evaluaciones Realizadas

3.4.1. Análisis Químico Proximal

Los análisis quimico y proximal de la materia prima, así, como de las almendras procesadas de macambo; y estas fueron:

- Humedad por estufa, mediante el método de A.O.A.C. (1989)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- Proteína total, mediante el método micro kjeldahl, A.O.A.C.(1989)
- Grasa total, mediante el método soxhlet; A.O.A.C. (1989)
- Ceniza total, mediante incineración en mufla a 600°C por tres horas; A.O.A.C. (1989)
- Fibra total, mediante hidrólisis ácida y alcalina recomendado por A.O.A.C. (1989)
- Carbohidratos totales, se determinó por diferencia.

3.4.2. Evaluación de las Almendras Frito-Saladas de macambo (*theobroma bicolor*) Durante el Almacenamiento

- Índice de Yodo
- Índice de Peróxido
- Índice de Acidez

3.4.3. Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial utilizada fue el método afectivo, mediante la prueba de preferencia, para evaluar el grado de salado y otros atributos sensoriales como el color, olor y crocantes; mediante un panel semientrenado que

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

conformaron un total de 10 jueces, quienes mediante una escala (anexo 1) determinaron su grado de preferencia.

Esta prueba se realizo con la finalidad de ver cual de los tratamientos fue el más preferido.

Para ver cual de los tratamientos fue el mejor, las calificaciones hechas por los jueces, se sometieron a un diseño en bloques completamente al azar (DBCA); y las diferencias encontradas entre los tratamientos, se sometieron a la prueba de comparación de medias (TUCKEY) al 5% de significancia.

3.5. Determinación de la Actividad de Agua

Para la determinación de la actividad de agua se realizó una isoterma de adsorcion con la finalidad de determinar la curva en el equilibrio a temperatura ambiente (37°C), la cantidad de agua retenida por las almendras procesadas en función de la humedad relativa del medio ambiente, sometiendo las muestras pesadas a campanas desecadoras bajo vacío que contienen soluciones saturadas, después del cual se pesó y se determinó la actividad de agua y la capa monomolecular mediante la ecuación de GAB y PELEG.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. De las Características Biométricas

En el Cuadro 7 se muestra las características físicas y biométricas de las almendras de macambo.

Cuadro 7. Características Físicas y Biométricas de la Almendra de Macambo (*Theobroma bicolor*)

Determinaciones	Almendras de Macambo
1. Número de nueces / 500 ml	137.00
2. Número de almendras / 100 g	43.00
3. Peso de 500 ml (g)	311.00
4. Densidad aparente g / ml	0.47
5. Volumen real de 10 almendras (ml)	49.00
6. Peso de 100 almendras (g)	224.00
7. Proporción de las fracciones de la nuez	
• Almendra (%)	69.42
• Cáscara (%)	30.39
8. Largo (mm)	27.50
9. Ancho (mm)	18.90
10. Espesor (mm)	7.60

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

En el cuadro se aprecia que las almendras de macambo tienen un peso de 2.24 g; un largo de 27.5 mm, un ancho de 18.9 mm y un espesor de 7.6 mm los cuales facilita la maniobrabilidad en el fritado.

4.2. Del Análisis Quimico Proximal

En el Cuadro 8, se aprecia la composición químico proximal de la almendra de macambo (***Theobroma bicolor***)

Cuadro 8. Composición Quimico Proximal de la Almendra de Macambo (*Theobroma bicolor*)

Determinaciones	Almendra (base seca) (%)
Proteina total (N x 6.25)	20.86
Ceniza	2.75
Fibra bruta	46.86
Humedad	4.97
Grasa total	13.31
Carbohidratos totales	11.25

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de proteínas en base seca de 20.86%, es un indice que demuestra que esta almendra tiene buen valor proteica; y que esta por encima del marañon (2.03%), de las almendras (18.7), del anacardo (17.5%), de las avellanas (12%) y de los pistacho (17.6%),

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

tal como lo menciona (**Collazos; 1996**); indicando la buena bondad de éste.

4.3. Del Procesamiento de la Materia Prima

Para el procesamiento frito-salado de la almendra de macambo se tuvo como referencia el procesamiento frito salado del marañon, **Pezo 1994,** porque del producto en investigación aún no existen referencias sobre su procesamiento en la linea de elaboración de almendras frito-saladas.

4.3.1. Cosecha y Recolección del Fruto.

La recolección del fruto y la compra misma de éste se realizó en el mercado # 2 de Tarapoto y de algunas chacras del caserío de Shapumba de la ciudad de Lamas, recogiendo solo los frutos en buen estado y con la madurez apropiada que se reconoce por el color y el sonido característico cuando se la golpea con un dedo según **Pulgar 1991**, para el caso del cacao.

Luego se procedió al partido de los frutos de macambo, usando un cuchillo sin punta ni filo, tratando de no deteriorar las semillas.

4.3.2. Extracción de las Semillas

Se seleccionaron semillas del mismo tamaño, para mayor uniformidad, verificándose que las semillas estuviesen

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

frescas, sin manchas ni olores desagradables, para evitar deterioros posteriores en las características del producto final.

4.3.3. Secado

Las almendras lavadas y seleccionadas se sometieron al secado solar (Temperatura aproximada de 37°C), hasta obtener una humedad del 7% como lo recomienda (**Pulgar 1991).** El macambo secado tuvo una textura dura, un color marrón producto del oscurecimiento no enzimático y enzimático. Esta baja cantidad de humedad permitirá un mejor descascarado y una buena conservación de la almendra. El tiempo de secado fue aproximadamente de 3 días.

4.3.4. Descascarado

Operación que se realizó manualmente, eliminando la cáscara que cubre a la almendra, tratando de no quebrantarlas, tal como se aprecia en el Cuadro 9; donde se aprecia el cuidado que se tuvo para obtener 82% de almendras enteras, las mismas que nos servirá para el proceso de fritado. Este porcentaje es superior a lo obtenido por **Pezo 1994,** para el caso de la almendra de marañon que es de 63%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 9. Resultados del Proceso de Descascarado de 100 Nueces de Macambo (*Theobroma bicolor*) en Porcentaje (%).

Almendras Enteras	Almendras en Mitades	Almendras Partidas
82	14	4

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Fritura

Los resultados obtenidos del proceso de fritado, hechos a una temperatura constante de 165°C en aceite de soya; realizada a diferentes tiempos (1, 2, 3 minutos), evaluados mediante un panel sensorial usando la escala sensorial (ver anexo 1); se muestra en los Cuadros 10, 11, 12.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 10: Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Color de la Almendra de Macambo Frito

PANELISTAS	T1 (1 minuto)	T2 (2 minutos)	T3 (3 minutos)	TOTAL
1	3	5	2	10
2	3	4	2	9
3	4	4	3	11
4	2	5	2	9
5	3	5	2	10
6	3	5	2	10
7	1	3	1	5
8	3	4	2	9
9	3	4	2	9
10	3	4	3	10
TOTAL	28	43	21	92
PROMEDIO	2.8	4.3	2.1	9.2

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 11: Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Olor de la Almendra de Macambo Frito

PANELISTAS	T1 (1 min.)	T2 (2 min.)	T3 (3 min.)	TOTAL
1	5	4	3	12
2	3	4	2	9
3	4	3	3	10
4	1	4	2	7
5	2	4	5	11
6	3	4	2	9
7	1	5	3	9
8	3	3	3	9
9	3	5	4	12
10	3	5	3	11
TOTAL	28	41	30	99
PROMEDIO	2.8	4.1	3.0	9.9

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 12. Resultados de la Evaluación Sensorial del Atributo Crocantes de la Almendra de Macambo Frito

PANELISTAS	T1 (1min.)	T2 (2 min.)	T3 (3 min.)	TOTAL
1	4	4	5	13
2	4	4	5	13
3	4	4	3	11
4	1	4	5	10
5	2	3	4	9
6	2	4	4	10
7	3	4	4	11
8	3	2	4	9
9	3	5	4	12
10	2	3	4	9
TOTAL	28	37	42	107
PROMEDIO	2.8	3.7	4.2	10.7

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que en un fritado de tiempo de 2 minutos tiene mejores características en cuanto al atributo color y olor, ya que según escala (ver anexo 1.) esto corresponde a la zona de "me gusta"; en comparación a los tiempos de fritado de 1 y 3 minutos que están en la zona de "disgustos".

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Sin embargo en el atributo crocantes el que resulto mejor fue el fritado a 3 minutos con un calificativo de 4.2 que corresponde también a la zona de me gusta en comparación a los tiempos de 1 y 2 minutos cuyos promedios están por debajo de la zona de disgusto. Esto mismo corrobora con los cálculos estadísticos mediante la prueba de Fisher (F) que las muestras son diferentes, tal como se aprecia en el anexo 2, 3,4.

Pero en forma general el que resultó de mejor aceptación fue el fritado a 2 minutos.

4.3.6. Salado

La selección del mejor tratamiento de salado se estableció mediante la prueba de evaluación sensorial de calificación conformado por 10 jueces, quienes evaluaron mediante el formato (ver anexo 1), cuyo resultado aparece en el cuadro 13, donde se aprecia que el salado al 1 % tuvo el mejor calificativo de 5.9, correspondiendo a la escala de mayor preferencia siguiéndolo a esto el salado de 1.5 % con un calificativo de 5.3 estas preferencias son similares encontradas por **(Pezo, 1994)** en las almendras frito saladas de marañon.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 13. Resultados de la Evaluación Sensorial de las Almendra de Macambo Frito - Salados.

PANELISTAS	MUESTRAS			TOTAL
	S_1 (1%)	S_2 (1.5%)	S_3 (2%)	
1	6	6	2	14
2	5	3	3	11
3	6	5	3	14
4	5	7	6	18
5	6	6	2	14
6	5	5	5	15
7	7	6	5	18
8	7	5	3	15
9	6	5	5	16
10	6	5	5	16
TOTAL	59	53	39	**151**
PROMEDIO	5.9	5.3	3.9	

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de fritado y salado, el mejor tratamiento fue el fritado a 2 minutos, a una temperatura de 165°C y el salado a 1% de acuerdo a la evaluación sensorial.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.4. Pruebas de Control Realizadas Durante el Almacenamiento

El empacado se realizo utilizando tres diferentes tipos de empaques flexibles, como fueron el polietileno de baja densidad, polipropileno y trilaminado; los mismos que fueron sometidos a un almacenamiento a condiciones de expendio del producto por un periodo mínimo de 2 meses, durante los cuales se determinaron los índices de deterioros de las grasas, que aparece en el Cuadro 14.

En cuanto al índice de yodo que mide la insaturación de los ácidos grasos, y se expresa en términos del número de centigramos de yodo absorbido por gramo de muestra (% de yodo absorbido); existe. diferencia significativa entre tratamientos de empaque y entre el tiempo de almacenamiento según el cuadro ANVA (ver anexo 7).

Hay una disminución constante del índice de yodo, para el caso del empaque trilaminado; pero hay un leve aumento en los empaques de polipropileno y polietileno de baja densidad, indicando que estos empaques son mas permeables al paso del oxigeno, debido a esto que las almendras de macambo presentaron un pequeño rasgo de deterioro pero no significativo, para lo cual el que presenta mejor fue el empaque trilaminado.

El grafico correspondiente al índice de yodo se muestra en la Figura 6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Cuadro 14: **Evaluacion del Grado de Conservación de las Almendras de Macambo Frito-Saladas Durante el Almacenamiento**

ANALISIS	Tiempo de Almacenamiento en Días											
	0 días			30 días			45 días			60 días		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Indice de Yodo	37.68	37.68	37.68	29.76	31.90	18.27	21.92	23.62	23.32	26.78	15.73	19.87
Indice de Acidez Ac. Oleico (%)	0.44	0.44	0.44	0.45	0.46	0.52	0.55	0.48	0.65	0.7	0.52	0.76
Indice de Peroxido (meq. O_2/Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

A : Empaque de Polipropileno
B : Empaque Trilaminado
C : Polietileno de Baja Densidad.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

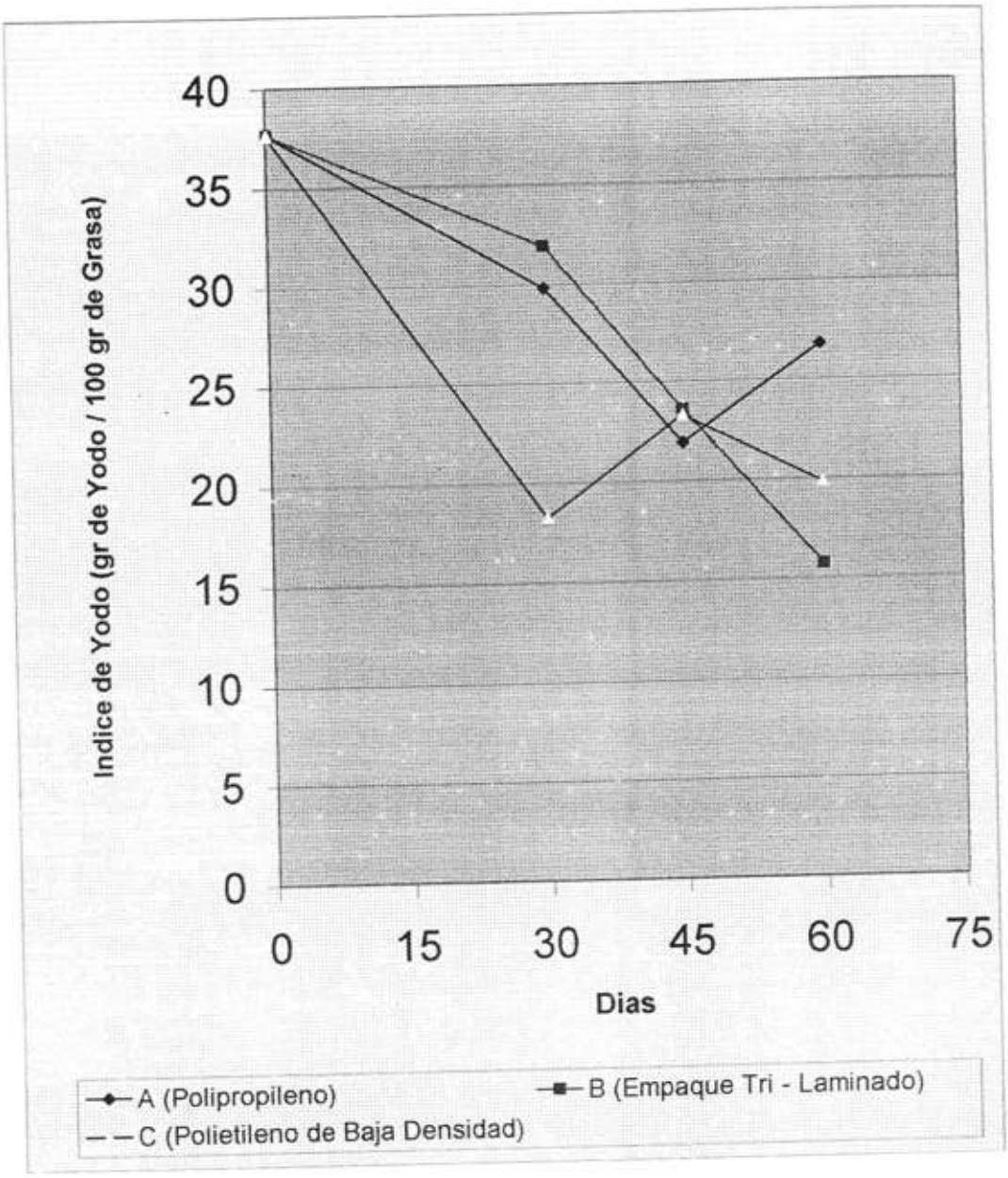

Figura 6: Índice de Yodo Observado Durante el Almacenamiento de las Almendras Frito - Saladas

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

El índice de acidez en las almendras empacadas se observa que hay diferencia significativa entre los empaques trilaminado, polipropileno y polietileno de baja densidad, notándose que el valor del índice de acidez va en aumento; tomándose al empaque trilaminado como el mas estable y las cualidades de permeabilidad que posee es mas bajo; tal como se aprecia en la Figura 7.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

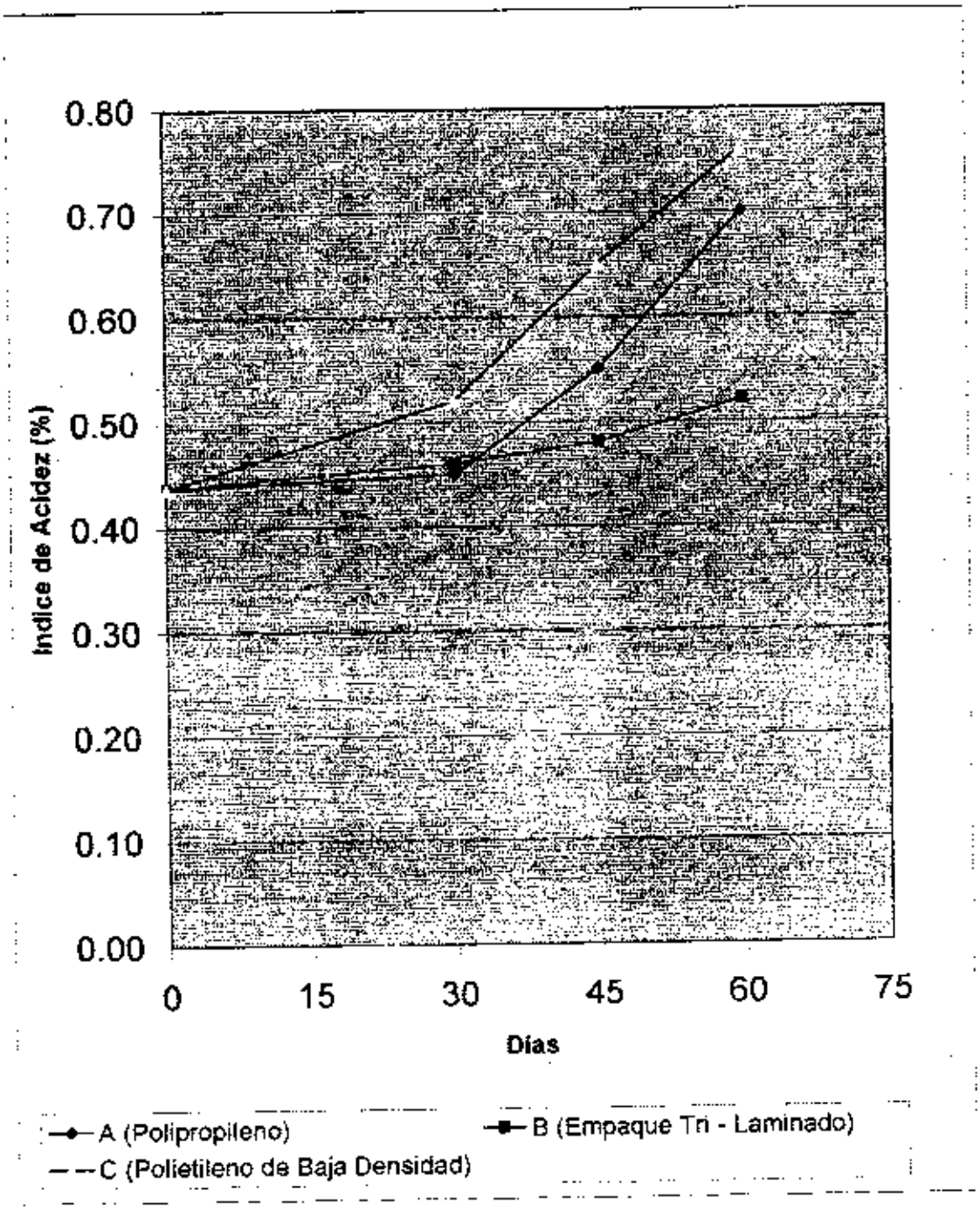

Figura 7: Índice de Acidez Observado Durante el Almacenamiento de las Almendras Frito - Saladas

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

El índice de peróxido que mide y determina el estado de oxidación inicial de un aceite, se expresa en mili - equivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa. Podemos notar en el Cuadro 14 antes mencionado; que no hay presencia de peróxidos en los tres casos evaluados. Según **Pearson, (1976)** especifica que un alimento con índice de yodo de 0 – 6 meq. / Kg. es sinónimo de frescura; y según **ITINTEC, Norma 209-006-68**, recomienda para consumo humano un rango de índice de peróxido de 1-20 meq. /Kg.

Los peróxidos o compuestos de oxidación inicial se originan cuando el producto no se protege de la luz y el calor ó no se almacenan en envases adecuados, como consecuencia de ello, a mayor índice de peróxidos menor será la capacidad antioxidante del producto. **www.cerespajn.com/aceite.html**

Cabe recalcar que un producto graso de origen vegetal, suelen tener antioxidantes naturales, y el macambo es uno de ellos, lo cual proporciona estabilidad, y esta composición esta relacionada con la composición lipídica (que en el caso del macambo contiene un 33% de Lípidos) la presencia de prooxidantes y antioxidantes y las características del empaque. **(Fennema, 1982) y (Manzini-Filho, 1997)**.

Se eligió el empaque trilaminado por ser el empaque más estable y el que brinda mejor protección a las almendras fritas y saladas de macambo; el cual proporciona una excelente barrera protectora y permite que el producto preserve su delicioso aroma y su singular

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

frescura por mas de tres (03) meses; pero por razones de costo se podría optar por el empaque de polipropileno.

4.5. Flujograma Final del Proceso de Elaboración de Almendras Frito salada de macambo (*Theobroma bicolor*)

Después de haber realizado las pruebas y análisis preliminares en las cuales se determinó el mejor tiempo de fritura, la mejor concentración de sal; se presenta el flujograma final del procesamiento de la almendra de macambo (***Theobroma bicolor***) tal como se aprecia en la Figura 8; donde se aprecia que el punto crítico de la obtención de la almendra de macambo frito salado fue el secado y la fritura que fue de 2 minutos con una temperatura de 165°C.

Así mismo en el Cuadro 15, se presenta el balance de materia, donde en la operación de partido se elimina casi el 46%; de acuerdo a esto se obtuvo un rendimiento final de 12.5%; similar a lo obtenido por **Pezo, 1994**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

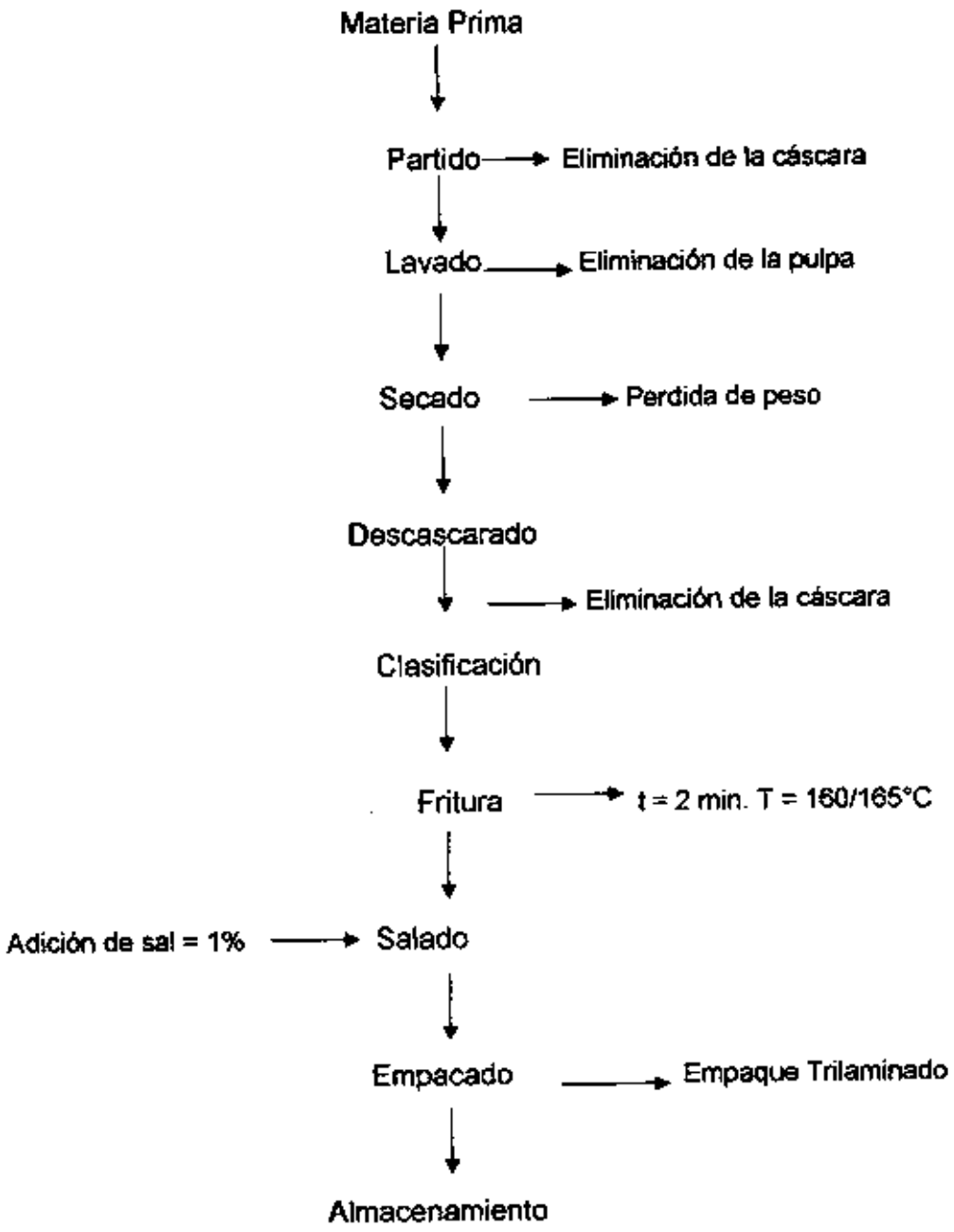

Fig. 8. Flujograma Final del Procesamiento de la Almendra de Macambo (*Theobroma bicolor*)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro 15. Balance de Materia en el Proceso de Elaboración de la Almendra Frito-Saladas de Macambo (*Theobroma bicolor*)

Operación	Material Que Entra (g)	Material Que Se Adiciona (g)	Material Que Sale (g)	Material Que Sigue En Proceso (g)
Materia Prima	2050	0	0	2050
Partido	2050	0	975	1075
Lavado	1075	0	600	475
Secado	475	0	250	225
Descascarado	225	0	50	175
Clasificación	175	0	0	175
Fritura	175	395	315	255
Salado	255	1.83	0	256.3
Empacado	256.3	0		0

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.6. Análisis Químicos del Producto Terminado

El resultado del análisis químico proximal de la almendra de macambo frito-saladas se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Composición Químico – Proximal de la Almendra de Macambo frito-saladas

Determinaciones	Almendra frito - saladas (%) b.s.
Proteína total (N x 6.25)	17.45
Ceniza	4.2
Fibra bruta	21.64
Humedad	2.3
Grasa total	22.45
Carbohidratos totales	11.25

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 16 se aprecia que la almendra de macambo proporciona un valor proteico de 17.45% en base seca, este valor es superior en comparación con productos frito-salados similares, como las nueces (14.10%), y las almendras (16%); a su vez proporciona un alto valor energético de 449.1 Cal. que esta en función conjunta de la proteína, grasa total y los carbohidratos; lo que indica que este alimento merece incentivarlo para su consumo humano.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Su utilización en la industria de alimentos traerá como beneficio elevar el valor nutritivo de los alimentos al utilizarlo en forma asociada o como suplemento. También puede ser utilizada en repostería, en la elaboración de chocolate, pastelerías, etc.

4.7. Determinación de la Actividad de Agua y el valor de la Capa Monomolecular

Para la determinación de la actividad de agua y la capa monomolecular se utilizo el modelo matemático de G.A.B. ya que el rango esta comprendida entre 0.1 y 0.9 según (**Texeira y Tobinaga, 1998**), arrojándose un valor de 2.13 g.H_2O / 100g correspondiente al valor de la capa monomolecular; un valor similar a la leche en polvo que es de 2 g H_2O/100g; lo que nos indica que el agua de esta capa sea relativamente difícil de extraer, es decir, esta fuertemente ligada, y no se podría congelar (**Cheftel; 1999**).

Esta isoterma de adsorción permitió calcular gráficamente la actividad de agua (Aw) del producto, que para el caso de la almendra de macambo frito salado fue de 0.7, un valor similar a la Aw de las frutas secas (0.72). A esta actividad de agua no es posible el deterioro por el desarrollo de microorganismos debido a que estos se inhiben a actividades de agua por debajo de 0.6 – 0.7 según **Cheftel, 1999.**

Con los resultados obtenidos de los valores experimentales obtenidos de humedad de equilibrio, Actividad de agua; para el

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

trazado de la isoterma de adsorción, se utilizó la ecuación de PELEG, con lo cual se graficó la curva, tal como se aprecia en la Figura 9

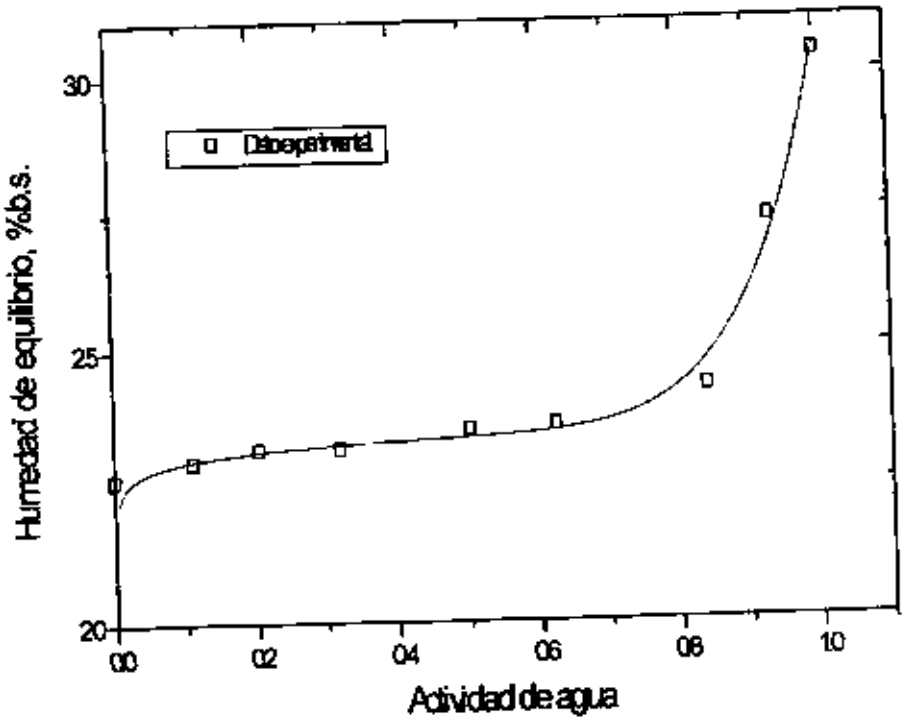

Fig. 9. Isoterma de Adsorción de la Almendra de Macambo Frito Salado Ajustadas a la Ecuación de PELEG

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se arribó a las siguientes conclusiones.

- La almendra de macambo frito salado elaboradas a una concentración de 1% de sal y fritado a 2 minutos por 165°C presentaron mejores características organolépticas en cuanto al color, olor y crocantes.
- La almendra de macambo frito salado presenta un 17.45% de proteínas, 4.5% de ceniza, 21.64% de fibra, grasa un 22.45%; indicando todo esto un buen aporte calórico de 449.1 Calorías.
- Durante 60 días de almacenamiento las almendras frito saladas, no presentaron deterioro por enranciamiento hidrolítico ni oxidativa significativo en ninguno de los empaques, mostrando mejor estabilidad y siendo el más adecuado el empaque trilaminado, siguiendo en orden de importancia el empaque de polipropileno, y por último el empaque de polietileno de baja densidad.
- El rendimiento de la obtención de la almendra frito salado fue de 12.5%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

5.2. Recomendaciones

- Incentivar el cultivo del macambo como alternativa de producción en la región con variedades mejoradas.
- Estudiar la posibilidad de aprovechar integralmente la cáscara de macambo (***Theobroma bicolor***) como complemento para la elaboración de alimento balanceado.
- Realizar un estudio técnico para el diseño de un despulpador y un descascarador para la mejor manipulación de la semilla de macambo (***Theobroma bicolor***).
- Efectuar la búsqueda de oportunidades de mercado para la comercialización de este producto, así mismo, incentivar el consumo de las almendras de macambo frito saladas.
- Continuar con el aprovechamiento de la fruta y almendra en otras formas de procesar.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

VI. BIBLIOGRAFIA

1. A.O.A.C 1989. Official methods of analysis of the association. Official analytical chemists fourteenth edition, Virginia U.S.A.
2. ARAYA, O. et al. 1995. Alternativas de industrialización del banano y el plátano. San José, CITA-UCR.
3. BELITZ – GROSCH. 1992. Química de los alimentos 2da edición, editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
4. BADUI, S. 1981. Química de los alimentos. Editorial Alhambra S.A. Madrid-España.
5. BENAVENT, J.L. 1996. Proceso de elaboración de alimentos. Valencia España.
6. BRAVERMAN, J.B.S. 1980. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Editorial El Manual Moderno S.A. México, DF.
7. CALZADA, B.J. 1980. Frutales nativos. Primera edición. Lima –Perú.
8. CHEFTEL, J.C. 1999. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
9. COLLAZOS CH., CARLOS 1996 Tabla Peruana de Composición de Alimentos. Séptima Edición. Lima – Perú
10. DIAZ, D.; VILLALOBOS 1977. Preparación y conservación de productos semiprocesados de plátano en diferentes estados de madurez. Tesis - Colombia
11. FLORES, W. 1996. Aprovechamiento de raíces y tubérculos, productos mínimamente procesados y frituras. San José, CITA-UCR.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

12. DÍAZ, J.E. 2003. Deshidratación por aire caliente de músculo de camarón gigante de malasia. Tesis Tarapoto – Perú.

13. ESTEVES, B. 1996. Castanha de cajú; e instalacao oltremare para descasque, de Cabo Verde. Estudios agronómicos. Portugal.

14. FENNEMA, O. 1993. Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

15. FLORES, P. 1997. Investigación agroforestal transferencia de tecnología agroforestal, en la selva baja. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú

16. FAO. 1987. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos. Ejemplos de América Latina. Estudio FAO Monres. Roma

17. GAHONA, E. 2000. Actividad de agua. Universidad de la Serena Chile.

18. LABUZA, T., KAANANE y CHEN, J. 1985. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated rood. Journal of Food Science.

19. MANCINI, J.-FILHO, R. 1997. Departamento alimentos e nutricao experimental. Faculdade de Ciencias Farmaceuticas, University of Sao Paulo.

20. MACKEY, A. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Ciepe San Felipe Venezuela.

21. PEARSON, B. 1976. Técnica de laboratorio de análisis de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España.

22. PEZO, M. 1994. Obtención de la almendra de la nuez del marañon y su conservación por frito salado. Tarapoto Perú.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

23. PINEDO, P.M. H. 1989. Evaluación preliminar de la germinación de 28 frutales tropicales. INIA. Lima Perú

24. PULGAR. 1991. Implantación y cultivo del cacao. Tingo Maria Perú

25. REVISTA POLI – FLEX, Inc.; 2000 U.S.A.

26. SANCHO, J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones universitat de Barcelona.

27. TEXEIRA, B.F. y TOBINAGA, S. 1998. A diffusion model for describing water transport in round squid mantle during drying with a moisture dependent effective diffusivity. Journal of Food Engineering.

28. TRADING ARGENTINA S.R.L. (1999 – 2003)

29. TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA. (TCA) 1997 cultivo de frutales nativos amazónicos. Lima Perú

30. UREÑA, P.M. 1999. Evaluación sensorial de alimentos. UN.A.L.M. Lima Perú.

31. VAZQUES, M. R. 1996. Catalogo de los frutales comestibles de la amazonia peruana. Proyecto Flora del Perú. Iquitos Perú.

32. PAGINAS DE INTERNET VISITADAS.

- www.bibivrt.futuro.usp.br
- www.borges.es
- www.cerespain.com/aceite.html
- www.envapack.com
- www.industriaalimenticia.com
- www.lachurreria.com/informes/aceite.asp

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- www.materiaoleochemicals.com/esp/analisis.html
- www.oxicar.net/aplicaciones/industria_alimenticia.html
- www.profeco.gob.mx/new/html/revista/pdf/aceitcomes.pdf
- www.lamolina.edu.pe/
- www.telecable.es/
- www.tradar.com.ar/Castellano/Productos/Frutos%20secos
- www.consumer-revista.com/abr99/im.../analisis1.html
- http://www.rainforestconservation.org/data_sheets/agroforestry/Theobroma_bicolor.html
- www.siamazonia.org.pe/Material%20educativa/Fotos/Flora/
- www.download.Tritop.es:81/egahona/deshi/Aw.pdf
- www.singluten.cl/alimentos_ficha.asp?ID=5 (Nutrisa 2003)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

VII. ANEXOS

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Anexo 1

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:..... FECHA:.....

PRODUCTO:..... HORA:.....

INSTRUCCIONES:

- Ubique en la escala que se acompaña la intensidad del grado de aceptación de las muestras codificadas marcando con una (X).

ESCALA	CODIGO DE MUESTRAS		
7 Me gusta mucho			
6 Me gusta ligeramente			
5 Me gusta			
4 Me es indiferente			
3 Me disgusta			
2 Me disgusta ligeramente			
1 Me disgusta mucho			

Observaciones: .....

.....

.....

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Anexo 2

CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANZA EN LA EVALUACION DEL TIEMPO DE FRITURA EN FUNCION AL COLOR DE LAS ALMENDRAS.

- **Factor de corrección**:

$$Fc = \frac{92^2}{30} = 282.133$$

- **Suma de cuadrados del total:**

$$SCT = 3^2 + 3^2 + ... + 3^2 - Fc$$
$$SCT = 37.8667$$

- **Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCt = \frac{28^2 + 43^2 + 21^2}{10} - Fc$$
$$SCt = 25.2667$$

- **Suma de cuadrados de panelistas**:

$$SCp = \frac{10^2 + 9^2 + ... + 10^2}{3} - - Fc$$
$$SCp = 7.8667$$

- **Suma de cuadrados del error**:

$$SC_E = SCT - (SCt + SCp)$$
$$SC_E = 4.7333$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA)

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Panelistas	9	7.87	0.87	3.32	
Muestras	2	25.27	12.63	48.05	3.56 ***
Error Experimental	18	4.73	0.26		
TOTAL	29				

*** Existe alta diferencia significativa entre los tratamientos

PRUEBA DE TUCKEY

$$Sx = \sqrt{\frac{0.2629}{10}}$$

$$Sx = 0.1621$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\eta_E = 18$$

$$p = 3$$

$$q_{0.05(3;18)} = 3.61$$

$$W = 3.61 \times 0.1621 = 0.5852$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Diferencia entre promedios llevando la orden decreciente:

$$T_2 = A = 4.3$$
$$T_1 = B = 2.8$$
$$T_3 = C = 2.1$$

COMPARACIONES	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S. (T)	SIGNIFICANCIA
A vs. B	1.5	0.5852	SIGN.
A vs. C	2.2	0.5852	SIGN
B vs. C	0.7	0.5852	SIGN.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Anexo 3

CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANZA EN LA EVALUACION DEL TIEMPO DE FRITURA EN FUNCION AL OLOR DE LAS ALMENDRAS.

- **Factor de correccion:**

$$Fc = \frac{98^2}{30} = 320.133$$

- **Suma de cuadrados del total**

$$SCT = 5^2 + 3^2 + \ldots + 3^2 - Fc$$
$$SCT = 33.8667$$

- **Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCt = \frac{28^2 + 40^2 + 30^2}{10} - Fc$$
$$SCt = 8.2667$$

- **Suma de cuadrados de panelistas:**

$$SCp = \frac{12^2 + 9^2 + \ldots + 10^2}{3} - Fc$$
$$SCp = 7.2$$

- **Suma de cuadrados del error:**

$$SC_E = SCT - (SCt - SCp)$$
$$SC_E = 18.4$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA):

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Panelistas	9	8.27	0.92	0.89	
Muestras	2	7.20	3.6	3.52	3.56 n.s.
Error Experimental	18	18.4	1.02		
TOTAL	29				

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Anexo 4

CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANZA EN LA EVALUACION DEL TIEMPO DE FRITURA EN FUNCION A LA CROCANTES DE LAS ALMENDRAS.

- **Factor de correccion:**

$$Fc = \frac{105^2}{30} = 367.5$$

- **Suma de cuadrados del total**

$$SCT = 4^2 + 4^2 ..... + 4^2 - Fc$$
$$SCT = 29.5$$

- **Suma de cuadrados del tratamiento**

$$SCt = \frac{28^2 + 37^2 + 40^2}{10} - Fc$$
$$SCt = 7.8$$

- **Suma de cuadrados de panelistas**

$$SCp = \frac{13^2 + 13^2 + ... + 9^2}{3} - Fc$$
$$SCp = 9.5$$

- **Suma de cuadrados del error:**

$$SC_E = SCT - (SCt + SCp)$$
$$SC_E = 12.2$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA):

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Panelistas	9	8.27	0.92	0.89	
Muestras	2	7.20	3.6	3.52	3.56 *
Error Experimental	18	18.4	1.02		
TOTAL	29				

* Existe diferencia significativa entre los tratamientos

PRUEBA DE TUCKEY

$$Sx = \sqrt{\frac{0.6777}{10}}$$

$$Sx = 0.2603$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\eta_V = 18$$

$$p = 3$$

$$q_{0.05(3;18)} = 3.61$$

$$W = 3.61 \times 0.2603 = 0.9397$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Diferencia entre promedios llevando la orden decreciente:

$T_3 = C = 4.0$
$T_2 = A = 3.7$
$T_1 = B = 2.8$

COMPARACIONES	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S. (T)	SIGNIFICANCIA
A vs. B	1.5	0.5852	NO SIGN.
A vs. C	2.2	0.5852	SIGN
B vs. C	0.7	0.5852	NO SIGN.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Anexo 6

CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANZA EN LA EVALUACION SENSORIAL (SALADO) DE LAS ALMENDRAS PROCESADAS.

- **Correccion de términos:**

$$CT = \frac{151^2}{30}$$
$$CT = 760.03$$

- **Suma total al cuadrado de cada juicio:**

$$SCT = 6^2 + 5^2 + \ldots + 5^2 - CT$$
$$SCT = 815$$

- **Suma total al cuadrado de muestras**

$$SCM = \frac{59^2 + 39^2 + 53^2}{10} - CT$$
$$SCM = 21.07$$

(Con 2 grados de libertad)

- **Suma total al cuadrado de catadores**

$$SCC = \frac{14^2 + 11^2 + \ldots + 16^2}{3} - CT$$
$$SCC = 12.97$$

(Con 9 grados de libertad)

- **Suma total al cuadrado de error**

$$SCE = SCT - (SCM - SCC)$$
$$SCE = 20.93$$

(Con 18 grados de libertad)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA):

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Panelistas	9	12.97	1.44	1.24	
Muestras	2	21.07	10.54	9.09	3.56 **
Error Experimental	18	20.93	1.16		
TOTAL	29				

** Existe diferencia significativa entre los tratamientos

PRUEBA DE TUCKEY

$$Sx = \sqrt{\frac{1.16}{10}}$$

$$Sx = 0.341$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\eta_{\gamma} = 18$$

$$p = 3$$

$$q_{0.05(3;18)} = 3.61$$

$$W = 3.61 \times 0.341 = 1.23$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Diferencia entre promedios llevando la orden decreciente:

$$T_1 = A = 5.9$$
$$T_3 = B = 5.3$$
$$T_2 = C = 3.9$$

COMPARACIONES	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S. (T)	SIGNIFICANCIA
A vs. B	0.6	1.23	NO SIGN.
A vs. C	1.4	1.23	SIGN
B vs. C	2.0	1.23	SIGN.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Anexo 7

Diseño Experimental para la Evaluación del Almacenamiento para los Diferentes Empaques

Para el Índice de Yodo

Factorial 3 x 4 Tres tratamientos con 4 sub niveles y 4 unidades experimentales.

$$a = 3$$
$$b = 4$$
$$n, y = 4$$
$$\Sigma y^2 = 37785$$
$$Myy = 35057$$
$$Tyy = 2724.9$$
$$Eyy = 3.6792$$
$$Ayy = 142.53$$
$$Byy = 2040.7$$
$$(AB)yy = 541.73$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

ANVA PARA LOS DATOS OBTENIDOS DEL INDICE DE YODO

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	3	2724.9	908.31	8146.8	2.9 ***
A	2	142.5	71.263	639.17	3.3 ***
B	3	2040.7	680.22	6101.1	2.9 ***
AB	6	541.7	90.289	809.82	2.4 ***
Error Experimental	33	3.6792	0.1115		
TOTAL	47	5405.5			

Para el Índice de Acidez

Factorial 3 x 4 Tres tratamientos con 4 sub niveles y 4 unidades experimentales.

$$a = 3$$

$$b = 4$$

$$n, y = 4$$

$$\Sigma y^2 = 48$$

$$Myy = 14.17$$

$$Tyy = 0.553$$

$$Eyy = 0.0055$$

$$Ayy = 0.1175$$

$$Byy = 0.3474$$

$$(AB)yy = 0.0877$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

ANVA PARA LOS DATOS OBTENIDOS DEL INDICE DE ACIDEZ

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	3	0.5526	0.1842	1099.9	2.9 ***
A	2	0.1175	0.0588	350.93	3.3 ***
B	3	0.3474	0.1158	691.39	2.9 ***
AB	6	0.0877	0.0146	87.256	2.4 ***
Error Experimental	33	0.0055	0.0002		
TOTAL	47	1.1192			

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados