

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial



TESIS

**EFECTO DEL TOSTADO POR MÉTODO CONVENCIONAL
Y TRATAMIENTO POR MICROONDAS EN COLOR DE
GRANOS DE SAGHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*)
PARA LA ELABORACIÓN DE CREMA DE CONSUMO HUMANO.**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ERICKA VANESSA GUERRA PISCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TARAPOTO - PERÚ
2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

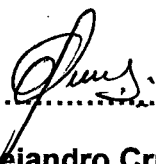
**EFFECTO DEL TOSTADO POR MÉTODO CONVENCIONAL Y TRATAMIENTO POR
MICROONDAS EN COLOR DE GRANOS DE SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L.)
PARA LA ELABORACIÓN DE CREMA DE CONSUMO HUMANO.**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

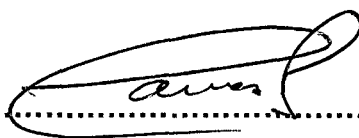
Presentado por la bachiller

ERICKA VANESSA GUERRA PISCO



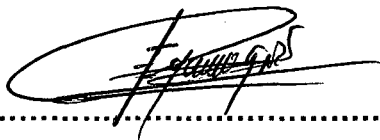
.....
Ing. M. Sc. Alejandro Cruz Rengifo

PRESIDENTE



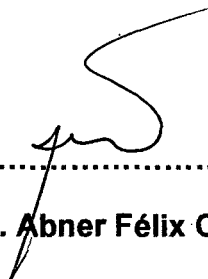
.....
Ing. Pablo Walther Paucar Lozano

SECRETARIO



.....
Ing. M. Sc. Enrique Navarro Ramírez

MIEMBRO



.....
Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio

ASESOR

SUSTENTADA Y APROBADA EL 10 DE NOVIEMBRE DEL 2015, SIENDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE : Ing. M. Sc. Alejandro Cruz Rengifo

SECRETARIO : Ing. Pablo Walther Paucar Lozano

MIEMBRO : Ing. M. Sc. Enrique Navarro Ramírez

ASESOR : Ing. M. Sc. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio.

DEDICATORIA

En primer lugar dedico a Dios, el hacedor de la vida por haberme dado fuerza, inteligencia, paciencia, madurez, vida y salud para concretar con éxito este gran trabajo.

A mi hijo Matheus por saber esperar y sacrificar mi presencia con el fin de que yo concrete mis estudios profesionales; también por apoyarme a su manera, con cariño, dulzura, amor y alegría.

A mis padres Waldemar y Nelly por brindarme todo su apoyo y sacrificio cada día y ser un ejemplo de vida.

A mis hermanos Carlos y Marissa, quienes son mis mejores amigos, mi inspiración y por todo el apoyo moral y económico que me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

Al Dios Omnipotente, porque su amor es eterno y su fidelidad permanece para siempre, a él sea la gloria y la honra.

A toda mi familia, especialmente a mis padres y hermanos, con quienes estaré eternamente agradecida.

A mi asesor de tesis, el Ing. Dr. Abner Obregón Lujerio por compartir sus conocimientos y orientación durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Richerd Garay Montes, por su apoyo y motivación constante durante la ejecución de la presente investigación.

A la Ing. María Benito García, por todo su apoyo y sus consejos que me brindó antes de la sustentación de la tesis.

A la Ing. Liliana Estrella Gamonal, por ser mi gran amiga y porque con su apoyo, fue posible realizar y mejorar la redacción del presente documento. Muchas gracias!

A la Universidad Nacional de San Martín, por el financiamiento del proyecto mediante concurso.

Al Ing. Pablo Walther Paucar Lozano, por todo el apoyo que me brindó durante mi formación académica y asimismo en la redacción de la presente tesis.

Al Sr. David Matos Ruíz, por permitirme usar las instalaciones de su empresa Selva Tropical Exportaciones EIRL y por toda la estimación y cariño.

A todos mis amigos que me ayudaron en el desarrollo de la presente tesis, especialmente a Ali Murrieta, Violeta Quinteros, Yens Mao, Luz Sánchez, Ricky Saavedra, Rays Shupingahua, Natividad Torres.

A Jorge Martín Chávez, por su sincero amor, con quien compartí momentos hermosos y por todo el apoyo que me regalo.

A Mayte Girano Ramírez por su amistad incondicional desde el primer año en esta institución.

A los miembros del jurado por las sugerencias y recomendaciones en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los técnicos del laboratorio la Sra. Dolly Flores y al Sr. Guido Saavedra por el apoyo desinteresado que recibí de ellos.

Al Sr. Porfirio Guerrero, técnico de la BEFIAI, por todas las facilidades brindadas en el uso de material bibliográfico y por su sincera amistad.

Y a todas las personas que directa o indirectamente formaron parte de este trabajo.
A todos infinitas gracias.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	17
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. Sacha Inchi	19
2.1.1. Variedades y ecotipos	21
2.1.2. Cosecha y poscosecha	22
2.1.3. Valor nutricional	23
2.1.4. Calidad de Proteínas	25
2.1.5. Usos del Sacha Inchi	27
2.2. Crema de untar	28
2.2.1. Proceso de elaboración de crema de Sacha Inchi	29
2.3. Tostado	32
2.3.1. Cambios físicos y químicos producidos en el tostado	33
2.3.1.1. Cambios físicos	33
2.3.1.2. Cambios Químicos	34
2.3.1.2.1. Desnaturalización de la proteína	34
2.3.1.2.2. Autoxidación	34
2.3.1.2.3. Desarrollo del sabor	36
2.3.2. Tipos de tostados	36
2.3.2.1. Tostado Convencional	36
2.3.2.2. Tratamiento Microondas	38
2.3.2.2.1. Estructura y funcionamiento de un Microondas	38
2.4. Color	40
2.4.1. Importancia del color en los alimentos	40
2.4.2. Medida Instrumental del Color	41
2.4.3. Sistema CIELab	42
2.4.3.1. Luminosidad (L*)	42
2.4.3.2. Saturación a*	42
2.4.3.3. Saturación b*	42
2.4.3.4. Cromacidad (c* _{ab})	42
2.4.3.5. Tono (h* _{ab})	43
2.5. Análisis sensorial	44

III. MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1. Lugar de ejecución	46
3.2. Materia prima	46
3.3. Materiales, equipos y reactivos de laboratorio	46
3.3.1. Materiales	46
3.3.2. Equipos	47
3.3.3. Reactivos	47
3.4. Metodología	47
3.4.1. Caracterización de la materia prima.	50
3.4.2. Evaluación del tostado de almendras de sachá inchi.	50
3.4.2.1. Evaluación instrumental del color de las almendras de sachá inchi tostadas.	51
3.4.2.2. Análisis sensorial de las almendras de sachá inchi tostadas.	52
3.4.3. Evaluación de las formulaciones de cremas de sachá inchi para consumo humano.	52
3.4.3.1. Evaluación instrumental del color en las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.	53
3.4.3.2. Evaluación sensorial de las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.	53
3.4.3.3. Análisis estadístico de las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.	53
3.4.4. Evaluación final de la Crema de sachá inchi para consumo humano.	54
3.4.4.1. Análisis proximal.	54
3.4.4.2. Análisis fisicoquímico.	54
3.4.4.3. Análisis de ácidos grasos esenciales de la crema de sachá inchi para consumo humano.	54
3.4.4.4. Análisis microbiológico de la crema de sachá inchi para consumo humano.	56
3.4.4.5. Análisis sensorial de la crema de sachá inchi para consumo humano.	56
3.4.4.6. Estudio de mercado de la crema de sachá inchi para consumo humano.	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	58
4.1. Caracterización de las almendras de sachá Inchi.	58
4.2. Evaluación del método de tostado de almendras de sachá inchi.	59

4.3. Evaluación de las formulaciones de cremas sachá inchi para consumo humano.	69
4.3.1. Análisis sensorial de las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.	76
4.4. Flujograma definitivo para la elaboración de crema de sachá inchi de consumo humano.	78
4.4.1. Análisis proximal y fisicoquímico de crema de sachá inchi de consumo humano.	78
4.4.2. Análisis de ácidos grasos esenciales de la crema de sachá inchi para consumo humano.	80
4.4.3. Análisis Microbiológico de la crema de sachá inchi para consumo humano.	81
4.4.4. Análisis sensorial (prueba de aceptación) de la crema de sachá inchi para consumo humano.	82
4.4.5. Estudio de mercado.	83
V. CONCLUSIONES	91
VI. RECOMENDACIONES	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
VIII. ANEXOS	98

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Nº 01	Composición proximal de las almendras del sachá inchi. 24
Nº 02	Perfil de ácidos grasos de las almendras de sachá Inchi. 24
Nº 03	Perfil de aminoácidos de la proteína del sachá inchi comparada con otras oleaginosas aceiteras. 26
Nº 04	Cambios físicos producidos en el tostado de granos. 33
Nº 05	Análisis fisicoquímico de nueces y otras oleaginosas durante el tostado. 35
Nº 06	Límites de tiempo de tostado de semillas. 37
Nº 07	Parámetros del color L*, a* y b* de algunos productos comestibles. 44
Nº 08	Composición proximal de las semillas de Sachá inchi. 58
Nº 09	Efecto del método de tostado en las propiedades fisicoquímicas de granos de sachá inchi. 60
Nº 10	Parámetros de color CIELAB de cara externa e interna de la almendra de sachá inchi en función al método y tiempo de tostado. 63
Nº 11	Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis fisicoquímico de almendras de sachá inchi tostadas. 66
Nº 12	Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis instrumental del color de almendras de sachá inchi tostadas. 67
Nº 13	Características fisicoquímicas en las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano. 70
Nº 14	Parámetros de color CIELAB de las formulaciones de cremas de sachá inchi para consumo humano. 72
Nº 15	Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis fisicoquímico de las formulaciones de crema de sachá inchi. 75
Nº 16	Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis instrumental de las formulaciones de crema de sachá inchi. 75
Nº 17	Composición proximal (g/100 g b.h) y fisicoquímica de las cremas elaboradas con granos tostados de sachá inchi por método Convencional y Microondas. 80
Nº 18	Ácidos grasos esenciales en crema elaboradas con granos tostados

	de sachá inchi en método Convencional y Microondas.	81
N° 19	Análisis microbiológico en cremas elaboradas con granos tostados de sachá inchi en método Convencional y Microondas.	82
N° 20	Valores promedios de la prueba de Aceptabilidad de la crema de maní y de sachá inchi en método Convencional y Microondas.	83
N° 21	Aceptación de la crema de sachá inchi en supermercados y mercado de abastos.	84
N° 22	Análisis general del estudio de mercado de la crema de sachá inchi para consumo humano.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
N° 01: Frutos de Sacha Inchi.	20
N° 02: Semillas de sachá inchi.	21
N° 03: Elaboración de crema de sachá inchi.	30
N° 04: Tratamiento térmico de las semillas.	37
N° 05: Esquema de un Microondas.	40
N° 06: Sistema de color CIELAB.	43
N° 07: Flujograma experimental de la obtención de Crema de sachá inchi para consumo humano.	48
N° 08: Variación del % de humedad de almendras de sachá inchi tostadas por método Convencional y Microondas.	61
N° 09: Variación de Índice de acidez de almendras de sachá inchi tostadas por método Convencional y Microondas.	61
N° 10: Variación del Índice de Peróxido de almendras de sachá inchi tostadas por método Convencional y Microondas.	61
N° 11: Variación de Índice de yodo de almendras de sachá inchi tostadas por método Convencional y Microondas.	62
N° 12: Gráfica del ángulo h^*_{ab} y de las saturaciones a^* y b^* de almendras de sachá inchi tostadas en método Convencional.	64
N° 13: Gráfica del ángulo h^*_{ab} y de las saturaciones a^* y b^* de almendras de sachá inchi tostadas en Microondas.	64
N° 14: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis Sensorial de las almendras tostadas en método Convencional y Microondas.	68
N° 15: Perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi por método Convencional.	68
N° 16: Perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi por método Microondas.	69
N° 17: Índice de acidez de la formulación de crema de sachá inchi obtenidas en dos métodos de tostado.	71
N° 18: % de humedad de la formulación de crema de sachá inchi obtenidas en dos métodos de tostado.	71

N° 19: Gráfica de la saturaciones a* y b* de las formulaciones de cremas de sachá inchi por método Convencional.	73
N° 20: Gráfica de la saturaciones a* y b* de las formulaciones de cremas de sachá inchi por método Microondas.	73
N° 21: Perfil de sabor y textura de las formulaciones de crema de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Microondas.	77
N° 22: Perfil de sabor y textura de las formulaciones de crema de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional.	77
N° 23: Flujograma definitivo para el proceso de obtención de crema Sachá Inchi para consumo humano.	79
N° 24: Promedios de aceptación de crema de maní, crema de sachá inchi (elaboradas con almendras tostadas en método Convencional y Microondas).	83
N° 25: Conocimiento del beneficio del consumo de sachá inchi.	85
N° 26: Consumo del sachá inchi como aceite u otro derivado.	86
N° 27: Consumo de crema de Sachá inchi.	86
N° 28: Posibilidad de consumo de la crema de sachá inchi.	87
N° 29: Razón por la que no consumirían crema de sachá inchi.	87
N° 30: Frecuencia de consumo de crema de sachá inchi.	88
N° 31: Horarios de consumir crema de sachá inchi.	88
N° 32: Precios a pagar por un pote de 100 gramos.	89
N° 33: Preferencias en los lugares de compra del producto.	89
N° 34: Edades de las personas encuestadas.	90
N° 35: Sexo de las personas encuestadas.	90
N° 36: Ingreso personal de las personas encuestadas.	90

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Nº 01 Formato de encuesta.	98
Nº 02 Análisis de Varianza de las características fisicoquímicos de las almendras tostadas de sachá inchi.	100
Nº 03 Análisis de Varianza de la evaluación sensorial de las almendras tostadas por método Convencional y Microondas.	102
Nº 04 Promedios para determinar el perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi.	102
Nº 05 ANVA de las características fisicoquímicas y análisis instrumental del color en las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.	103
Nº 06 Prueba de Friedman de la evaluación sensorial de las cremas formuladas.	105
Nº 07 Promedios para determinar el perfil de sabor y textura de cremas de sachá inchi para consumo humano formuladas	106
Nº 08 Análisis de Varianza de la Prueba de aceptación de crema de maní y sachá inchi.	106
Nº 09 Resultados del análisis proximal de almendras de sachá inchi	107
Nº 10 Resultados del análisis proximal de cremas de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional y Microondas.	107
Nº 11 Resultados del análisis de ácidos grasos de cremas de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional y Microondas.	108
Nº 12 Resultados del análisis microbiológico de cremas de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional y Microondas.	110
Nº 13 Norma técnica y peruana del aceite de sachá inchi	112
Nº 14 Métodos de análisis microbiológico, Normas ISO y UNE.	113
Nº 15 Formulación de crema de sachá inchi.	116
Nº 16 Elaboración de crema de sachá inchi.	117

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del tostado por método Convencional y tratamiento en Microondas en el color y sabor (eliminación de astringencia) de almendras de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) para la elaboración de crema para consumo humano. La secuencia de operaciones fue: Recepción de materia prima, descascarado y selección, tostado, molienda, mezclado (formulación) y envasado. En el tostado se evaluó el tiempo adecuado, en método Convencional a 120°C, tiempos de 10, 15 y 20 min. y en el tratamiento en Microondas a 1.2 kw, tiempos de 4, 6 y 8 min.; posteriormente se determinó la mejor formulación, evaluando diferentes concentraciones de aceite y azúcar, en función al dulzor y aceitosidad, el análisis estadístico del tostado se hizo bajo un diseño completamente al azar (DCA) y una prueba de Friedman para las formulaciones.

Se determinó que las almendras de sachá inchi tostadas por Microondas durante 8 min y tostado Convencional durante 20 min, presentaron sabor (sin astringencia) y color con tonalidad de crema oscuro (luminosidad del método Convencional 29.8 y en el tratamiento por Microondas 21.85). En la formulación se determinó influencia significativa ($p < 0.05$) del aceite y azúcar, siendo la más aceptable en método Convencional 1.5% de azúcar y 5% de aceite, en método Microondas 1% de azúcar y 5% de aceite; la crema obtenida de almendras tostadas por método Convencional presenta ácido linolénico (43.76%), ácido linoléico (38.28%) y luminosidad 31.21; la crema obtenida por almendras tostadas en Microondas presentó ácido linolénico (43.82%), ácido linoléico (38.45%) y luminosidad 22.15. La crema de sachá inchi obtenida por tratamiento en Microondas presentó mejores características nutritivas y sensoriales. Finalmente se realizó un estudio de mercado, determinándose 89.33% de aceptabilidad en la población encuestada.

ABSTRAC

This research aimed to evaluate the effect of roasting conventional method and microwave treatment on the color and flavor (removal of astringency) Sacha Inchi almonds (*Plukenetia Volubilis L.*) for the production of cream for human consumption. The sequence of operations was: Reception of Raw Material, shelling and selection, roasting, grinding, mixing (formulation) and packaging. In roasted adequate time it was evaluated in conventional method at 120, times 10, 15 and 20 min. and treatment with microwaves at 1.2 kw, times 4, 6 and 8 min.; then the best formulation was determined by evaluating different concentrations of oil and sugar, according to the sweetness and oiliness, statistical analysis was roasting under a completely randomized design (DCA) and Friedman test for formulations.

It was determined that Sacha Inchi almonds toasted Microwave for 8 min and Conventional roasting for 20 min, filed taste (astringency) and color shade of dark cream (29.8 brightness of the conventional method and microwave treatment 21.85). In formulating significant influence ($p < 0.05$) of oil and sugar it was determined, the most acceptable method Conventional sugar 1.5% and 5% oil, 1% Microwave sugar and 5% oil method; cream toasted almonds obtained by conventional method presents linolenic acid (43.76%), linoleic acid (38.28%) and 31.21 brightness; cream obtained by toasted almonds Microwave presented linolenic acid (43.82%), linoleic acid (38.45%) and 22.15 brightness. Sacha inchi cream obtained by microwave treatment showed better nutritional and sensory characteristics. Finally, a market study was conducted, determining acceptability 89.33% of the surveyed population.

I. INTRODUCCIÓN

Las dietas en las sociedades modernas presentan un creciente consumo de alimentos concentrados en energía y de bajo valor nutritivo, situación que ha generado en los consumidores mayores riesgos de tener enfermedades como son la anemia, esquizofrenia, agudeza visual, obesidad, mal funcionamiento del sistema nervioso, enfermedades cardiovasculares, por causas principalmente nutricionales.

Leaf (2007), reporta que, diversos ensayos recientes en humanos fortalecieron las evidencias que los ácidos grasos omega 3 pueden prevenir las arritmias. En este contexto, el sachá inchi es utilizada tradicionalmente por las poblaciones amazónicas como alimento de gran valor nutritivo (**Báez y Borja, 2013**). Así demostró **Adriazén et al. (2011)** reportando en almendras de sachá inchi 41.7% de grasa (45.10% ácido linolénico y 36.80% ácido linoléico), 27.4% proteínas y **Valles (2012)** encontró 35.01 % de proteína, 40.82% de grasa y 3.02% de fibra y su composición de ácidos grasos 42.19% ácido linolénico, 30.9% ácido linoléico y 8.60% de ácido oleico. La cantidad elevada de proteína del sachá inchi, frente a otras leguminosas presenta digestibilidad aparente de 67% (**Obregón, 1996**).

La almendra de sachá inchi, como en el caso del maní, puede ser usado para la elaboración de crema de consumo humano; sometiendo las almendras a un proceso de tostado y molienda. Sin embargo los nutrientes presentes en los productos, al ser sometidos a altas temperaturas experimentan autooxidación, desnaturalización de proteínas, cambios de color y sabor, de manera que la calidad nutricional del producto disminuye; dependiendo muchas veces del método de tostado empleado. Uno de los métodos comúnmente usado es el tostado Convencional, que es el proceso por el cual el producto entra en contacto con superficies a temperaturas por encima de los 80 °C; sin embargo no solo se puede usar este método tradicional, sino también por medio del uso de Microondas (**Kapoor, 2004**, citado por **Yepez, 2007**). Este método conduce una distribución de calor de radiación uniforme durante el proceso, un menor deterioro de los componentes e incluso mejores características sensoriales (**CSIC, 2009**), además el tiempo de tostado es menor que el tostado Convencional (**Della, 2010**).

El color como atributo para la aceptabilidad, es el resultado de la reacción entre los aminoácidos y azúcares reductores por efecto del calor (Dunnington, 2006, citado por Yopez, 2007), cuya medida instrumental está determinada por la luminosidad (L^*) y saturaciones (a^* y b^*); Reyes y Ulloa (2003) determinó para la mantequilla maní una luminosidad de 32.8 y las saturaciones $a^*=4.8$ y $b^*=5.1$.

En el presente trabajo de investigación se pretende determinar el mejor tiempo de tostado de las almendras de sachá inchi en cada método (Convencional y Microondas), para la elaboración de crema de consumo humano con sabor y color aceptable.

1.1. Objetivo general

Determinar la influencia, del método de tostado sobre el sabor, color y la calidad fisicoquímica de los granos de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*).

1.2. Objetivos específicos

- Comparar el efecto del tostado Convencional y tratamiento por Microondas en el color y sabor (astringencia) de granos de sachá inchi.
- Formular y elaborar crema de sachá inchi de color y sabor aceptable para el consumidor.
- Evaluar la calidad del producto mediante variables no paramétricas (análisis sensorial) y paramétricas (análisis proximal y fisicoquímico).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sacha inchi

El Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), es una oleaginosa silvestre, que comúnmente se conoce como maní del monte, sachá maní o maní del inca; desde años ancestrales se ha utilizado como alimento en las poblaciones rurales, nativas y mestizas (**Sánchez, 2013**). Actualmente su cultivo ha tomado importancia económica e industrial en el mercado internacional debido a la demanda de ácidos grasos esenciales y vitamina E, que la semilla de sachá inchi concentra en cantidades elevadas con respecto a otras oleaginosas, que respaldan la importancia nutricional y terapéutica de su consumo (**Gorriti, 2011**).

El género *Plukenetia* comprende 19 especies de distribución pantropical, 12 en Centroamérica y Suramérica, y las otras 7 en el viejo mundo. En el Perú se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana y Requena), Putumayo, alrededores de Iquitos y Caballococha, Cuzco, Huánuco, Madre de Dios, Oxapampa, San Martín ubicado a lo largo de la Cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas. En el Alto Mayo, Bajo Mayo, sub cuenca del Cumbaza y en áreas del sector Lamas-Shanusí, Rodríguez de Mendoza, valle de Sisa y áreas de la cuenca Lamas-Sihuas (**Gorriti, 2011**).

Según **McBride (1951)**, citado por **Vela (1995)**, la taxonomía del sachá inchi es la siguiente:

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Malpighiales*

Familia: *Euphorbiaceae*

Género: *Plukenetia*

Especie: *Plukenetia Volubilis L.*

Según **Gorriti (2011)**, el *sacha inchi* es una planta voluble, trepadora, monoica, decidua, semileñosa y perenne que alcanza una altura aproximada de dos metros o hasta la altura del tutor que la soporta. De hojas verde oscuro con lámina foliar de forma oval elíptica, opuestas, simples, de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho aproximadamente, con peciolos de 2 a 6 cm de largo, observándose presencia de una protuberancia glandular en su base, las nervaduras nacen en la base de la hoja, la nervadura central se orienta al ápice, los bordes generalmente dentados, el ápice puntiagudo y la base plana o semi-arriñonada (cordada).

Las flores son Hermafroditas, con flores masculinas pequeñas, numerosas, blanquecinas, subglobosas, agrupadas en nudos distales y dispuestas en racimos alargados de 5 a 18 cm de largo; en la base de cada racimo y lateralmente se encuentran de una a dos flores pistiladas, la columna estilar es parcial o totalmente conada, 15-30 mm de largo, estambres de 16-30 mm, con filamentos conspicuos, cónicos, 0.5 mm de largo.

El fruto, es una cápsula, de 3.5 a 4.5 cm. de diámetro, con 04 lóbulos aristados (tetralobados) dentro de los cuales se encuentran 4 semillas. Excepcionalmente, algunos ecotipos presentan cápsulas con 5 a 7 lóbulos, con un intenso color verde (Fig.1 (a) que cambia a marrón (Fig.1 (b)) durante la maduración (**Sánchez, 2013**).



(a)

(b)

Figura 1: Frutos de sachá inchi

Fuente: Sánchez (2013)

Las semillas son lenticulares, comprimidas lateralmente y de color marrón con manchas irregulares más oscuras, 1.5-2 x 0.7-0.8 cm y de 0.8 a 1.4 g de peso,

ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia los bordes, con hileum bien diferenciado (Fig. 02).

En las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendras, cubiertas de una fina película blanquecina revestidas de una capa delgada blanca, a su vez protegida por una cascara externa dura de tono oscuro. El tamaño y peso de las semillas varía de acuerdo al ecotipo. Encontrándose semillas de gran tamaño y superficie rugosa, hasta pequeñas de superficie lisa y manchada, cuya variabilidad está relacionada a las condiciones ambientales de las zonas de procedencia. Las semillas contienen de 33% a 54% de aceite, los componentes del grano de sachá son cáscara (44%), almendra (54%) y tegumento (3%) (Obregón, 1996).

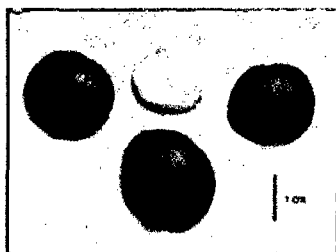


Figura 2: Semillas de sachá inchi

Fuente: Sánchez (2013)

2.1.1. Variedades y ecotipos

En Perú, existen una variabilidad muy amplia, observándose cultivares y ecotipos que difieren grandemente en área de follaje, tamaño y forma de sus hojas, semillas, así como en su capacidad de producción por planta y contenidos de aceite de grano (Betacouthm, 2013).

El germoplasma básico de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) con que cuenta la Estación Experimental El Porvenir, está constituido por 72 accesiones recolectadas en diferentes zonas agroecológicas de San Martín y la Región Amazonas, incluyendo localidades del Trapecio Amazónico y tramos fronterizos con Brasil y Colombia.

Dada la alta variabilidad genética, los ecotipos: Pinto Recodo, Tambo Yaguas, Muyuy y Río Putumayo, alcanzan los más altos rendimientos de semilla en el

primer año de evaluación, con tutores vivos, podas agresivas y bajo condiciones de suelo y clima no muy adecuados para el cultivo; otros ecotipos como Lamas y Shanao son ecotipos, cuyas características son: humedad 8.5%, proteína 27.4%, aceite 41.7%, cenizas 2.1%, fibra 2.6%, carbohidratos 17.7% para la variedad Lamas; humedad 7.9%, proteína 25.8%, aceite 40.5%, cenizas 2.0%, fibra 3.0%, carbohidratos 20.8% para la variedad Shanao, donde se puede notar algunas variaciones significativas (**Palacios, 2008**).

2.1.2. Cosecha y poscosecha

La cosecha es permanente una vez que la planta ha alcanzado los 8 meses de edad, pues la floración es constante, con un rendimiento de 0.7 a 2.0 t/ha; observándose una ligera caída entre febrero y marzo. Las cápsulas verdes se tornan oscuras y se van secando en la planta hasta tornarse marrón oscuro, este cambio se produce en un lapso de 15 a 20 días, que es necesario tomar en cuenta, pues las cápsulas son dehiscentes (**Torres et al; 2009**).

Según Valles (1992), citado por **Báez y Borja (2013)**, la cosecha se estabiliza a partir de los 14 meses, y cuando se realiza la cosecha se encuentran algunas cápsulas inmaduras, que todavía conservan algo de color verde y si se dejan en el campo para la siguiente cosecha, tal vez ya no se cosechen debido a su dehiscencia. Por lo tanto, en estos casos, lo que se recomienda es cosecharlas y poner las cápsulas inmediatamente al sol, para evitar el ataque de hongos, y así no se deteriore la calidad del producto.

La cosecha consiste en el secado y la trilla, son operaciones que se realizan simultáneamente; el secado puede efectuarse en forma natural o artificial, según la fuente de calor y el trillado, en sus inicios se realizaban manualmente, en la actualidad existen trilladoras mecánicas diseñadas para tal fin (**Báez y Borja, 2013**).

Finalmente, después del secado y la trilla, se obtiene 52% de semilla seca y 48% de cáscara, con una humedad estimada de 8 a 10%, para facilitar el

descascarado de la almendra. Los recipientes utilizados para la conservación del grano son los sacos de polipropileno o yute con capacidad de 50 a 70 kg colocados sobre parihuelas de madera y en ambientes secos. El grano de "Sacha Inchi", por sus características de especie oleaginosa al igual que la soya o el algodón, fácilmente se enrancia, con la consiguiente pérdida económica (Arévalo, 1995 y Manco, 2006).

2.1.3. Valor nutricional

El sachu inchi, tiene excelentes propiedades químicas y nutricionales, pues no solo sus granos y aceites son comestibles sino también sus hojas. Investigaciones diversas resaltan el valor nutricional (Cuadro 1), cuya diferencia en el contenido de aceite en la semilla y composición de componentes químicos puede atribuirse a la alta diversidad genética de sachu inchi, los cambios climáticos y geográficos, tratamientos durante la cosecha de semillas: tiempo, temporada, almacenamiento, lugar de crecimiento y los métodos de extracción (Gorriti, 2011).

Hansen (1963), citado por Gorriti (2011), demostró por primera vez la incapacidad del hombre para sintetizar ciertos ácidos grasos y su necesidad de ingerirlos diariamente, otorgándoles el carácter de ácidos grasos esenciales (AGE).

Dentro de los componentes del sachu inchi se encuentran principalmente: proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omegas (ω) 3, 6, y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, respecto de semillas de otras oleaginosas (maní, palma, soya, maíz, colza y girasol) (Hurtado, 2013, citado por Gorriti, 2011).

De esta manera numerosos trabajos de investigación han destacado su papel clave al incorporarse a las membranas celulares, particularmente en la capa lipídica produciendo cambios en la fluidez y adaptación a las funciones celulares. Su ausencia desencadena inflamación que caracteriza las enfermedades crónicas.

En el Cuadro 2, se presenta los estudios de perfil de ácidos grasos de diferentes investigadores, donde se define un alto contenido de grasas insaturadas, y de acuerdo a la **NTP (2009)** para el aceite extraído de la semilla de sachá inchi del género *Plukenetia*, su perfil de ácidos grasos debe contener como mínimo 8.9% de ácido graso oleico, 32.1% de ácido graso linoleico y 44.7% de ácido graso linolénico.

Cuadro 1: Composición proximal de almendras de sachá inchi

Componentes %	Benavidez y Morales (1994)	Vela (1995)	Adriazen (2011)	Sánchez (2013)
Humedad	8.50	6.50	6.09	4.95
Proteína	27.40	26.70	25.07	28.73
Aceite	41.40	51.59	45.00	43.87
Carbohidrato	17.70	9.17	13.09	6.93
Fibra	2.60	3.44	6.76	12.91
Ceniza	2.10	2.60	2.85	2.61

Fuente: Benavidez y Morales (1994), Adriazen (2011); Vela (1995); Sánchez (2013).

Cuadro 2: Perfil de ácidos grasos de almendras de sachá inchi.

Ácidos grasos %	Lovon y Echeagaray (2006)	Sánchez (2008)	NTP (2009)
Palmítico	3.88	4.64	3.80
Esteárico	2.88	3.21	8.90
Oleico	9.60	9.85	7.90
Linolénico	36.80	41.25	32.10
Linoleico	45.20	41.03	44.70

Fuente: Lovon y Echeagaray (2006); NTP (2009); Sánchez (2008).

2.1.4. Calidad de proteína

Bressani (1991), citado por Valles (2012), indica que el análisis de las proteínas es de gran importancia para determinar el valor nutritivo de los alimentos, considerando que su calidad estará definida por la cantidad y proporción de aminoácidos para satisfacer las necesidades nutricionales. Si la digestibilidad de una proteína es alta y se conoce el contenido de aminoácidos esenciales de un alimento, se compara con un patrón de referencia, calculando su calidad con respecto a cada aminoácido. El contenido de aminoácidos esenciales de un producto es corregido con respecto al contenido de proteína y luego es comparado con el porcentaje de aminoácidos de la proteína de referencia, otorgándole así puntuación a cada aminoácido (Pellet y Young, 1980, citado por Valles, 2012).

Sathe et al. (2012), en harinas desengrasadas de semillas de sachá inchi, determinaron que su porcentaje de proteína fue $59.1 \pm 3.3\%$; al solubilizarlas, determinaron los aminoácidos más abundantes al ácido glutámico (133 mg/g de proteína) y glicina (118 mg/g de proteína), con un patrón polipeptídico en el rango de 10-70 kDa. Señalaron que la albumina verdadera (25% del peso de la harina de la semilla desengrasada, que representa el 31% del total de proteína de la semilla), globulina, prolaminas y glutelina fueron las fracciones más importantes entre las proteínas solubles de la harina, y que las fracciones de proteínas solubles acuosas representaron 43.7%, 27.3%, 3.0%, y 31.9%, respectivamente.

Aire y Taipe (2011), mencionan que se realizaron estudios de la Calidad Proteica del Sachá Inchi, Iván Gómez, Javier Reyna, Abner Obregón y Liley Vela, auspiciado por el Instituto Nacional de Nutrición del Perú, bajo 2 formas de obtención: polvo atomizado (PA) y harina desengrasada por prensado (HD). El Cuadro 3, muestra la composición del Sachá Inchi comparado con otras oleaginosas, destacando su alto contenido de aminoácidos esenciales.

Cuadro 3: Perfil de aminoácidos de la proteína del sacha inchi comparada con otras oleaginosas aceiteras.

Proteínas y aminoácidos	Semilla					FAO, WHO y ONU
	Sacha Inchi	Soya	Maní	Algodón	Girasol	
Proteína (%)	27	28	23	23	24	
Esenciales						
Histina	26	25	24	27	23	19
Isoleucina	50	45	34	33	43	28
Leucina	64	78	64	59	64	66
Lisina	43	54	35	44	36	58
Metionina	12	13	12	13	15	
Cisteína	25	13	13	16	14	
Metionina y Cisteína	37	26	25	29	34	25
Fenilalanina	24	49	50	52	45	
Tirosina	55	31	39	29	19	
Fenilalanina y tirosina	79	80	89	81	54	53
Treonina	43	39	26	33	37	34
Triptófano	29	13	10	13	14	11
Valina	40	48	42	46	51	35
No Esenciales						
Alanina	36	43	39	41	42	
Arginina	55	72	112	112	80	
Asparagina	111	117	114	94	93	
Glutamina	133	187	183	200	218	
Bolina	48	55	44	38	45	
Serina	64	51	48	44	43	
Total de aminoácidos Esenciales	411	418	349	365	368	
Total de aminoácidos	976	985	945	936	941	

1: Los valores están indicados en mg/g de proteína

2: Información de soya, maní, algodón y girasol obtenida de **Bodwell y Hopking (1985)**.

3: Niveles recomendados para niños (2-5 años), (Reunión consultora, Conjunto de expertos FAO-WHO (1990). Fuente: Hamaker (1992), citado por **Torres et al (2009)**.

Fuente: Valles (2012).

2.1.5. Usos del sachá inchi

Desde hace muchos años, en la Amazonía peruana las sociedades indígenas mezclan el aceite con harina de la almendra y preparan una crema especial para revitalizar y rejuvenecer la piel; lo consumen como nueces tostadas para recuperar fuerzas y como reconstituyente. Con el aceite frotan sus cuerpos para curar sus dolores musculares y reumáticos y otros grupos indígenas extraen artesanalmente el aceite de sachá inchi para uso alimentario y para combustible **(Sánchez, 2013)**.

En la actualidad este producto se ha industrializado y su uso se expandido a nivel mundial, en el mundo de la cosmética para la elaboración de cremas y demás productos cosméticos (como un agente ligador y ayuda a la producción de espuma para el jabón, efecto nutricional en la piel y cuando se aplica en el cabello le brinda un aspecto suave y brillante), en la industria de los complementos alimentarios y en la industria alimentaria como fuente de omega 3. En esta última y con el fin de diversificar la oferta de productos, se presenta al sachá inchi en aceite crudo envasados botellas de vidrio oscuras solo o mezclado con otros aceites vegetales, como ingrediente de mayonesas elaboradas a partir de aceite de sachá inchi **(Valles, 2012)**.

Chirinos y otros (2009), mencionan que otros derivados conocidos son la semilla tostada y la crema producida artesanalmente para autoconsumo; en etapa experimental, mezclas nutritivas de sachá inchi con maíz amarillo duro, arroz, plátano, yuca; harina para fideos, panes, galletas, leche y derivados lácteos. Además la semilla es usada como ingrediente de diversos platos típicos como inchi cucho (ají con maní), lechona api (mazamorra de plátano con maní), inchi capi (sopa de gallina con maní o sopa de res con maní), en los cuales reemplaza al maní.

Asimismo en la Universidad Nacional de San Martín, hay reportes de la extracción de aceite de sachá inchi **(Vela, 1995)**; polvo atomizado con valores de 46.7% de proteína, 29.7% de grasa, PER= 1.65 y digestibilidad aparente 68% **(Obregón, 1996)**, leche de sachá inchi **(Valles, 2012)** y contribución al estudio

de elaboración de queso de sachá inchi (**Obregón y colab, 2013**, no publicado). Otras investigaciones como la elaboración de barra energética a base de sachá inchi, un producto tipo snack como nueva alternativa, considerado como fuente de fibra, proteína, omega 3 y 6 (**Báez y Borja, 2013**). Investigación en la torta de sachá inchi "Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite" (**Betancourth, 2013**) en Colombia por método de prensado reporta proteína (59.1%) y grasa (6.93%) en base seca, por lo que representa una alternativa a la torta de soja en la elaboración de alimentos concentrados animales u otros usos.

Los objetivos a largo plazo de los estudios el Sachá Inchi son: encontrar nuevas formas y modos de empleo de la semilla para el consumo humano como aceite de cocina, concentrado de proteínas para lactantes, de harina desengrasada para pan, fideos, galletas, leche, etc. (**Báez y Borja, 2013; Valles, 2012; Obregón y colab. 2013**).

2.2. Crema de untar

Legalmente una crema para untar, es un producto molido, cohesivo, a partir del tostado o freído provenientes de granos maduros, los cuales se les adiciona sal y agentes saborizantes permitidos, pueden ser elaborados a base de nueces o semillas oleaginosas (**Reyes y Ulloa, 2003**). Estas cremas tienen propiedades de adherencia, plasticidad y suavidad al manipularlas (Shelden y Kellog, 1897, citado por **Álvarez, 2008**).

Millan (2007), desarrolló y analizó crema de nuez, como alternativa de uso de las nueces de bajo valor comercial. La crema se elaboró siguiendo el proceso propuesto para la crema de maní, determinando valores óptimos de sal (0.8%), azúcar (0.7%), nivel de tostado (170°C, 20 min), aceite de soya full hidrogenado como estabilizante (2.0%). Al caracterizar el producto obtuvo de humedad (0.5%), proteínas total (14.5%), materia grasa (65.7%), cenizas (1.9%), fibra cruda (1.1%), extracto no nitrogenado (16.3%), calorías (715 kcal/100g), actividad de agua (0.364), dureza (1.6 N).

Bucheli (2005), realizó una investigación en una pasta untada a base de champiñones, que resultó con un contenido de 92.9% de champiñones, 2.5% de aceite, 2.5% de vinagre, 2% de especias y 0.1% de benzoato de sodio como preservante. El análisis químico demostró que la pasta contiene 85.16% de humedad, 4.16% de carbohidratos, 3.78% de proteína, 2.66% de extracto etéreo, 2.09% de fibra cruda y 1.57% cenizas.

En la Universidad San Ignacio de Loyola-Lima, **Lovon y Echegaray (2006)**, elaboraron "mantequilla de sachá inchi", con características organolépticas aceptables con múltiples posibilidades de aplicación agroindustrial, evaluando las características químicas y estabilidad de los lípidos.

Torres et al. (2009), en su artículo, "aplicación del sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) en la elaboración de mantequilla con alto contenido de omega 3 y evaluación de su aceptabilidad", determinó el mejor proceso de elaboración con tratamientos con baja intensidad de tostado, 0.4% de sal y 16% de aceite vegetal. La metodología experimental consistió en caracterizar la materia prima en el aspecto físico y someter a las operaciones del proceso tales como: pesado, limpieza, descascarillado, tostado y formulación. En la comprobación de la aceptabilidad de la mantequilla de sachá inchi, se observó que el 73% de los panelistas que participaron en la evaluación sensorial del producto mostraron su disposición en adquirir y a consumir el producto si este se encontrara a la venta en cualquier establecimiento comercial.

2.2.1. Proceso de elaboración de crema de sachá inchi

En la fig. 3 se observa el proceso de elaboración de crema de sachá inchi propuesto por **Torres et al. (2009)**:

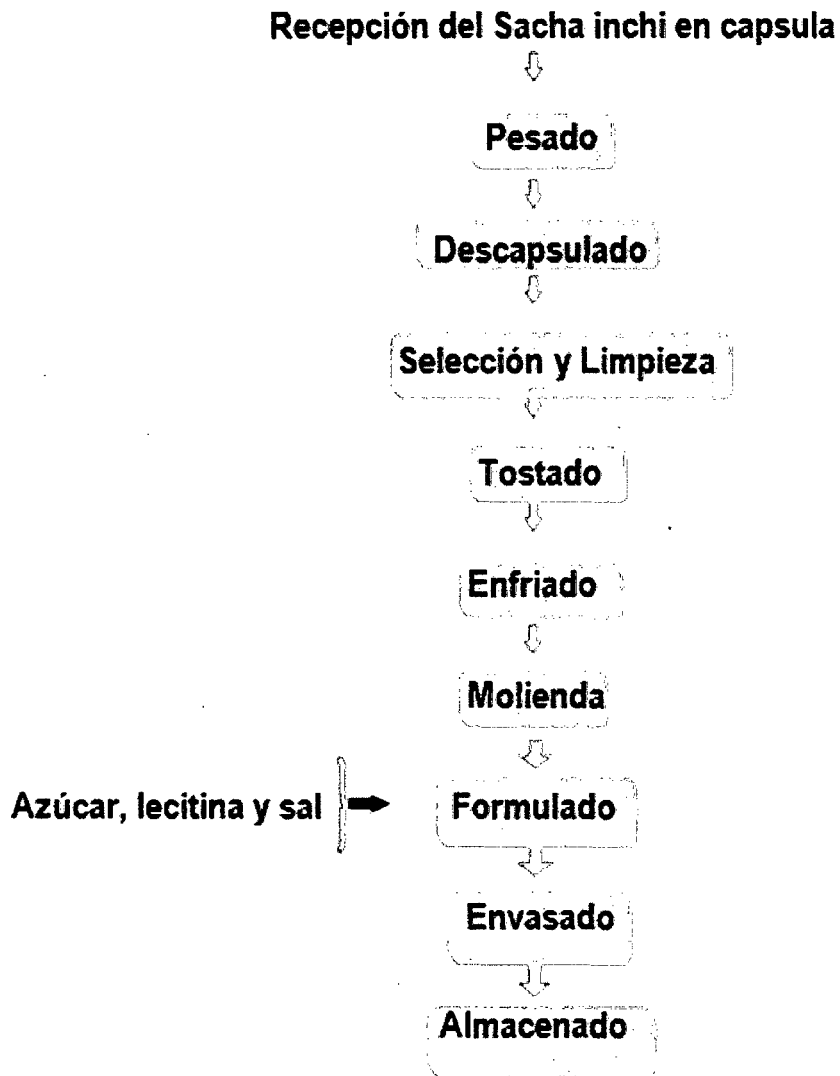


Figura 3: Elaboración de crema de sachá inchi.

a) Recepción de la semilla en capsula

El sachá inchi es adquirido en semillas, se seleccionan separando impurezas, eliminando polvo y arena provenientes de la zona de recolección y se acondiciona sobre la mesa de trabajo para el proceso siguiente.

b) Pesado

En esta operación se usa una balanza para determinar la cantidad de semilla de sachá inchi a ser procesada.

c) Descapsulado

Las semillas son desprovistas de su capa leñosa exterior para obtener la almendra de forma instrumental o manual.

d) Selección y limpieza

Se seleccionan las almendras que presentan daño físico (semillas vanas, hongos y apollados), se realiza de forma manual.

e) Tostado

Se someten las semillas descascaradas a un proceso de secado, trabajando a temperaturas y tiempos determinados.

f) Enfriado

El producto tostado es dejado enfriar unos minutos sobre una bandeja para el descenso de su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente.

g) Molienda

La molienda define la textura de la crema, por lo cual se realiza una o dos moliendas según se desee obtener una crema suave o crujiente.

h) Formulado

En la formulación se mezclan los ingredientes como azúcar, sal, lecitina de soya y grasas; el estabilizador es muy importante ya que la crema de sachá inchi exhibe problemas de separación de aceite, junto con la formación de una capa dura de sólidos en el fondo del envase.

i) Envasado

La mantequilla de sachá inchi podrían ser envasados en recipientes plásticos o de vidrio. Los recipientes de vidrio son más duros y pueden causar problemas al retirar el producto pero presentan buenas características de sellado y no permiten el paso de oxígeno; los recipientes de plásticos son más elásticos y facilitan la obtención del producto, pero pueden tener entrada de oxígeno.

j) Almacenado

El producto envasado ha de ser almacenado en un ambiente fresco al abrigo de la luz y el calor, a una temperatura aproximada de 20°C.

2.3. Tostado

El tostado es un método de secado que se refiere a la remoción de un líquido contenido en un sólido por evaporación (PERRY, 1984, citado por **Ellenger, 2009**). Donde los principales factores a controlar son el tiempo y la temperatura; altas temperaturas y tiempos largos de tostado pueden causar serios daños en el sabor, color y nutrientes (**Rodríguez, 2011**). Determinar la temperatura y tiempo adecuado, permite incrementar la vida útil y la estabilidad de los alimentos, favorece el desarrollo del color, sabor, textura y apariencia (Buckholz y Otros 1980, citado por **Sánchez, 2013**); destruye los microorganismos indeseables e inactiva la mayor parte de las enzimas que favorecen el deterioro del producto en el almacenaje (Mayer 1985, citado por **Sánchez, 2013**).

Además es importante conocer durante el tostado la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. La humedad relativa del aire es la cantidad de saturación de una mezcla de aire-vapor de agua; a medida que se incrementa la temperatura del aire aumenta su capacidad de absorción de humedad; cuando el aire contiene su máxima capacidad, se dice que se trata de un aire completamente saturado y por lo tanto, incapaz de absorber más humedad (**Ellwenger, 2009**); asimismo la velocidad del aire (1.5-4 m/s) transmite la energía requerida para calentar el agua contenida en el material facilitando su evaporación y transportar la humedad saliente del material; en la primera etapa del tostado la velocidad del aire influye significativamente ya que intensifica la transferencia de calor y masa, considerando que al inicio del tostado se encuentra la mayor cantidad de agua; en la segunda etapa del tostado la humedad del sólido disminuye considerablemente y la rapidez con que la humedad pueda migrar del interior del alimento hacia la superficie es muy pequeña (**Rodríguez, 2011**).

Cuando un sólido húmedo es sometido a un proceso de tostado, se presentan dos subprocesos según **Ellwenger (2009)**:

- Transferencia de la humedad interna del sólido (subestructuras, microdominios y orgánulos) hacia la superficie de éste y susubsiguiente evaporación. El movimiento de la humedad dentro del sólido es una función de la naturaleza física del sólido, su temperatura y su contenido de humedad.
- Transferencia de energía en forma de calor del ambiente que rodea al sólido para evaporar la humedad de su superficie. Este segundo subproceso depende de las condiciones externas de temperatura, humedad y flujo del aire, presión, área de exposición y el tipo de secador empleado.

2.3.1. Cambios Físicos y Químicos producidos en el tostado

2.3.1.1. Cambios físicos

Entre los cambios físicos que se da en los granos durante el proceso de tostación se observa en el Cuadro 4 (Cujilema y Sotomayor, 2010, citado por Yepez, 2007):

Cuadro 4: Cambios físicos producidos en el tostado de granos.

Temperatura °C	Características	Descripción
92-100	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de humedad (de 5% a menos de 2%.) • Cambio de color en el pericarpio de blanco a marrón 	Fase inicial
150-180	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución drástica del peso del grano • Incremento del volumen del grano por efecto de la presión interna. • El pericarpio toma una tonalidad marrón oscura o caramelo 	Fase final.

Fuente: Yepez (2007)

2.3.1.2. Cambios químicos

Los cambios químicos en los granos, durante el proceso de tostación es alteración de algunos componentes propios del grano como la pérdida de carotenoides y caramelización de azúcares, desnaturalización de proteínas, aceleración de la auto oxidación y desarrolla el sabor **(Yepez, 2007)**.

2.3.1.2.1. Desnaturalización de proteína.

En las proteínas el calor usado mejora su calidad al destruir ciertos factores antinutricionales; incrementa la solubilidad al aumentar la temperatura de 0 a 40°C, pero cuando la temperatura se incrementa considerablemente, el efecto se hace inverso y la proteína se desnaturaliza **(Aire y Taipe, 2011)**.

La desnaturalización de la proteína, es la pérdida de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternario sin hidrólisis del enlace peptídico; siendo básicamente el rompimiento de enlaces disulfuro, inter e intramoleculares, de los puentes de hidrogeno, de los hidrófobos y de los iónicos. La mayoría de las proteínas de tipo globulinas experimentan el proceso de desnaturalización cuando se calientan por encima de 60 -70°C **(Obregón, 1996)**.

2.3.1.2.2. Auto oxidación

En el tostado la integridad celular es dañada: la red endoplásmica rota y los oleosomas desintegrados **(Saklar y Otros, 2003)**, aumentando la difusión del oxígeno hasta el interior del grano y pone el sustrato en contacto con las enzimas, favoreciendo así las reacciones de oxidación enzimática como no enzimática, y reduciendo la estabilidad oxidativa de las nueces y semillas oleaginosas tostadas durante el almacenaje. Consecuentemente la formación de productos primarios: hidroperóxidos, radicales libres, dienos conjugados, muy inestables y rápidamente descompuestos en productos secundarios: aldehídos, alcoholes, cetonas **(Perren y Otros, 1996)**.

Para evaluar la oxidación de lípidos, se puede determinar el índice de acidez, que se basa en la cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico, con valor máximo admitido por la reglamentación técnico-sanitaria apto para el consumo humano es 3.3 g por cada 100g de ácidos grasos; el índice de peróxido que se expresa en mEq de oxígeno por kg de grasa, se admiten entre rangos de 1-20 meq/kg; el índice de yodo que mide el grado de insaturación de los componentes de una grasa y entre otros métodos (Sánchez, 2013).

Chun y Otros (2005), han demostrado que los maníes tostados eran menos estables en el almacenaje que los maníes crudos: bajo las mismas condiciones de almacenaje (21°C, bajo atmósfera normal), el índice de peróxidos llegó a 47 mEq/kg después de solamente 12 semanas en los maníes tostados, mientras que los maníes crudos estaba por debajo de un valor de 2 mEq/kg incluso 38 semanas después.

En el Cuadro 5, se presenta algunas investigaciones en el efecto del tostado en las características fisicoquímicas de nueces y otras oleaginosas.

Cuadro 5: Análisis fisicoquímico de oleaginosa y nueces a diferentes condiciones de tostado.

Nuez y/o Oleaginosa	Condiciones de tostado	Análisis Físico químicos			Autor
		Índice de acidez(mg KOH/g)	Índice de peróxido (Meq O ₂ /Kg)	Índice de lodo (g l/100 g de grasa)	
Almendra de sachá inchi	130°C x 20 min	0.4	Nd	Nd	Sánchez (2013)
Almendra de sachá inchi	60°C x 6 min	0.034	4.92	Nd	Valles (2012)
Almendra de sachá inchi	120°C x 35 min	0.31	Nd	Nd	Lovon y Echeagaray (2006)
Nuez de Marañón	180°C x 5 min	0.39	3.27	39.2	Pezo (1991)
Mantequilla de maní	130°C x 20 min	0.086	Nd	Nd	Reyes (2003)
Aceite de sachá inchi	100°C x 20 min	1.67	7.50	159	Vela (1995)

2.3.1.2.3. Desarrollo del sabor

El desarrollo del sabor sucede cuando los monosacáridos y los aminoácidos son liberados por hidrólisis de los polipéptidos y de los glúcidos complejos, constituyen precursores esenciales en las reacciones de Maillard, responsables de la formación de las pirazinas; las cuales son volátiles pero son absorbidas y retenidas por los lípidos de las nueces y semillas oleaginosas (Hashim y Chaveron, 1996, mencionado por **Sánchez, 2013**).

2.3.2. Tipos de tostado

La eliminación de agua de un producto alimentario depende del tipo de secador, a continuación se exponen los métodos que se emplearon en la presente investigación.

2.3.2.1. Tostado Convencional

El producto a tostar es calentado de forma discontinua en superficies de contacto a temperaturas por encima de los 80°C; **Rodríguez (2011)** menciona que la temperatura se mantiene constante durante todo el proceso; en la Fig. 4 se observa la pérdida de masa a diferentes tiempos y temperaturas, y el Cuadro 5 se observa los límites de tiempos de tostado en semillas de sachá inchi.

El calor penetra hacia el interior del alimento a través de la superficie principalmente por conducción, mientras que la humedad debe salir a través de ella, por lo que el gradiente de temperatura es contrario al gradiente de humedad, en consecuencia, únicamente se produce la reducción del contenido en agua cuando el interior ha alcanzado suficiente temperatura para que nuevamente emigre la humedad hacia la superficie y finalmente al exterior (Astigarraga et al. 1995, citado por **Contreras, 2006**).

El secado por convección es frecuentemente un proceso lento, que requiere altas temperaturas externas para generar las diferencias de concentración requerida. Como consecuencia, los mecanismos de transferencia de calor y

de materia durante el proceso dependerán de variables inherentes al aire de secado (temperatura, velocidad másica, humedad, características del flujo, etc.) y al producto (humedad, forma, estructura, etc.) (Contreras, 2006).

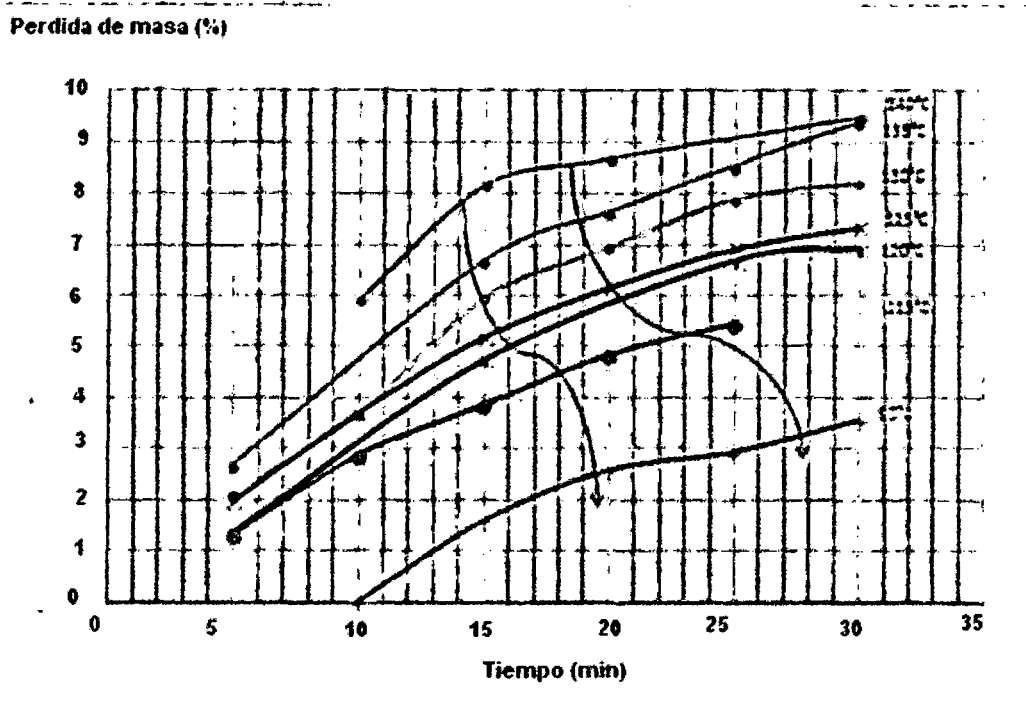


Figura 4: Tratamiento térmico de las semillas.

Fuente: Chasquibol et al. (2013).

Cuadro 6: Límites de tiempo de tostado de semillas.

Temperatura °C	Límite Inferior	Límite Superior	Diferencia
80	19.5	27.5	8.0
115	18.0	25.0	7.0
120	16.0	20.5	4.5
125	15.5	20.5	4.5
130	15.0	19.5	4.5
135	14.5	19.5	4.5
140	14.0	18.5	4.5

Fuente: Chasquibol et al. (2013).

2.3.2.2. Tratamiento Microondas

Ohlsson y Bengtsson (2001), citado por **Yepez (2007)**, definen al Microondas como ondas electromagnéticas con longitud de 1 mm a 1 m, responsables de la generación de calor, la transferencia de humedad, los cambios bioquímicos y transformaciones físicas que se producen en el alimento.

La estructura molecular del agua consiste en un átomo de oxígeno con carga negativa, unido a 2 átomos de hidrógeno cargados positivamente, lo que forma un dipolo eléctrico. Cuando el alimento es sometido a un campo electromagnético, los dipolos de las moléculas de agua y de otros componentes iónicos como las sales se orientan según la polaridad del campo, (lo mismo ocurre con la aguja de la brújula que se alinea con el campo magnético del planeta), lo que provoca un desprendimiento de calor por fricción, este calor es transmitido a todo el alimento por conducción o convección (Fellows, 2007, citado por **Yepez 2007**).

El calentamiento con energía microondas sucede lo contrario que en el calentamiento por convección, el gradiente de temperatura en el producto es positivo del interior a la superficie, lo mismo que el gradiente de humedad y lo más frecuente es que el calor se genere preferentemente en las partículas de agua facilitando su emigración posterior (Astigarraga, 1995, citado por **Yepez 2007**).

Los parámetros que gobiernan este tipo de calentamiento son: la masa del material, su calor específico, sus propiedades dieléctricas, su geometría, los mecanismos de disipación de calor y la eficiencia acoplada, es decir, la relación entre la potencia aplicada y la potencia absorbida por el material (**Yepez, 2007**).

2.3.2.2.1. Estructura y funcionamiento de un Microondas

El horno de microondas doméstico típico consta de los siguientes componentes fundamentales como se muestra en la Fig.5 (**Yepez, 2007**)

- Fuente de energía

- Magnetrón o tubos de potencia.
- Tubos de aluminio (Guías de onda)
- Agitador
- Cámara metálica o cavidad del horno

El magnetrón es un diodo cilíndrico oscilador que consiste en un tubo de cobre sellado al vacío, capaz de convertir la energía suministrada en microondas, en su centro se encuentra el Cátodo central trabajando a temperaturas altas para hacer que los electrones emitidos se proyecten fuera del revestimiento.

Alrededor del magnetrón está el Ánodo exterior, manteniendo un gran potencial positivo en voltaje con respecto al cátodo, dando como resultado un campo electrostático, cuya polaridad formada cambia 2450 millones de veces por segundo; esta energía es transferida por los tubos de aluminio a la cámara del horno.

La energía es distribuida por el Agitador, en forma de ventilador (se encuentra en la parte superior de la cavidad del horno), que ayuda a generar turbulencia con lo que se obtiene una mejor distribución de la energía en todas las direcciones, que son interceptadas por los alimentos más o menos uniformemente, para luego convertirse en calor.

Esto es de gran importancia sobre todo si los productos a calentar no son homogéneos. Finalmente la Cavidad del horno está formada por paredes metálicas y la puerta del horno dispone de los dispositivos y cierres necesarios para evitar la emisión de microondas hacia el exterior.

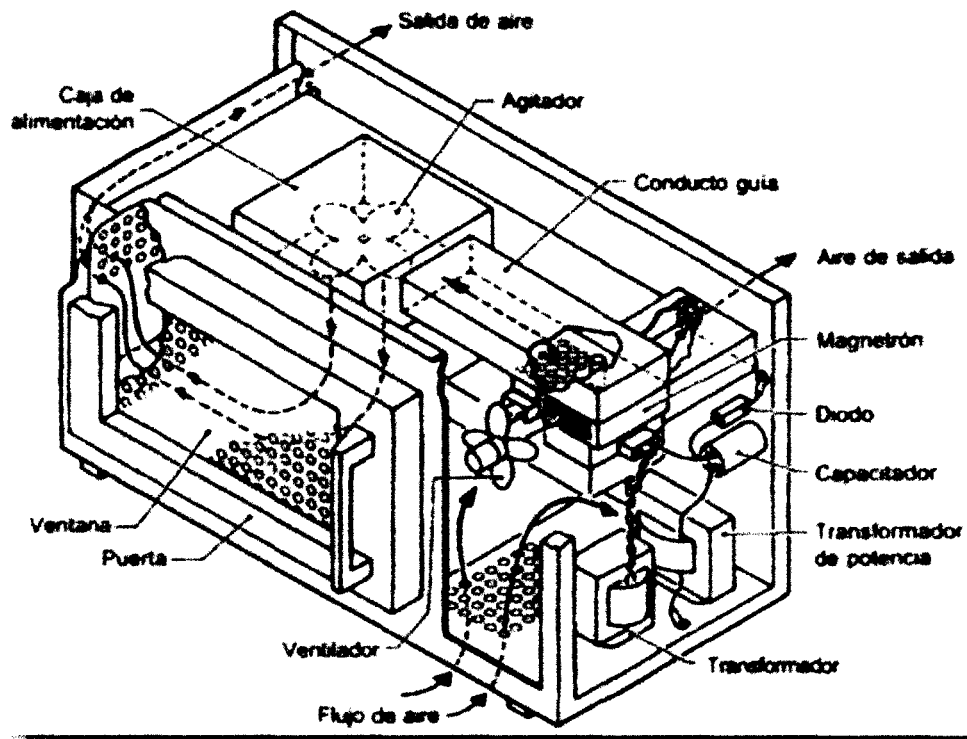


Figura 5: Esquema de un Microondas.

Fuente: Yopez (2007)

2.4. El Color

El color es un haz de radiaciones luminosas con distribución espectral, cuya medida depende de las condiciones que lo rodean, como son: el observador, el iluminante, la geometría de iluminación-observación y el intervalo de medida (Gonzales, 2010).

2.4.1. Importancia del color en los alimentos

El color es una característica de gran importancia en nuestra valoración física y de la calidad de los alimentos. Desde el momento en que la conservación y elaboración de los alimentos comenzó a desplazarse desde los hogares a las fábricas, existió el deseo de mantener el color de los alimentos procesados y conservados lo más parecido a la materia prima de origen (Contreras, 2006)

En ciertos alimentos la aparición de coloraciones marrones frecuentemente indeseadas, se asocia a reacción de Maillard, que ocurre cuando las proteínas y ciertos lípidos de la superficie se recombinan con los azúcares a altas temperaturas y por tiempos prolongados; pardeamiento de tipo enzimático y el producido por la caramelización de los azúcares, en la superficie del alimento. Todo esto puede afectar en forma negativa a la presentación y al sabor de los productos (**Hernández, 2007**).

Cuando el deterioro del color es visualmente extenso el producto resulta inaceptable, por lo que industrialmente, el color puede ser una característica determinante para el éxito comercial de innumerables productos. Debido a ello se vuelve cada día más imprescindible su control, lo que supone poder medir y comparar el color.

2.4.2. Medida Instrumental del Color

Existen métodos ópticos para medir y definir el color, como la colorimetría que son sensores que simulan el modo en que el ojo humano percibe la luz, pero a diferencia de éste usan parámetros consistentes a cada color. El instrumento usado es el colorímetro, que es un dispositivo triestímulo (tres filtros) que usan filtros rojos, verde y azul, no pueden compensar un cambio en la apariencia de una muestra, ya que usan un solo tipo de luz (como incandescente o Xenón pulsado) y como no registran la reflectancia espectral no pueden predecir este cambio (**X-Rite, 2002**).

Los colorímetros integran el valor de la medida en el área de la muestra sobre la que se aplican; si la distribución del color no es uniforme, por la presencia de variables como texturas o manchas, entre otras, el valor promedio obtenido no describe adecuadamente el color de la muestra original (Escofet et al. 2005 Citado por **Padrón, 2009**).

Las leyes que rigen la igualación del color son conocidas como "generalización tricromática", las cuales se pueden expresar considerando un espacio vectorial o espacio tridimensional "espacio triestímulo", lo cual da inicio a un sistema colorimétrico propuesto por el organismo encargado de recoger y unificar los

términos, teorías y sistemas de color, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE "Commission Internationale de l'Éclairage"). Esta organización propone diversos sistemas que permiten definir el color, siendo el más reciente el espacio CIELAB (ver Fig. 7) (Gonzales, 2010).

2.4.3. Sistema CIELab

Este sistema está dado por ecuaciones empíricas basadas en un sistema cromático mediante coordenadas cilíndricas de cromacidad (c), tonalidad (h) y las coordenadas rectangulares L^* , a^* , b^* (Alvarado, 2001 y Parada, 1997, citado por Reyes y Ulloa, 2003).

2.4.3.1. Luminosidad (L^*)

La luminosidad es el atributo según el cual una superficie parece emitir más o menos luz; a superficies reflectoras se reserva el término de "claridad", por la que un cuerpo parece reflejar por difusión una fracción mayor o menor de la luz incidente. Por ejemplo entre un rábano y un tomate, el rojo del tomate parece ser mucho más tenue, en contraste el rábano tiene un valor de rojo más oscuro. La luminosidad puede tomar valores entre 0 (negro absoluto) y 100 (blanco absoluto) (X-Rite, 2002).

2.4.3.2. Saturación a^*

Define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad, hacia el rojo si $a^* > 0$, hacia el verde si $a^* < 0$.

2.4.3.3. Saturación b^*

Define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad, hacia el amarillo si $b^* > 0$, hacia el azul si $b^* < 0$.

2.4.3.4. Cromacidad (c^*_{ab})

Identificado también como "saturación" o "croma", es el atributo que permite estimar la proporción de color cromático puro contenido en la sensación total. Este concepto representa, por lo tanto, la pureza o intensidad relativa

de un color. Numéricamente corresponde, en el plano cromático a^*-b^* , a la distancia desde el centro de la esfera de color al punto en cuestión.

2.4.3.5. Tono (h^*_{ab})

Atributo que ha suscitado nombres como azul, verde, amarillo, rojo, etc. Numéricamente, también en el plano cromático a^*-b^* , es una medida angular y corresponde al ángulo de matiz definido desde el eje positivo de la coordenada a^* , que varía entre 0 y 360°.

En el Cuadro 07 se observa algunos valores de sistema CIELab, determinados en productos como crema de maní, crema de nuez, etc.

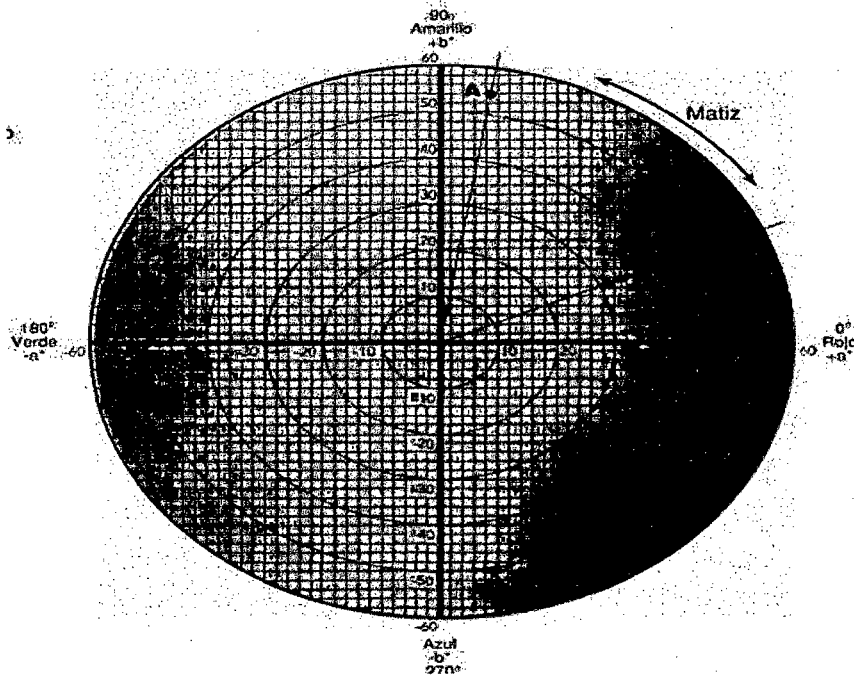


Figura 6: Sistema de color CIELab

Fuente: X-Rite (2012)

Cuadro 5: Parámetros del color L*, a* y b* de algunos productos comestibles.

Producto	Parámetros de color			Autor
	L*	a*	b*	
Mantequilla de maní (180°Cx 9 min.)	32.82	4.84	5.12	Reyes y Ulloa (2003)
Nuez confitada	38.00	12.60	30.60	Ballesteros et al. (2010)
Pasta untable de champiñones	37.13	4.93	10.25	Bucheli (2005)
Pasta untable de marañón (140°C x 60 min.)	59.28	9.44	10.23	Álvarez (2008)
Nuez horneado (140°C x 30 min.)	62.53	4.53	26.11	Hernández (2007)

2.5. Análisis sensorial

El análisis sensorial de los alimentos según León y Galán (1991), citado por **Buchelli (2005)**, es una técnica para medir, evaluar, las reacciones de los alimentos que se perciben por la vista el oído, olfato, el gusto, y el tacto, por lo tanto no se pueden usar aparatos de medida, el “instrumento” usado es un grupo de personas o panel sensorial capacitado o no capacitado. Las pruebas sensoriales pueden ser divididos en métodos discriminativos o de diferencia, descriptivos o analíticos y afectivos.

Las pruebas afectivas básicamente pueden ser clasificadas en dos categorías de preferencia (escala) y de aceptación (categoría). La prueba de preferencia es utilizada para determinar el grado de satisfacción de los consumidores en respuesta a la medida del nivel de placer que manifiesta al consumir un determinado alimento, es a partir de la apreciación de cómo agrada o desagrada a una muestra poblacional de potenciales consumidores (**Ureña et al., 1999**).

Valles (2012), en análisis sensorial de almendras tostadas de sachá inchi determinó con una prueba de aceptación el mejor tratamiento de pre tostado de 60°C a 6 minutos, mostrando mayor grado de aceptabilidad 4.37 que indicó “me gusta ligeramente” esto equivalía al 87% del total de panelistas.

Las pruebas discriminativas se clasifican en pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad. La prueba de diferenciación puede ser de control y de ordenamiento, la prueba de ordenamiento consiste en que los panelistas ordenen una serie de muestras en forma creciente para cada una de las características o atributos que se estén evaluando, el análisis estadístico se realiza mediante la prueba de Friedman (Ureña et al., 1999).

Millan (2007), en mantequilla de nuez (*Juglans regia L.*), evaluó sensorialmente los atributos de dulzor, aceitosidad y tostado, determinando que los efectos de las variables de sal e intensidad de tostado eran significativos, concluyendo como mejor muestra sal 0.8%, azúcar 7%, aceite de soya full hidrogenado 2% con un puntaje sensorial de 6.6.

Las pruebas descriptivas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor; se clasifican en prueba de perfil de sabor y textura; la prueba de perfil de sabor se aplica para desarrollar y mejorar sabores en los productos alimenticios para hacerlos más agradables y para detectar olores desagradables; la prueba de perfil de textura, provee un acercamiento sistemático a la medición de las dimensiones de sus características mecánicas, geométricas, de grasa, de humedad, el grado al cual cada uno está presente, y el orden en el que ellas aparecen desde el primer mordisco a través de la masticación hasta la fase residual (Ureña et al, 1999). Para realizar el análisis estadístico, se colocan los datos en una tabla, se suman los puntajes asignados por cada uno de los panelistas y se promedian, o se analiza de forma gráfica, trazado una línea sobre cada uno de los atributos (Hernández, 2005).

Sánchez (2013) en análisis sensorial de almendras tostadas de sachá inchi evaluó atributos de sabor, crocancía y apariencia, determinando que el tiempo y la interacción tiempo-temperatura no tuvo significación alguna en la evaluación de la aceptación general del producto y el factor temperatura de secado-tostado presenta una significación mayor al 95% en la "aceptación general" del producto. Así mismo verificó que el mejor puntaje en crocancía lo presentan las almendras obtenidas a 130°C-25 min y a 130°C-20 min tiene mejor "aceptación general" y un mayor puntaje en los atributos "apariencia" y "sabor".

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en las dependencias del laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, ubicada en el Departamento de San Martín, Perú; análisis proximal en las instalaciones del instituto de cultivos tropicales de San Martín, análisis microbiológico en el laboratorio Referencial de San Martín, finalmente el análisis de ácidos grasos (omegas 3, 6 y 9) de la crema de sachá inchi para consumo humano en el Instituto de la producción-Lima. La parte experimental fue desarrollada en los meses de Julio del 2014 hasta Marzo del 2015.

3.2. Materia Prima

- a) Sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), las semillas de sachá inchi se adquirieron en la empresa Selva Tropical Exportaciones EIRL, procedente de la provincia de Lamas, del ecotipo Apangura.
- b) Insumos: Azúcar Orgánica ("panela"), elaborado y envasado por Oro Verde; sal fina yodada; Aceite de sachá inchi, "Amazon omega", elaborado y envasado por STE EIRL; Lecitina de soya, elaborado y envasado por Carmelita.

3.3. Materiales, equipos y reactivos de laboratorio.

3.3.1. Materiales

- a) Materiales de vidrio: probeta, pipeta, placa Petri, bureta, vasos de precipitación, embudos, matraces, pizetas, tubos de ensayo, matraz Erlemeyer
- b) Materiales de plásticos: tapers, embudos, cucharas, platos, goteros.
- c) Papel de filtro
- d) Campana desecadora de vidrio
- e) Rejillas
- f) Soporte universal
- g) Termómetro: Rango de 0-110 °C.



- h) Agua destilada
- i) Bolsas de polietileno
- j) Paila tostadora de capacidad de 1.5 kg material acero inoxidable

3.3.2. Equipos

- a) Balanza analítica: Marca Ohaus, Capacidad 220 g.
- b) Balanza granataria: Marca Kambor, capacidad 5000 g.
- c) Cocina de gas propano: Marca Surge, fabricado en Lima-Perú.
- d) Esterilizador de calor: Modelo ED 080, 220 V, 50/60 Hz y cap. 80 litros.
- e) Molino de Discos: Marca Victoria, molienda manual y cap. de 1500 g.
- f) Horno Microondas: Marca Mabe, Modelo HTM9P10, 1200 W de potencia; 60 Hz de frecuencia y 120 V de tensión.
- g) Prensa manual: Marca González, capacidad 3000 g.
- h) Colorímetro: Marca Konica Minolta CR-400
- i) Rotavapor: Marca Buchi-R 134V29, Frecuencia: 50/60 Hz.

3.3.3. Reactivos

- a) Ácido acético
- b) Alcohol etílico 96°
- c) Tiosulfato de sodio
- d) Cloroformo
- e) Fenolftaleína
- f) Hidróxido de potasio
- g) Yoduro de potasio

3.4. Metodología

La parte experimental, del presente trabajo de investigación se desarrolló de acuerdo al diagrama de flujo para la elaboración de crema de Sacha Inchi (Fig. 7), que incluye: Caracterización de la almendra, Evaluar el método de tostado y Evaluar la formulación de la crema de sachá inchi para consumo humano.

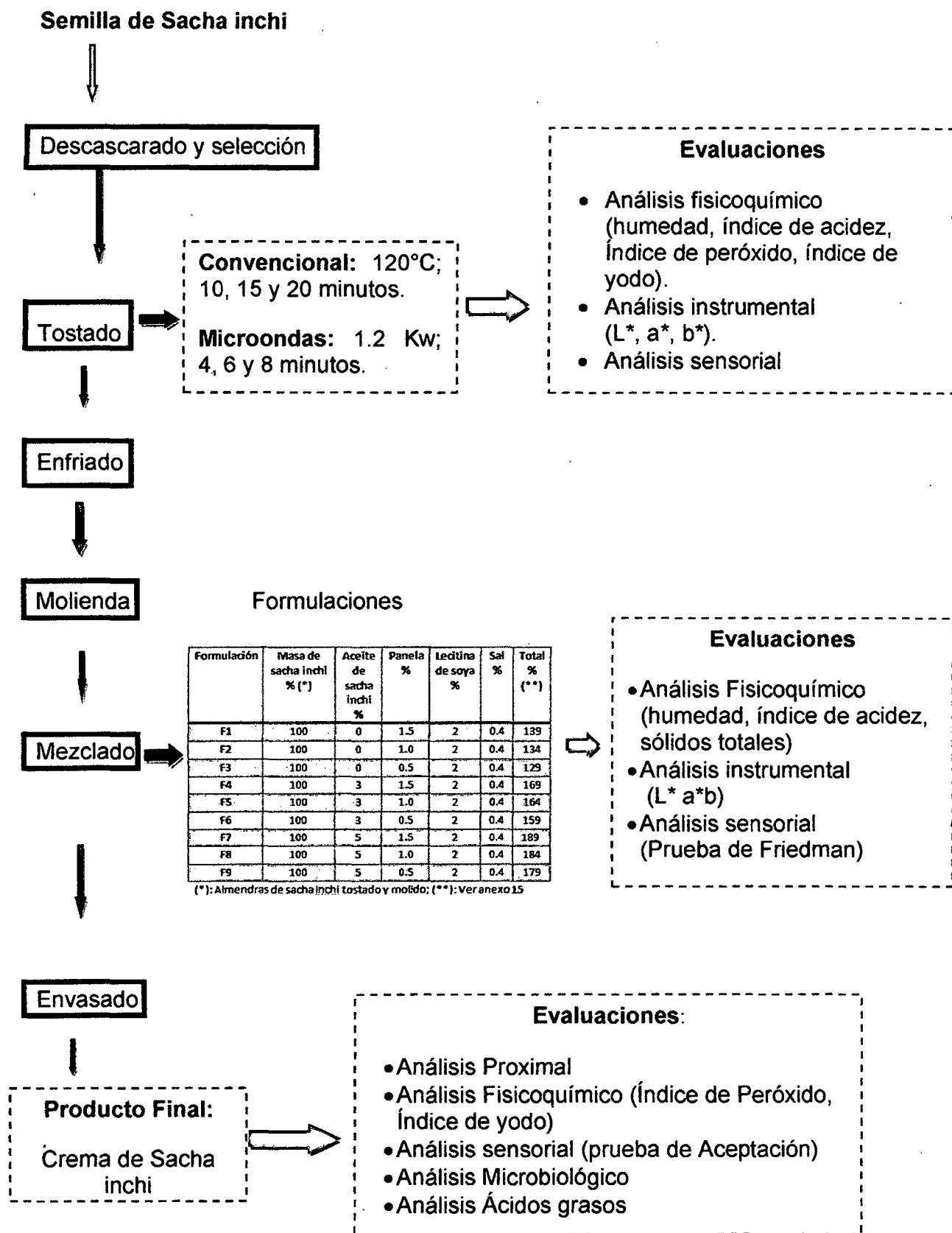


Figura 7: Flujograma experimental de la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.

1. Recepción de la materia prima

La materia prima (semillas de sachá inchi) se recibieron en bolsas de polietileno de alta densidad a temperatura ambiente, y se acondiciona sobre la mesa de trabajo para las siguientes operaciones.

2. Descascarado y selección

Las semillas fueron desprovistas de su capa leñosa exterior para obtener la almendra dando un pequeño golpe (con un martillo) en la parte lateral de la semilla. Se seleccionaron las almendras que no tuvieron signos de deterioro por enmohecimiento, daños físicos (almendras rotas), todo lo cual favorece el deterioro oxidativo. Se tomó una muestra de 250 g de almendra para realizar el análisis proximal.

3. Tostado

Las almendras de sachá inchi se tostaron mediante método convencional a 120°C en tiempos de 10, 15 y 20 minutos usando una paila de aluminio y agitador manual; y en método microondas a 1.2 Kw a 4, 6 y 8 minutos en bandejas de aluminio que fueron colocadas en el microondas; considerando una cantidad de 2000 g de almendras para cada tiempo.

4. Enfriado

Posteriormente se colocaron las almendras tostadas sobre una bandeja de aluminio para el descenso de su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente.

5. Molienda

Esta operación se llevó a cabo con la finalidad de desintegrar el grano y extraer el aceite y formar la crema. Para ello se usó un molino a disco manual, tomando como base 1000 g de crema.

6. Mezclado

En las formulaciones se combinaron 2 factores, con 3 niveles cada uno y 3 repeticiones. Los factores fueron panela (niveles de 0.5%, 1.0% y 1.5%) y aceite de sachá inchi (niveles 0%, 3% y 5%); manteniendo constante 0.4% de sal y 2% de Lecitina de soya, según determinó **Crespo (2011)** para elaborar mantequilla de maní. Los tratamientos usados con sus respectivas combinaciones se observa en la figura 7. Los insumos fueron añadidos de acuerdo al porcentaje del peso del sachá inchi molido.

7. Envasado

Se envasaron en envases de polietileno de alta densidad de color transparente, con capacidad de 100 g.

3.4.1. Caracterización de la materia prima

El análisis proximal fue realizado con la finalidad de conocer la composición proximal de las almendras de sachá inchi, que se usó para elaborar la crema. Los análisis que se usaron fueron según **AOAC (1998)**.

- a) Humedad: Método por Gravimetría
- b) Grasas: Método Extracción de Soxhlet (hexano)
- c) Fibra: Método Digestión ácido-básico y gravimetría
- d) Ceniza: Método Calcinación y gravimetría
- e) Proteína: Método Kjeldhal
- f) Acidez: Método Volumetría
- g) Carbohidratos: Cálculo

3.4.2. Evaluación del tostado de almendras de sachá inchi.

Las almendras de sachá inchi fueron sometidas a dos métodos de tostado: Convencional y Microondas; en el método de tostado Convencional se colocaron en una paila de aluminio y se trataron térmicamente a 120°C y a tres tiempos 10 min. (TC1), 15 min. (TC2) y 20 min. (TC3); en el tratamiento por Microondas se

colocaron en bandejas de aluminio y tratadas a una potencia de 1.2 Kw a 4 min. (TM1), 6 min. (TM2) y 8 min. (TM3). Las muestras enfriadas se colocaron en bolsas herméticas de polietileno.

Se evaluó las características fisicoquímicas como índice de acidez (**AOAC, 1998**), índice de peróxido (**AOCS, 1989**), índice de yodo (**AOCS, 1989**) y % de humedad final (**A.O.A.C, 1998**); determinación del color instrumental y eliminación de sabores indeseables como la astringencia mediante un análisis sensorial cuyos datos fueron tabulados por un diseño completamente al azar (DCA) y la prueba de medias de Tukey con 5% de probabilidad y un análisis descriptivo de prueba de perfil de sabor (**Hernández, 2005**), cuyos datos fueron promediados y graficados.

Para determinar el índice de acidez, índice de peróxido e índice de yodo, se extrajo el aceite de las almendras tostadas, en una prensa hidráulica en frío, obteniéndose aproximadamente 40 ml de aceite por cada muestra.

Para determinar el mejor tratamiento en cada método de tostado los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico, análisis del color instrumental y análisis sensorial se analizó con un diseño completamente al azar (DCA), con un nivel de significancia de 5%, asimismo se realizaron pruebas comparativas de medias de Tukey con error de 5%, para ello se utilizó el paquete estadístico *INFOSTAD*.

3.4.2.1. Evaluación Instrumental del color de las almendras de sachá inchi tostadas.

Con el colorímetro manual Konica Minolta CR-400, se determinaron valores de luminosidad (L^*) y saturaciones de a^* y b^* en las almendras de sachá inchi tostadas, colocando en un vaso precipitado de 250 ml; asimismo se realizó la evaluación de la parte interna de la almendra, partiendo en la mitad el grano con tres repeticiones de cada muestra.

Estos valores fueron reportados en los parámetros psicométricos croma (C^*_{ab}) y tono (h^*_{ab}) teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones, mencionado por **CIE (1997)**:

$$C^*_{ab} = ((a^{*2} + b^{*2})^{1/2}) \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

$$h^*_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*) \text{ cuando } a^* > 0 \text{ y } b^* = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

$$h^*_{ab} = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \text{ cuando } a^* \leq 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

3.4.2.2. Análisis sensorial de las almendras de sachá inchi tostadas

El análisis sensorial se llevó a cabo con un panel conformado por 10 panelistas semientrenados, mediante pruebas de hipótesis descriptivas de intensidad de sabor (astringencia) y color, además pruebas de perfil de sabor, color y olor, en función al método y tiempo de tostado. Las muestras fueron codificadas utilizando números aleatorios de tres dígitos, presentados en platos descartables, conteniendo 08 unidades por cada muestra. Los panelistas fueron instruidos a enjuagar la boca con agua para evitar posibles interferencias de sabores residuales.

3.4.3. Evaluación de las formulaciones de cremas de sachá inchi para consumo humano.

Determinado el mejor tiempo de tostado en cada método, las almendras tostadas se sometieron a proceso de molienda en el molino manual para obtener la crema, con la cual se realizaron las formulaciones como se muestra en la Fig.6, variando concentraciones de azúcar (0.5, 1.0 y 1.5 %) y aceite (0; 3 y 5 %), manteniendo constante 0.4% de sal y 2% de lecitina de soya (**Crespo, 2011**); en cada formulación se determinaron índice de acidez (**AOAC, 1980**), sólidos totales (**A.O.A.C, 1980**), % de humedad (**A.O.A.C, 1980**), color por medición instrumental y un análisis sensorial con una prueba de diferenciación y prueba de perfil de sabor y textura. Los datos fueron tabulados con un diseño completamente al azar DCA y una prueba de medias de tuckey con 5% de probabilidad.

Para determinar el índice de acidez se extrajo el aceite de las cremas formuladas, por extracción en alcohol a 96 ° y separación del alcohol usando el rotavapor.

3.4.3.1. Evaluación instrumental del color en las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.

Las cremas formuladas se colocaron en vasos de precipitación y con el colorímetro manual, se determinaron valores de luminosidad (L^*) y saturaciones a^* y b^* , fueron reportados en los parámetros psicométricos croma (C^*_{ab}) y tono (h^*_{ab}), según la ecuación 1, 2 ó 3.

3.4.3.2. Evaluación sensorial de las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.

El análisis se llevó a cabo con un panel conformado por 10 panelistas semi entrenados que evaluaron las cremas formuladas con una prueba de diferencia, mediante prueba de ordenamiento en forma ascendente de las cremas (mejor =1 y peor =9) y pruebas descriptivas de perfil de sabor (atributo de dulzor), textura (atributos de aceitosidad y untabilidad) y color (con tonos de crema claro a crema oscuro).

Las muestras de las cremas formuladas fueron codificadas utilizando números aleatorios de tres dígitos, servidos en tapers y cucharas de plástico descartable, acompañado con galletas light para evitar interferir en el sabor de la crema. El equipo sensorial fue instruido a enjuagar la boca con agua para evitar posibles interferencias de sabores residuales.

3.4.3.3. Análisis estadístico de las formulaciones de cremas de sachá inchi, para consumo humano.

Para determinar la mejor formulación en cada método de tostado los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico, análisis del color instrumental y análisis sensorial se analizó con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un nivel de significancia de 5%, asimismo se realizaron pruebas comparativas de medias de Tukey con error de 5%,

para ello se utilizó el paquete estadístico *Infostat* versión estudiantil y análisis sensorial se analizó mediante una prueba no paramétrica de Friedman.

3.4.4. Evaluación final de la crema de sachá inchi para consumo humano.

Se realizó la elaboración de la crema con la mejor formulación determinada, preparando 3.5 Kg de crema de sachá inchi, la misma que se utilizó para el análisis proximal, fisicoquímico, ácidos grasos, microbiológicos y análisis sensorial con una prueba de aceptación.

3.4.4.1. Análisis proximal

El análisis proximal fue realizado con la finalidad de conocer la composición proximal obtenida en la crema de sachá inchi de cada método de tostado. Los análisis que se usaron fueron según **AOAC (1998)**, mencionados en el ítem 3.4.1.

3.4.4.2. Análisis fisicoquímico

Los análisis fisicoquímicos (índice de peróxido e índice de yodo), se hicieron mediante métodos establecidas según **(AOCS, 1989)**, en el aceite extraído de la crema usando alcohol de 96° como solvente y separación del alcohol usando un rotavapor.

3.4.4.3. Análisis de ácidos grasos esenciales de la crema de sachá inchi para consumo humano.

Se extrajo la grasa por el método soxhlet **(AOCS, 1998)** y finalmente siguiendo las recomendaciones del método de **Hartman y Lago (1973)** para la preparación rápida de ésteres metilados de ácidos grasos para lípidos por cromatografía gaseosa. Para la extracción por el método de soxhlet **(AOCS, 1989)** de aceite, se usó un rota vapor.

Preparación del reactivo de esterificación:

1. En un balón de boca ancha se agregó 2 g de cloruro de amonio, 60 ml de metanol y 3 ml de ácido sulfúrico concentrado lentamente.
2. El balón debe encontrarse en un baño de hielo para evitar la reacción violenta del metanol con el ácido sulfúrico.
3. Se dejó reposar 15 min antes de utilizar el reactivo.

Esterificación de Ácido Grasos de aceites:

1. En un frasco de 50 ml. provisto de un condensador de aire, se saponifico 150 mg del aceite de sachá Inchi con 2.5 ml de KOH 0.5 N durante 5 minutos en baño de agua a 75°C - 80°C.
2. A la solución caliente se agregó 7.5 ml de solución esterificadora y se realizó el reflujo durante 5 min.
3. Posteriormente se transfirió la mezcla a una pera de separación y se adicionó 15 ml de éter de petróleo y 30 ml de agua destilada.
4. Se descarta la capa acuosa, y se lava la capa de éter de petróleo 2 veces adicionando 15 ml de agua destilada descartando las fases acuosas.
5. Se pasa la capa de éter a un vaso de precipitado de 50 ml y dejar que se evapore el solvente en un baño maría a 40°C.
6. Se adiciona 1 ml. de hexano y se coloca en un vial.

Composición de los ácidos grasos:

1. El análisis de ácidos grasos fue realizado en cromatografía de gas, equipado con un detector de ionización de llamas e integrador electrónico.
2. Se utilizó una columna capilar de sílica fundida, con 30 cm. de longitud x 0.25mm de diámetro interno y conteniendo 0.25 µm de polietilenglicol.
3. Las condiciones fueron: inyección manual, temperatura de columna 150°C por 11 min. programada hasta 120°C en una razón de 3 °C/min; gas de arrastre: helio en una razón de 1.5 mL/min; gas: helio a 30mL/min.

3.4.4.4. Análisis microbiológico de crema de sachá inchi para consumo humano

El análisis microbiológico se realizó según las normas ISOs que se observan en el anexo 14 según Cano 2006, dichas normas indican el método a emplearse en el recuento de *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella sp* y numeración de mohos, en leguminosas y productos que contienen grasas.

3.4.4.5. Análisis de sensorial de la crema de sachá inchi para consumo humano

Para este análisis se utilizó la prueba de aceptación donde las muestras obtenidas se compararon a nivel de consumidores con crema de maní comercial (R1=crema por tostado Convencional, R2=crema tostado por Microondas y R3=crema de maní comercial), fueron codificadas utilizando números aleatorios de tres dígitos, presentando 10 g aproximadamente, en tapers de plástico descartables además de cucharitas y galletas light.

El equipo sensorial conformado por 15 panelistas no entrenados evaluó sensorialmente crema de Sachá Inchi obtenida de almendras tostadas en método Convencional, método Microondas y crema de maní comercial.

Los resultados se tabularon y ajustaron a un diseño completamente al azar (DCA), con un nivel de significancia de 5%, la variable de respuesta estuvo dada por el grado de aceptación y la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad, para ello se utilizó el paquete estadístico *INFOSTAD*.

3.4.4.6. Estudio de mercado de la crema de sachá inchi para consumo humano.

El estudio de mercado se realizó en la mejor crema de sachá inchi, con la finalidad de conocer el comportamiento del producto, estimar la frecuencia de consumo, el precio y la aceptación del consumidor. Se encuestaron a hombres y mujeres que viven en provincia de San Martín. La participación de los encuestados fue voluntaria, en lugares estratégicos como: supermercados y mercados.

Para determinar el número de encuestas se empleó la fórmula matemática $n = Z^2 * p * q / E^2$ (Torres & Paz, 2010), en donde n es el tamaño de la muestra buscado, z es el nivel de confianza (95% = 1.96), p es la probabilidad

de éxito ($p=50$), q es la probabilidad de fracaso (50) y E es el nivel de precisión.

El formato de la encuesta se observa en el anexo 01, la misma que fue desarrollada con previa degustación del producto acompañado por panes integrales; se presentaron en tapers de 10 g aproximadamente. El análisis y discusión de la información recopilada se desarrolló utilizando la herramienta estadística distribución de frecuencias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de las almendras de sachá inchi

En el Cuadro 8 se muestra la composición proximal de las almendras de sachá inchi, donde se observa que la grasa y la proteína son los componentes predominantes con 46.9% y 24.69%, valores similares a lo reportado por **Adriazén y Otros (2011)** que encontró 45% y 25.07% respectivamente; **Valles (2012)** determinó 40.82% de grasa (cantidades menores al presente trabajo), y proteína 35.01% mayor a lo encontrado.

El contenido de carbohidratos 15.61% muestra un valor más elevado que el encontrado por **Adriazén y Otros (2011)** que fue de 6.76%. Las almendras registraron una menor cantidad de humedad (5.60%) en comparación a 7.62% determinado por **Valles (2012)**. Finalmente la cantidad de cenizas encontradas en la muestra fue 2.10% valor similar al obtenido por **Valles (2012)** que fue de 2.74%.

Estas diferencias estarían asociadas al ecotipo o especie utilizados para el análisis por los Autores citados y/o errores en la aplicación de los métodos de ensayo.

Cuadro 6: Composición proximal de las semillas de Sachá inchi.

Componente	% (b.h)
Grasa	46.90
Proteínas	24.69
Humedad	5.60
Cenizas	2.10
Fibras	5.10
Carbohidratos	15.61

4.2. Evaluación del método de tostado de almendras de sachá inchi.

En el Cuadro 9, se observa los promedios de los análisis físicoquímico de las 3 repeticiones para cada uno de los tiempos estudiados en ambos métodos de tostado; donde los incrementos de los valores de índice de acidez, índice de peróxido son menores en el método de tostado por Microondas con respecto al método convencional, y una disminución igualmente similar para la humedad (%) e índice de yodo, que favorece la retención de nutrientes en los granos de sachá inchi, por este método; además **Yepez (2007)** menciona que en el tostado en Microondas las ondas electromagnéticas que interactúan con el material genera calor y evapora la humedad con mayor rapidez por consiguiente tiempos cortos de tostado (Véase Fig. 8).

Reyes y Ulloa (2003) comentan que el tostado reduce el contenido de agua de 5% a menos de 2% (el valor más empleado es de 1.5%) lo que confirmaría la humedad obtenida en ambos métodos después del tostado. **Della (2010)** menciona que el tostado por Microondas, en comparación con el tostado Convencional, conduce mejores características en la calidad del producto final.

En el caso de la humedad, según la fig. 8, ambos método presentaron similitud en el comportamiento, el método convencional experimentó pérdida de humedad lenta pero a los 20 minutos alcanzó 1.15%, similar resultado del tostado Microondas a los 8 minutos llegó a 1.09%.

Con respecto al índice de acidez (expresado % de ácido oleico) en la Fig. 9, presenta la curva de variación incremental conforme aumenta el tiempo de tostado para ambos métodos, lo cual es corroborado por **Sánchez (2013)**, en su investigación sobre el tostado de sachá inchi encontró índice de acidez de 0.4%, para un secado tostado por ebullición a 130°C y 20 minutos, siendo este valor similar al obtenido en el tostado Convencional a 120°C y 20 minutos; estos cambios según el mismo Autor, es por la lipólisis enzimática producida por las esterases (enzimas resistentes a las temperaturas) y la oxidación de las grasas por efecto de la temperatura de tostado.

Sin embargo de acuerdo a la **NTP (2009)** sobre el aceite de sachá inchi indica que valores inferiores a 1% de acidez expresado en ácido oleico es considerado aceite extra virgen, los valores encontrados para los tiempos evaluados en cada método de tostado, no superan el 1% de acidez expresado en % de ácido oleico adjudicado para un aceite de sachá inchi extra virgen.

Similar comportamiento se observa para el Índice de peróxido (fig. 10) siendo los valores mayores en el tostado convencional con respecto al tostado en Microondas y consecuentemente a mayor tiempo de tostado el índice de peróxido aumenta de 4.83 meqO₂ /kg en 10 minutos a 6.29 meqO₂ /kg en 20 minutos para el método convencional y de 3,93 meqO₂ /kg en 4 minutos a 5.58 meqO₂ /kg en 8 minutos para el método Microondas; esto debido a que en el proceso de tostado la célula se desintegra y permite el ingreso del oxígeno (**Saklar y Otros, 2003**).

Estos resultados demuestran que la radiación del método Microondas afecta menos esta desintegración. **Valles (2012)**, determinó en almendras de sachá inchi tostadas a 60°C y 6 min. 4.92 meqO₂ /kg similar a lo obtenido por método Convencional a 10 minutos y por método microondas a 6 minutos (4.6 meqO₂ /kg).

Cuadro 7: Efecto del método de Tostado en las propiedades físico químico de granos de sachá inchi.

Método de tostado	Tiempo de tostado (min)	Propiedades físico químicas			
		Humedad (%)	Índice de acidez (% de ácido oleico)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)	Índice de yodo (g I/100 g de grasa)
Convencional T = 120 °C	10	3.02	0.32	4.83	167.93
	15	2.22	0.36	5.49	162.51
	20	1.15	0.46	6.29	154.37
Microondas Potencia= 1.2 Kw	4	2.43	0.11	3.93	177.88
	6	1.49	0.15	4.60	172.79
	8	1.09	0.18	5.68	163.79

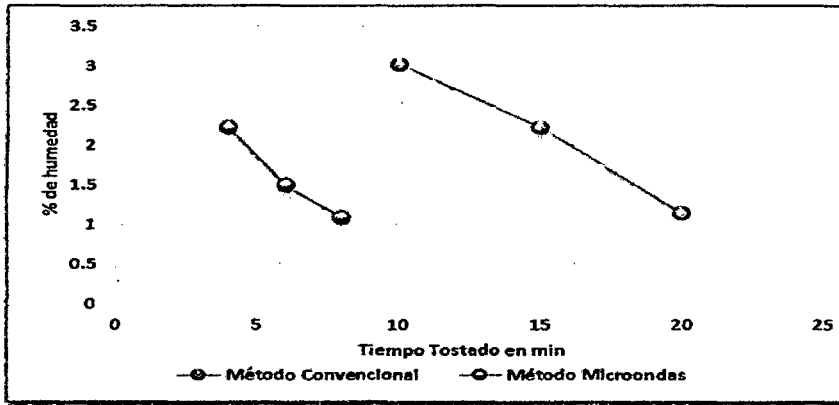


Figura 8: Variación del % de humedad de almendras de sachá inchi tostadas por método Convencional y Microondas.

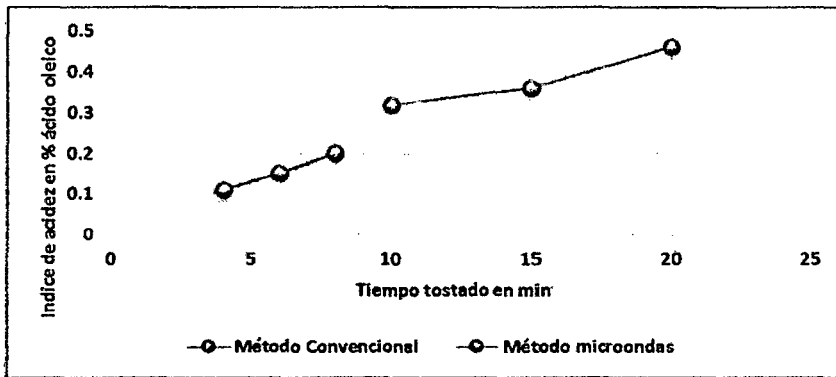


Figura 9: Variación de Índice de acidez de almendras de sachá inchi tostadas por Método Convencional y Microondas.

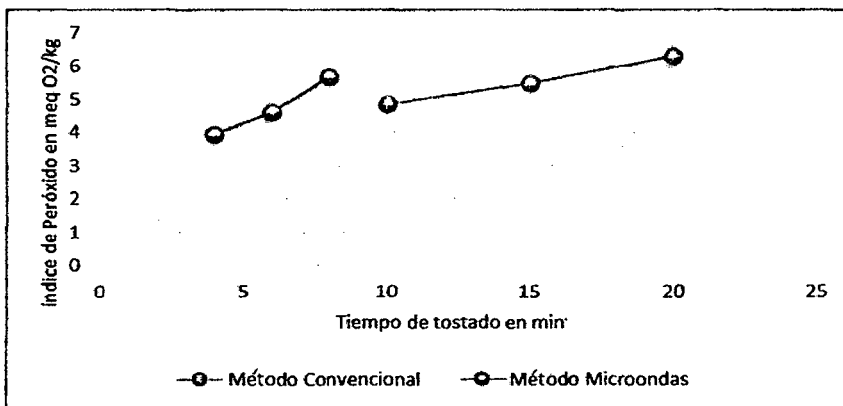


Figura 10: Variación del Índice de Peróxido de almendras de sachá inchi tostadas por Método Convencional y Microondas.

En cambio, en el índice de yodo (Fig. 11) los valores disminuyen al aumentar el tiempo de tostado, para el método Convencional alcanzó un valor de 154.37 g de I₂/100g grasa en 20 minutos de tostado y el método Microondas alcanzó 163.79 g de I₂/100g grasa en 8 minutos, lo que indicaría un mínimo daño de la estructura de la cadena de ácidos grasos; sin embargo estos valores están debajo de lo requerido por la **NTP (2009)** que considera el límite 199 g de I/100g de grasa en el aceite de sacha inchi para una extracción en frío. **Vela (1995)** encontró 159 g de I₂/100g de grasa después de haber hervido las almendras por 20 minutos, mencionando que el valor de índice de yodo no representa el verdadero valor, ya que no todos los ácidos grasos insaturados tienen la misma reactividad frente al alógeno cuando los dobles enlaces están conjugados.

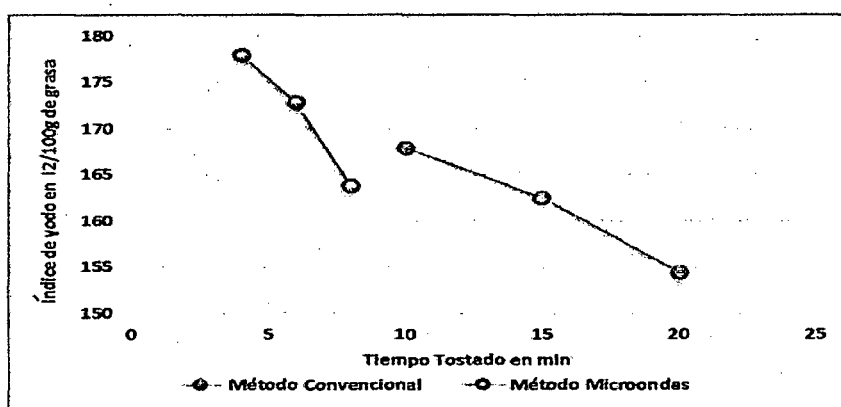


Figura 11: Variación de Índice de yodo de almendras de sacha inchi tostadas por método Convencional y microondas.

En el cuadro 10 se presentan los parámetros de color obtenidos según el sistema CIELAB para las almendras (cara externa e interna) tostadas en método Convencional y Microondas. La luminosidad de la cara externa obtenidas a menor tiempo de tostado (TC1 y TM1), presentan valores cercanas entre ellas y al aumentar el tiempo de tostado, disminuye en 29.3 y 21.9 para método Convencional y Microondas respectivamente, lo que evidencia un cambio de color de las almendras de sacha inchi (crema blanco a crema oscuro), posiblemente es por la reacción de Maillard y la caramelización con formación de Melanoidinas

(Sánchez, 2013). Por lo general la reacción de Maillard se acelera por las altas temperaturas empleada en el tostado y es favorecido por la presencia de proteínas de las semillas de sachu inchi (24.69%). En cambio, la disminución de la luminosidad (L^*) de la cara interna del método convencional es menos afectada por el efecto del calor, que la radiación en el método de tostado por microondas que genera uniformidad en toda la semilla con mayores cambios en el color a crema oscuro.

Cuadro 8: Parámetros de color CIELAB de cara externa e interna de la almendra de sachu inchi en función al método y tiempo de tostado.

Método		Tiempo en min.	L^*	a^*	b^*	C^*_{ab}	h^*_{ab}
Cara externa							
Convencional	TC1	10	37.1	5.1	8.3	9.7	58.4
	TC2	15	29.5	6.4	6.7	9.3	46.3
	TC3	20	29.3	9.3	7.9	12.2	40.3
Microondas	TM1	4	40.0	5.3	9.6	11.9	61.1
	TM2	6	37.7	6.3	8.8	10.7	54.4
	TM3	8	21.9	7.5	7.1	10.3	43.4
Cara interna							
Convencional	TC1	10	71.1	3.2	8.1	8.7	68.4
	TC2	15	64.2	8.8	22.2	23.9	68.4
	TC3	20	61.1	10.1	20.5	23.2	63.8
Microondas	TM1	4	54.0	3.35	11.5	11.9	73.8
	TM2	6	54.4	6.88	17.2	18.5	68.2
	TM3	8	42.0	7.14	15.0	16.7	64.5

En ambos métodos de tostado, como se observan en las figuras 11 y 12 que la coordenada a^* tiende a colores rojos y la coordenada b^* presenta colores amarillos; similar comportamiento se observa para la cara interna. Valores similares reportó Hernández (2007), en nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) tostadas a 140°C y 30 minutos, de $a^*=4.57$, $b^*=26.10$ y luminosidad (L^*) = 62.53.

Si bien, el croma (C^*_{ab}) y hue (h^*_{ab}) son combinaciones de las coordenadas a^* y b^* , su comportamiento permite diferenciar más fácilmente la vividez (colorido) y el tono del color para cada tiempo de tostado, es ese sentido, como se observa en las figuras antes mencionadas el Croma de la parte interna resultó más pronunciado que la parte externa y estas intensidades según el tono (h^*_{ab}), se encuentra en el primer cuadrante, lo que determinan colores anaranjados oscuros.

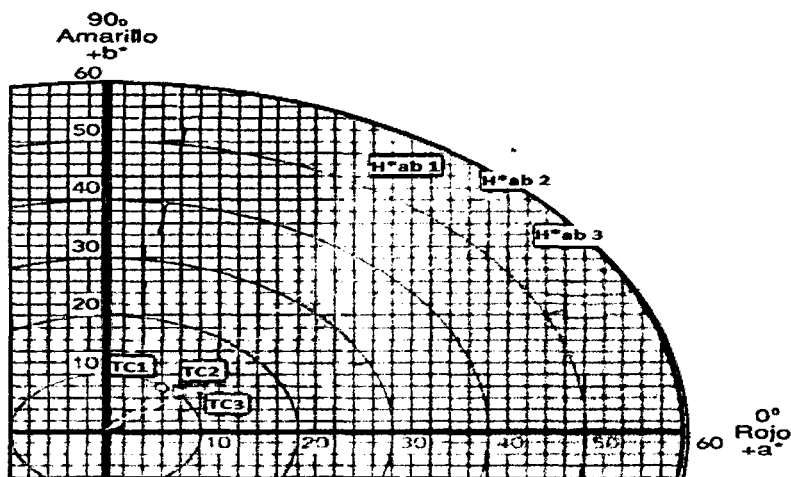


Figura 12: Gráfica del ángulo h^*_{ab} y de las saturaciones a^* y b^* de almendras de sachá inchi tostadas en método Convencional.

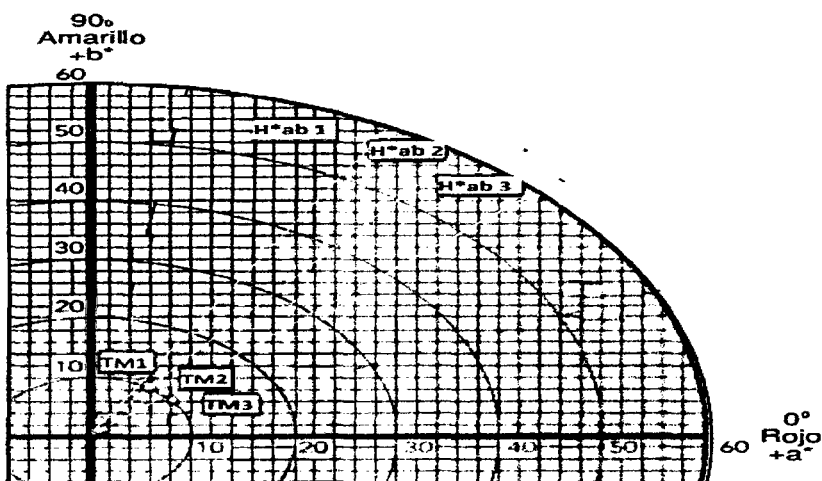


Figura 13: Gráfica del ángulo h^*_{ab} y de las saturaciones a^* y b^* de almendras de sachá inchi tostadas en Microondas.

El ANVA de las propiedades fisicoquímicas de ambos métodos de tostado a un 95% de confianza se presenta en el ANEXO 02, observándose que en la humedad y en el índice de acidez la influencia que tuvieron las variables independientes (método y tiempo) así como la interacción de ellas fue significativa ($p < 0.05$), en cambio en el índice de peróxido y yodo, únicamente se observa diferencia significativa ($p < 0.05$) en las variables independientes.

La prueba de Tukey se visualiza en el cuadro 11, para el % de humedad TC1 y TC2 son estadísticamente iguales, se observa lo mismo entre TM1 y TM2, particularmente TM3 presenta diferencia significativa con respecto a los restantes con el menor valor de % de humedad. En el caso del índice de acidez los tratamientos TM1, TM2 y TM3 son estadísticamente iguales y muy diferentes a los tratamientos por método Convencional, donde se observa que TC2 es estadísticamente igual a TC1 y a TC3.

En el índice de peróxido los tratamientos TC1 y TM2 junto a TM3 y TC2 son iguales pero diferentes entre sí, y el tratamiento TC3 presenta diferencia significativa entre los demás tratamientos. Estos índices no permiten definir la mejor muestra ya que es evidente que a más tiempo de tostado los valores de índice de acidez y peróxido aumentan, pero se encuentran por debajo del límite establecido para aceite extra virgen de sachá inchi.

En cambio con el índice de yodo, se evidencia que el grado de insaturación de los ácidos grasos disminuye al aumentar el tiempo de tostado, por lo tanto el tostado por método Microondas conserva mejor las características de las almendras de sachá inchi (163.79 g I/100 g de grasa), siendo mayor el efecto de tostado por el método Convencional (154.37g I/100 g de grasa).

Cuadro 9: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis fisicoquímico de almendras de sachá inchi tostadas.

Tratamiento	Propiedades físico químicas			
	Humedad (%)	Índice de acidez (% de ácido oleico)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)	Índice de yodo (g I/100 g de grasa)
TC1	3.02 A	0.32 A	4.83 B	167.93 B
TC2	2.22 AB	0.36 AB	5.49 C	162.51 B
TC3	1.15 B	0.46 B	6.29 D	154.37 A
TM1	2.43 AB	0.11 C	3.93 A	177.88 D
TM2	1.49 B	0.15 C	4.60 B	172.79 D
TM3	1.09 B	0.18 C	5.68 C	163.79 B

Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

El análisis de la varianza de los resultados obtenidos en el análisis Instrumental se observa en el ANEXO 02, observando que la luminosidad exterior e interior y el croma (C^*_{ab}) interior presentan diferencia significativa ($p>0.05$); en cambio el croma (C^*_{ab}) exterior no presenta diferencia significativa en el método pero si en el tiempo y en la interacción Método*Tiempo.

La prueba de Tukey se observa en el cuadro 12, la luminosidad externa de TM2 y TC1 junto a TC2 y TC3 son iguales pero diferentes entre sí; en el croma (C^*_{ab}) exterior TC3 y TM1 son iguales y TC3 difiere con TC1 y TC2. En la luminosidad interna, TC1 y TM3 presentan diferencia significativa con respecto a los restantes, además tienen los valores más altos y bajo respectivamente; TM2 y TM1 junto a TC2 y TC3 son iguales pero diferentes entre sí. En croma (C^*_{ab}) interior se observa que TC1 y TM2 son iguales pero difieren con los demás tratamientos, asimismo presentan los valores menores; en los tratamiento TC2 y TC3 junto a TM2 y TM3 son iguales pero diferentes entre sí.

Cuadro 10: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis instrumental del color de almendras de sachá inchi tostadas.

Tratamiento	L*	C* _{ab}	L*	C* _{ab}
	Parte externa		Parte Interior	
TC1	37.1 A	9.7 BC	71.1 A	8.7 A
TC2	29.5 C	9.3 C	64.2 B	23.9 C
TC3	29.3 C	12.2 A	61.1 B	23.2 C
TM1	40.0 A	11.9 A	54.0 C	11.9 A
TM2	37.7 A	10.7 AB	54.4 C	18.5 B
TM3	21.9 D	10.3 B	42.0 D	16.7 B

Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

En el Anexo 03 se observa el ANVA realizado a los resultados del análisis sensorial de los atributos sabor y color, observándose que los tratamientos de ambos métodos de tostado, presentaron diferencia altamente significativa ($p < 0.05$), pero en la opinión de los jueces no se observa diferencia significativa ($p > 0.05$).

La prueba de tukey al 5 % probabilidad como se observa en la fig. 14, confirma que los tratamientos en ambos métodos son diferentes en cuanto a color y sabor, el color en TC3 y TM3 promediaron valores cercanos a crema oscuro, este color no sería favorable para la elaboración de crema de consumo humano; sin embargo de acuerdo al análisis del sabor estas mismas muestras fueron calificadas sin astringencia.

Lo que determinaría las mejores muestras de tostado a TC3 (método convencional) y TM3 (método Microondas). Esto se complementa con el análisis de perfil de olor, sabor, y color de las almendras tostadas en cada tratamiento y método (Anexo 04), donde para perfil del sabor se consideraron tres parámetros: a pescado, a almendras y astringencia; perfil del olor: a pescado, a humo y a almendras; atributo color: blanco, crema, marrón, tal como se muestran en las Figuras 15 y 16.

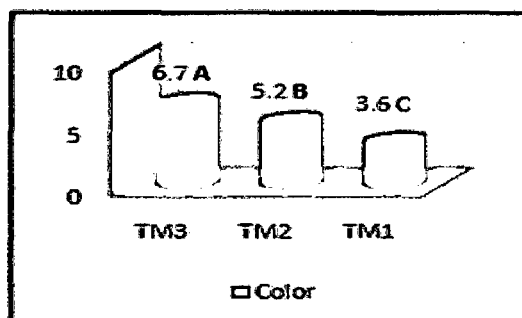
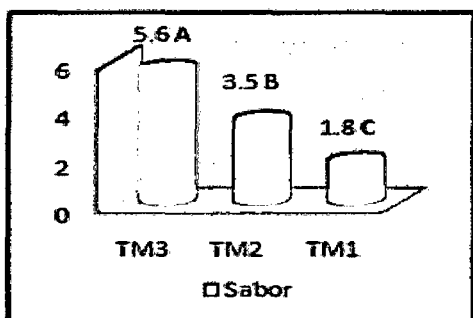
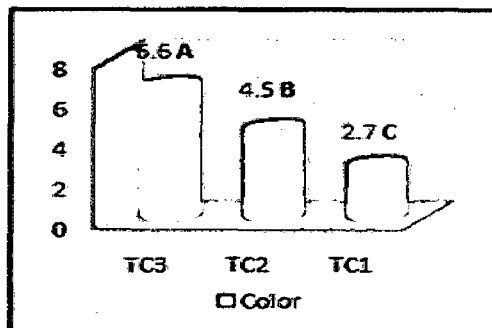
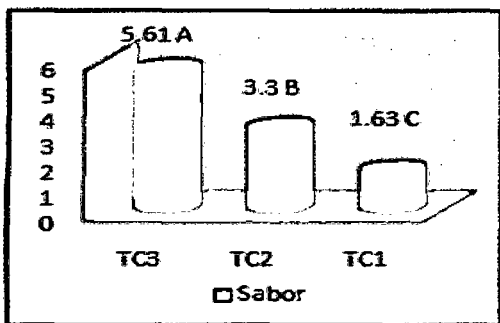


Figura 14: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis Sensorial de las almendras tostadas en método Convencional y Microondas.

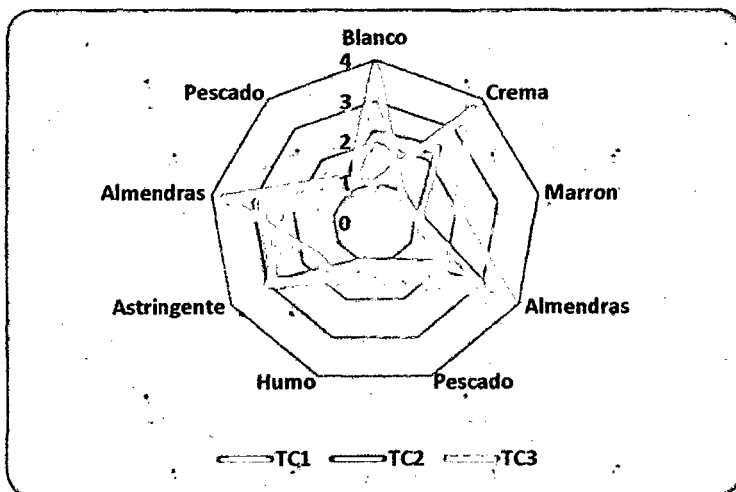


Figura 15: Perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi por método Convencional.

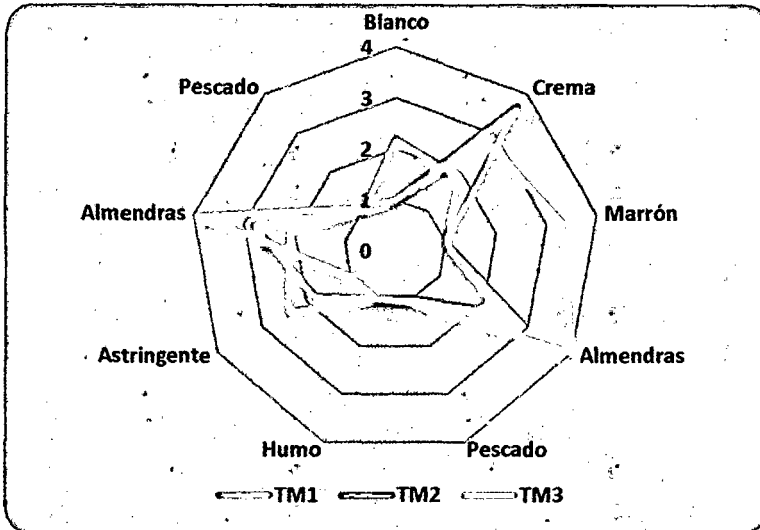


Figura 16: Perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi por método Microondas.

4.3. Evaluación de las formulaciones de cremas de sachá inchi para consumo humano.

En el Cuadro 13 se presenta los promedios de las propiedades Físicoquímicas (índice de acidez, % humedad y sólidos totales) de tres repeticiones de cada crema de sachá inchi formulada, donde se observa una leve disminución del índice de acidez (expresado en % de ácido oleico) conforme se aumenta el % de aceite extra virgen de sachá inchi añadido, la Fig. 17 muestra que las curvas son similares en ambos métodos de tostado.

Se evidencia un incremento del índice de acidez (casi el doble) para todas las muestras, esto se puede explicar por la lipólisis enzimática producida por las esterasas, enzimas resistentes a las temperaturas y que pueden quedar activas después del tostado (Keme y Otros, 1983), asimismo la oxidación de los minerales contenidos en el sachá inchi como el magnesio y el hierro, catalizan a velocidades variables la oxidación de los ácidos grasos insaturados en los granos tostados, incluso a temperaturas de almacenaje muy débiles (Sánchez, 2013). Estos factores favorecen fuertemente el incremento de acidez en el producto. Además puede atribuirse a la inclusión de oxígeno durante la molienda y consecuentemente más ácidos grasos libres, o el tipo de extracción con alcohol

de 96 ° para su cálculo, sin embargo no superan el 1% de acidez considerados para aceite extra virgen de acuerdo con la **NTP (2009)**.

Con respecto, a la humedad según la fig. 18 se observa valores constantes en ambos métodos con variación mayor en el método Microondas en las formulaciones que se añadieron aceite extra virgen de sachá inchi, en el % de sólidos totales sucede lo contrario en el método Microondas, menor cantidad de sólidos totales en las formulaciones obtenidas por tostado Convencional.

Cuadro 13: Características fisicoquímicas en las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.

Método de tostado	Formulación de la crema de sachá inchi								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	Sin adición de aceite			3% aceite (*)			5 % de aceite		
	Índice de acidez (% de ácido oleico)								
Convencional	0.7	0.8	0.8	0.66	0.67	0.66	0.62	0.62	0.62
Microondas	0.7	0.7	0.68	0.66	0.66	0.60	0.60	0.60	0.62
	% de humedad								
Convencional	1.1	1.13	1.15	1.22	1.15	1.15	1.15	1.17	1.17
Microondas	1.3	1.26	1.31	1.33	1.37	1.37	1.38	1.41	1.41
	% de Sólidos Totales								
Convencional	98.9	98.9	98.9	98.8	98.9	98.9	98.9	98.8	98.8
Microondas	98.8	98.6	98.7	98.7	98.67	98.6	98.6	98.6	98.6

(*) Aceite extra virgen de sachá inchi

Leyenda F1 al F9 (ver fig. 7)

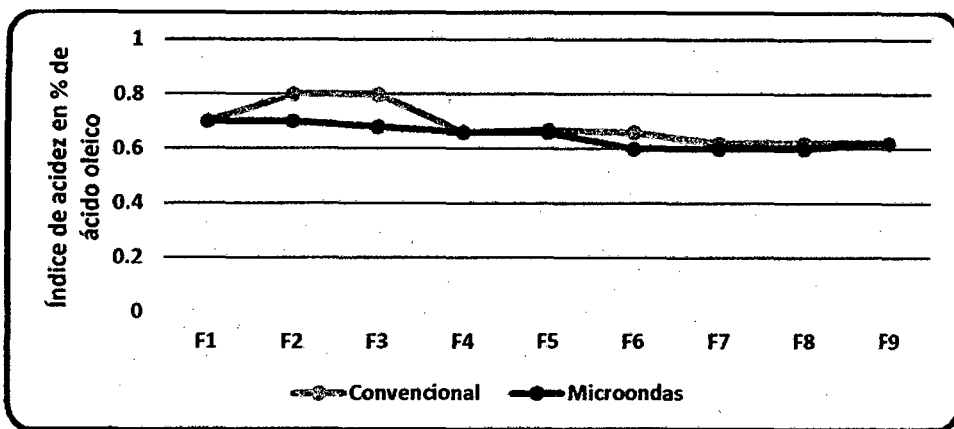


Figura 17: Índice de acidez de la formulación de crema de sachá inchi obtenidas en dos métodos de tostado.

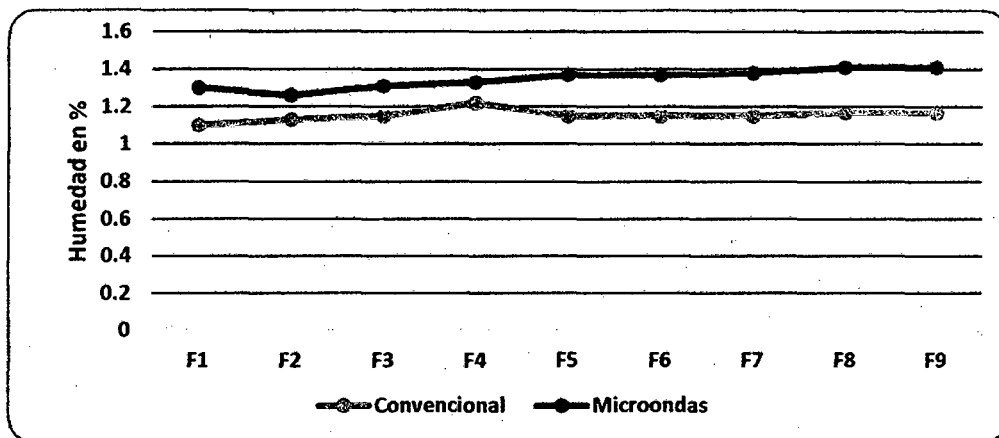


Figura 18: % de humedad de la formulación de crema de sachá inchi obtenidas en dos métodos de tostado.

En el cuadro 14 se presentan los parámetros de color obtenidos según el sistema CIELab de las formulaciones de crema para consumo humano, donde se observa que la luminosidad del método Conventional presento valores más altos que el método Microondas; al promediar los valores de la luminosidad de la almendra (cara externa e interna) en el método convencional a 20 minutos de tostado, resulta 45.2, mayor a lo determinado en las cremas que oscilan entre 30.24 y 33.40, esta disminución posiblemente es por la oxidación generado durante el proceso de molienda. De igual manera el promedio de la cara externa e interna,

de la luminosidad de la almendra tostada por método convencional resulta 33.45 y la luminosidad en las cremas formuladas osciló en 21.41 y 23.89. **Reyes y Ulloa (2003)**, determinó 32.817 de luminosidad en mantequilla de maní, similar al valor de la crema obtenida por método Convencional en las formulaciones con 3% de aceite (F4, F5 y F6).

En ambos métodos de tostado como se observa en las figuras 18 y 19, la coordenada a^* tiende a colores rojos y en la coordenada b^* los valores del método Convencional presentó amarillos menos claros que el método Microondas, además muy similar a lo obtenido por **Reyes y Ulloa (2003)** en crema de maní con valores de $a=4.8$ y $b=5.1$.

En el caso del parámetro C^*_{ab} , se observa colores más intensos en el método Microondas que el método Convencional, esta intensidad está en los colores anaranjado según los valores obtenidos del parámetro h^*_{ab} que se ubican en el primer cuadrante y en ambos métodos el color anaranjado menos pronunciado lo presenta las formulaciones con 5% de aceite.

Cuadro 14: Parámetros de color CIELAB de las formulaciones de cremas de sachá inchi para consumo humano.

Método		Color (medición instrumental)								
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Convencional	L^*	31.20	31.4	31.2	33.1	32.3	31.8	33.4	30.20	30.7
	a^*	5.32	6.10	6.02	4.9	5.65	5.07	5.47	6.00	6.18
	b^*	3.78	4.30	4.37	3.9	4.61	4.09	4.79	5.75	5.93
	C^*_{ab}	6.50	7.40	7.43	6.2	7.2	7.02	7.3	8.30	8.6
	h^*_{ab}	35.40	35.2	35.5	38.4	39.2	38.9	41.2	43.70	43.8
Microondas	L^*	22.20	22.3	22.1	21.4	22.7	23.1	23.9	23.80	23.6
	a^*	6.93	6.28	6.18	5.3	7.25	6.78	4.96	4.73	5.06
	b^*	5.64	5.32	6.18	4.97	6.47	5.71	5.82	5.55	5.89
	C^*_{ab}	8.90	8.20	8.70	7.20	9.70	8.90	7.6	7.30	7.8
	h^*_{ab}	39.10	40.3	45	40.4	41.7	40.1	49.6	49.50	49.3

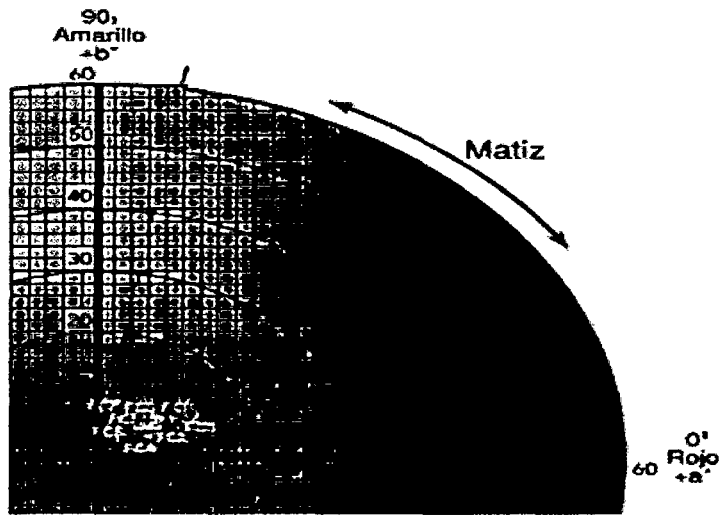


Figura 19: Gráfica de las saturaciones a^* y b^* de las formulaciones de cremas de sachu inchi por método Convencional.

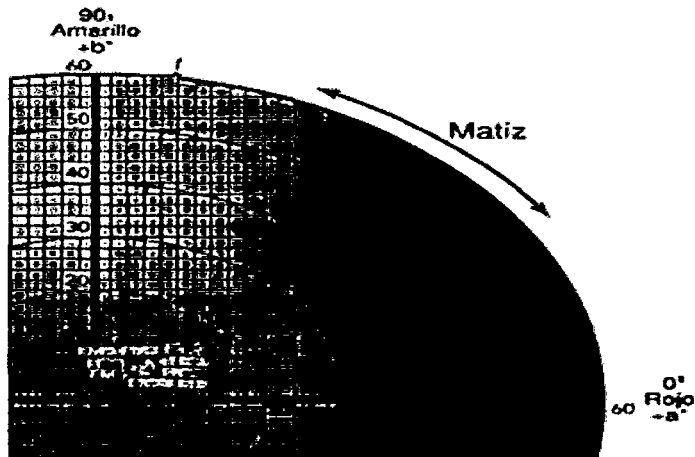


Figura 20: Gráfica de las saturaciones a^* y b^* de las formulaciones de cremas de sachu inchi por método Microondas.

El ANVA para las propiedades fisicoquímicos y análisis instrumental del color de las cremas formuladas en ambos métodos de tostado, a un 95% de confianza, se observa en el Anexo 5. En el método Convencional, se observa que en el índice de acidez, en la luminosidad, en el tono h^*_{ab} y el croma c^*_{ab} , las fuentes de variación (% de azúcar, % de aceite) influenciaron significativamente ($p < 0.05$); en cambio en el % de humedad se observa poca influencia ($p < 0.05$).

Para el método Microondas el análisis del índice de acidez, % de humedad, luminosidad, tono h^*_{ab} y el croma c^*_{ab} fueron únicamente influenciados por el % de aceite, determinando significancia estadística ($p < 0.05$).

La prueba de tukey para ambos métodos se muestra en lo cuadros 15 y 16. En el método Convencional, el índice de acidez de las formulaciones con 0 % de aceite de sachá inchi (F1, F2, F3) son estadísticamente iguales, observando lo mismo para las formulaciones con 3% y 5% de aceite (F4, F5, F6, F7, F8 y F9); en el % de humedad se observa poca significancia estadística, puesto que las formulaciones con 0% y 3% de aceite, asimismo 3% y 5% de aceite son estadísticamente iguales. En la luminosidad se observa que F7 y F4 (1.0 % de azúcar) son estadísticamente iguales, además las muestras con 0% de aceite son estadísticamente iguales, observándose lo mismo en las formulaciones con 3 % de aceite. En cuanto al tono h^*_{ab} se observa que formulaciones con igual concentración de aceite son estadísticamente iguales.

En el método Microondas para el índice de acidez, se observa que las formulaciones con igual concentración de aceite de sachá inchi son estadísticamente iguales, para el % de humedad se observa que las formulaciones con igual concentración de aceite son estadísticamente iguales. En el caso de la luminosidad se observa que las formulaciones con igual concentración de azúcar (F5 y F2) son estadísticamente iguales, en las formulaciones con 5% de aceite estas son iguales entre si, observando que el aceite influye en la claridad. Finalmente en el tono h^*_{ab} se observa que a igual concentraciones las formulaciones son estadísticamente iguales y además las formulaciones con 0 y 3% de aceite son iguales entre sí.

Cuadro 15: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis fisicoquímico de la formulaciones de crema de sachá inchi.

Método de tostado	Formulación de la crema de sachá inchi								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	Índice de acidez(% de ácido oleico)								
Convencional	0.7 A	0.8 A	0.8 A	0.66 B	0.67 B	0.66 B	0.62 C	0.62 C	0.62 C
Microondas	0.7 A	0.7 A	0.68 A	0.66 B	0.66 B	0.60 C	0.60 C	0.60 C	0.62 C
	% de humedad								
Convencional	1.1 A	1.13 A	1.15 A	1.22 B	1.15 A	1.15 A	1.16 AB	1.17 AB	1.17 AB
Microondas	1.3 A	1.26 A	1.31 A	1.33 A	1.37 AB	1.37 AB	1.38 AB	1.41 B	1.41 B

Letras diferentes comparadas horizontalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

Cuadro 16: Prueba de tukey al 5% de probabilidad del análisis instrumental de la formulaciones de crema de sachá inchi.

Método	Color (medición instrumental)								
	Luminosidad								
Convencional	F7	F4	F5	F6	F2	F1	F3	F9	F8
	33.4 A	33.1 A	32.3 AB	31.7 B	31.4 B	31.2 B	31.16 B	30.7 C	30.24 C
	h* _{ab}								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	35.40 A	35.2 A	35.5 A	38.4 B	39.2 B	38.9 B	41.2 C	43.7 C	43.8 C
Microondas	Luminosidad								
	F7	F8	F9	F6	F5	F2	F1	F3	F4
	23.9 A	23.8 A	23.6 A	23.1 A	22.7 AB	22.3 AB	22.2 AB	22.1 AB	21.4 B
	h* _{ab}								
	F7	F8	F9	F3	F5	F4	F2	F6	F1
	49.6 A	49.5 A	49.3 A	45.0 A	41.7 B	40.4 B	40.3 B	40.1 B	39.3 B

Letras diferentes comparadas horizontalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

4.3.1. Análisis sensorial de las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.

El ANEXO 06 se muestra los resultados del análisis sensorial (test de diferencia) de las muestras de crema por tostado convencional y microondas, la prueba de Friedman evidenció mínima diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la suma de los rangos al 95% de confianza.

La prueba de Múltiple comparaciones, al 5% de probabilidad; para la crema de sachá inchi tostada en método Convencional las muestras F4, F7 y F1 son iguales entre sí, considerándolos como mejores muestras por tener promedio menor (según el formato de evaluación usado para el mejor muestra puntaje de 1 y la peor puntaje de 9); donde las tres muestras presentan igual concentración de azúcar (1.5%), sin embargo las concentraciones de aceite difieren en todas, considerando que la cantidad de aceite usado no interfiere en el sabor.

En el método Microondas se observan que F1, F8 y F2, son consideradas las mejores muestras y son estadísticamente iguales; F2 y F1 tienen la misma concentración de aceite (0%) y F8 (5 % de aceite), F1 (1.5 % de azúcar), F2 y F8 (1% de Azúcar); lo que significa que lo panelista tuvieron mayor preferencia a las formulaciones con mayor concentración de azúcar.

Correlacionando con los resultados del análisis descriptivo, las formulaciones con 5% de aceite presentan mejores características de untabilidad y consecuentemente se percibe más aceitosidad; en el método microondas se observa en la fig. 21 que la F8 presenta un grado de dulzor cerca al normal, aceitosidad por encima de lo normal, untabilidad normal y color muy aceptable como crema "normal"; para el método convencional F7 (Fig. 22) presenta un dulzor normal, untabilidad muy untable y color muy cercano al color crema.

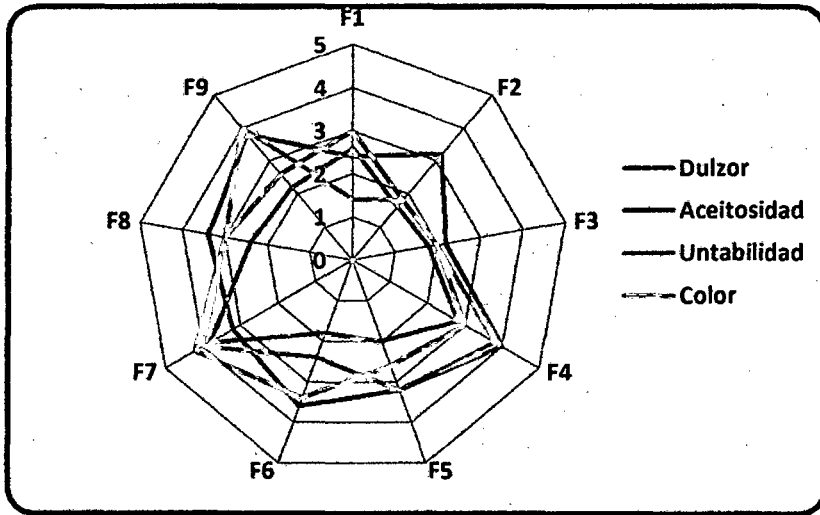


Figura 21: Perfil de sabor y textura de las formulaciones de crema de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Microondas.

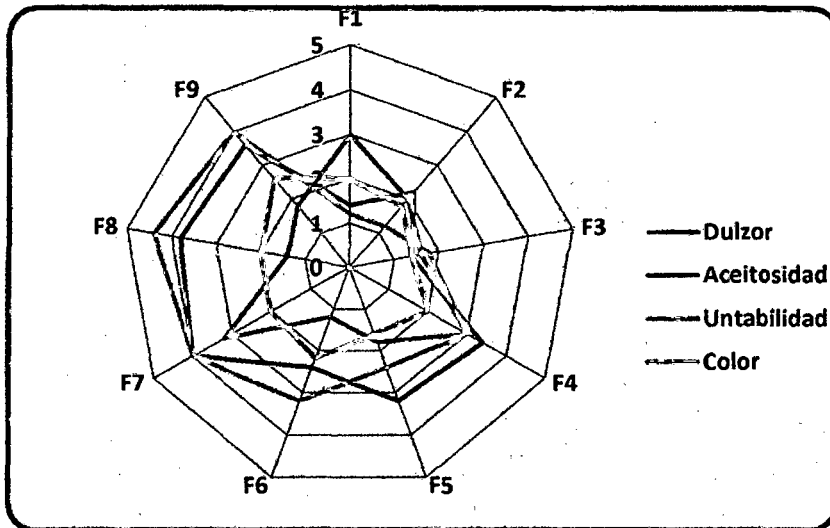


Figura 22: Perfil de sabor y textura de las formulaciones de crema de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional.

4.4. Flujograma definitivo para la elaboración de crema de sachá inchi de consumo humano.

En la fig. 23, se observa el flujograma con los parámetros establecidos para la obtención de crema de Sachá Inchi

4.4.1. Análisis proximal y fisicoquímico de crema de sachá inchi de consumo humano.

El análisis proximal realizado, en el Laboratorio de ICT (Instituto de cultivos tropicales), ver ANEXO 10, y el análisis Fisicoquímico de las cremas de sachá inchi obtenida en cada método de tostado se muestra en el Cuadro 17. Las cremas de Sachá Inchi tiene un aporte nutricional de 655.5 Kcal y 640.0 Kcal en tostado Convencional y Microondas respectivamente; valorando su aporte importante en proteína 31% para la crema tostado por Microondas frente a los 26.5% proteína en crema tostado Convencional; asimismo grasa con 53.5% para crema por método Convencional y 50% para crema por Microondas, su riqueza de ácidos grasos esenciales 82.04% en el método Convencional y 82.27% en el método Microondas, lo que favorecería la promoción de su consumo en la población especialmente en niños, madres gestantes y ancianos. Estos valores superan a cremas untables de otras almendras como nuez (*Juglans regia L.*) que presentó 14.5% de proteína, grasa 65.7% (adicionando 2% de aceite) (Millan, 2007) y en crema untable de almendras de marrañón se reportó 18.37 % de proteína, grasa 46.93% (Álvarez, 2008).

El índice de peróxido de 6.54 Meq O₂/Kg para el método Convencional frente a 5.69 Meq O₂/Kg de la crema obtenida por tostado en Microondas; con un ligero incremento respecto al tostado de las almendras, evidencian la inclusión de oxígeno durante el mezclado de la crema, e inicio de enranciamiento; al respecto Reyes y Ulloa (2003), reportaron en mantequilla de maní, un índice de peróxido de 5.0 meq.O₂/kg, en tiempo de tostado de 9 minutos y 150°C. Para el índice de yodo se observa que la crema obtenida por método Microondas presenta 140.03 g I₂/100g frente a 136.34 g I₂/100g de la crema por el método Convencional.

Estos resultados muestran que el producto no sufre deterioro significativo, se ha determinado que una grasa vegetal refinada se considera rancia con un índice de peróxido igual o superior a 10 meq/O₂/kg materia grasa.

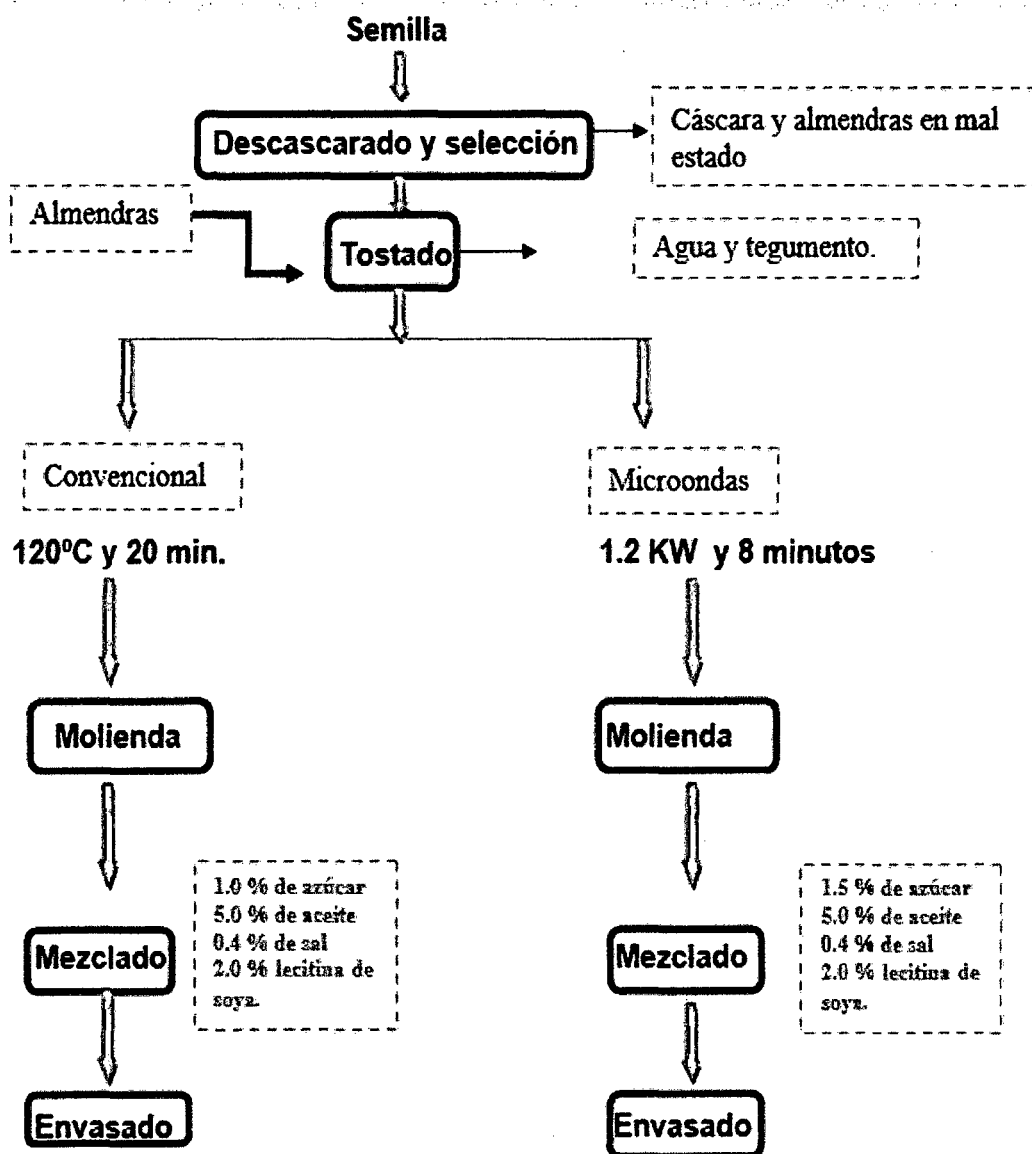


Figura 23: Flujograma definido para el proceso de obtención de crema Sacha Inchi para consumo humano.

Cuadro 17: Composición proximal (g/100 g b.h) y fisicoquímica de las cremas elaboradas con granos tostados de sachá inchi por método Convencional y Microondas.

Componentes %	Crema Convencional	Crema Microondas
Humedad	1.00	1.50
Proteínas	26.50	31.00
Grasa	53.50	50.00
Carbohidratos	17.00	16.50
Fibras	0.50	0.50
Cenizas	2.50	2.00
Energía Kcal/100g	655.50	640.00
Índice de peróxido Meq O ₂ /Kg	6.54	5.69
Índice de yodo g I ₂ / 100g	136.34	140.03

4.4.2. Análisis de ácidos grasos esenciales de la crema de sachá inchi para consumo humano.

Los ácidos grasos esenciales (omegas) analizados en las cremas de sachá inchi para consumo humano (Cuadro 18), realizados en el laboratorio del instituto de la producción del Perú-Lima, (Ver ANEXO N°11), presentan valores de ácido linolénico (43.76%), ácido linoleico (38.28%) y ácido oleico (9.56%) para la crema por tostado convencional ; y para la crema obtenida por tostado microondas, ácido linolénico (43.82 %), ácido linoleico (38.45%) y ácido oleico (9.56%), que no concuerda con los reportes de **Lovon y Echegaray (2006)** en mantequilla de sachá inchi para ácido linolénico (46.62%); Sin embargo los valores del ácido oleico y Linoleico están por encima de lo recomendado por la **NTP (2009)** para aceite extra virgen de sachá inchi, excepto el valor del ácido linolénico que está por debajo de lo recomendado. Estos resultados

demuestran la persistencia de los ácidos grasos ante el tratamiento térmico y radiación, manteniendo los valores dentro de lo requerido para aceite extra virgen de sachá inchi.

Cuadro 18: Ácidos grasos esenciales en crema elaboradas con granos tostados de sachá inchi en método Convencional y Microondas.

Componentes (%)	Crema de sachá inchi tostado Convencional (1)	Crema de sachá inchi tostado Microondas(1)	Lovon y Echegaray (2006) *	Aceite extra virgen**
Ácidos grasos saturados	7.47	7.21	-	
ácidos grasos monoinsaturados	10.50	10.39		
ácidos grasos poliinsaturados	82.04	82.27		
Ácidos grasos esenciales				
Ácidolinolénico (%)	43.76	43.82	46.62	44.7
Ácidolinoléico (%)	38.28	38.45	35.67	32.1
Ácido oleico (%)	9.67	9.56	9.66	8.9

(1) Resultados del presente trabajo

*para mantequilla de sachá inchi con un tostado de 120 °C y 35 minutos

**NTP 151.400:2009.

4.4.3. Análisis Microbiológico de la crema de sachá inchi para consumo humano.

En la cuadro 19 presenta los resultados del análisis microbiológico de las cremas de sachá inchi obtenida por tostado Convencional y tostado en Microondas, realizado en el laboratorio referencial de San Martín, Ver ANEXO N°12, se observa que para numeración E. Coli (UFC/g-ml), es menor a lo recomendado por la ISO-7251-2005 (Directiva general para el recuento de *Escherichia coli* presuntivos. Técnica del NMP) siendo el límite 0.3 UFC/g-ml; la numeración *Staphylococcus Aureus* no sobrepasa lo recomendado por ISO-

6888-1:1999/Adem.1.2003 (Directiva general para el recuento de *Staphylococcus aureus*. Método mediante enumeración de colonias); asimismo el análisis de *Salmonella sp* en 25 g-ml, indicó ausencia y según la **ISO-6579-2002/cor1:2004** (Directiva general concerniente a los métodos de investigación de *Salmonella*) su presencia implica riesgos en el consumo del ser humano y finalmente la numeración de hongos es inferior a 10 **UFC/g**, que es lo recomendado por la **ISO-7954-1987** (Directiva general para el recuento de levaduras y mohos. Técnica de enumeración de las colonias a 25° C). Estos resultados indican una asepsia del proceso por cuanto están dentro de los límites permisibles por la normas **ISO** mencionadas anteriormente (**Cano, 2006**).

Cuadro 19: Análisis microbiológico en cremas elaboradas con granos tostados de sachá inchi en método Convencional y Microondas.

Muestra	Numeración E. Coli (UFC/g-ml)	Numeración <i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Salmonella sp</i> En 25 g-ml	Numeración de mohos (UFC/g)
Crema Convencional	<0.3	<100	Ausencia/25 g	<10
Crema microondas	<0.3	<100	Ausencia/25 g	<10
Métodos	ISO-7251-2005	ISO-6888-1:1999/Adem.1.2003	ISO-6579-2002/cor1:2004	ISO-7954-1987

4.4.4. Análisis sensorial (prueba de aceptación) de la de sachá inchi para consumo humano.

La prueba de aceptación de crema de Sachá Inchi por método Convencional y Microondas comparada con la crema de maní comercial se presenta en el cuadro 20 y Anexo 08, donde se aprecia que no existe diferencias significativas al 5% a nivel de consumidores. En la fig. 24 se visualiza los resultados de la prueba de aceptación, donde mayor preferencia obtiene la crema obtenida por

tostado en Microondas con el 78.00% de aceptación, seguida por la crema de maní con 77.4% de aceptación y finalmente con 74% de aceptación para la crema obtenida por tostado convencional. Lo que demuestra que el producto (crema de sachá inchi) puede competir en el mercado en similares respuestas con la crema de maní.

Cuadro 20: Valores promedios de la prueba de Aceptabilidad de la crema de maní y de sachá inchi (método Convencional y Microondas).

Cremas untables	Aceptabilidad
Crema de Maní	3.87
Crema de sachá inchi (Microondas)	3.90
Crema de sachá inchi (Convencional)	3.70

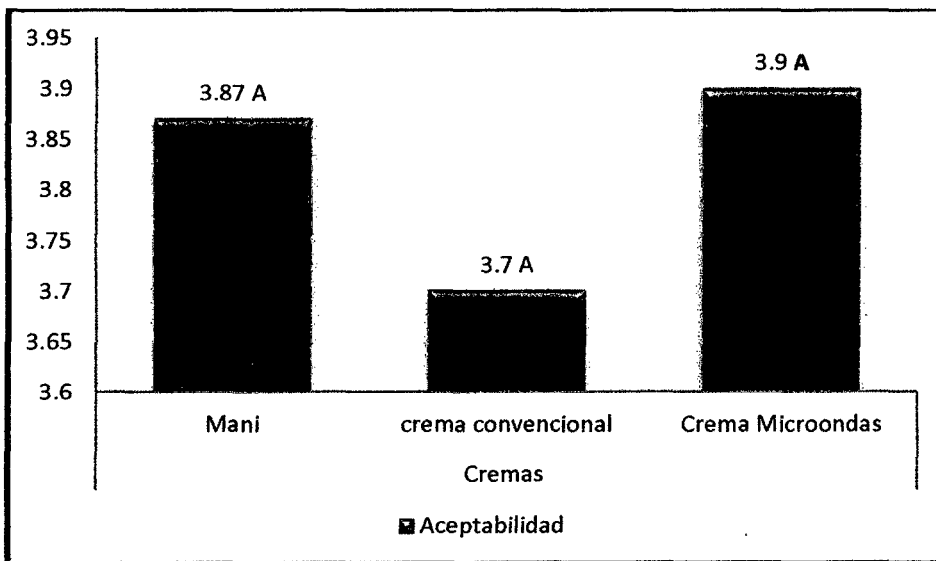


Figura 24: Promedios de aceptación de crema de maní, crema de sachá inchi (elaboradas con almendras tostadas en método Convencional y Microondas).

4.4.5. Estudio de mercado

El número de encuestados calculados según la fórmula $n = Z^2 * p * q / E^2$ (Torres & Paz, 2010) fue 300, sin embargo únicamente fueron encuestados 220 personas.

En el cuadro 21 se observa los resultados obtenidos durante la encuesta, es decir la apreciación que se podía percibir de los consumidores en el momento que degustaban el producto, de este modo en el supermercado hubo mayor rechazo que en el mercado de abasto, sin embargo la aceptabilidad supera el 70% en ambas zonas.

Los siguientes análisis se realizó al total de la población (220 encuestados), lo que se resalta en el Cuadro 22 son las respuestas a las preguntas más importantes; de esta manera se determinó que el 52.73% de las 220 personas encuestadas desconocen los beneficios del sachá inchi; de acuerdo al consumo el 18.63% de las mismas consume el sachá inchi como aceite u otro derivado; de este grupo (41 individuos) el 17% ha consumido alguna vez crema de sachá inchi; finalmente se determinó que de todas las personas encuestadas el 89.6% consumiría la crema de sachá inchi y el 10.4% no consumiría. El análisis por cada pregunta de forma detallada se observa en los próximos gráficos.

Cuadro 21: Aceptación de la crema de sachá inchi en supermercados y mercado de abastos.

ZONA	Total	Hombres	Mujeres	RESPUESTA	
				Aceptabilidad	Rechazo
Supermercados	100	50	50	90	10
Mercado de abastos	120	48	72	114	6
TOTAL	220	98	122	204	16

Cuadro 22: Análisis general del estudio de Mercado de la crema de sachá inchi para consumo humano.

	Conocen los beneficios del sachá inchi		Consumen Sachá inchi		consumen crema de Sachá inchi		Consumirían este producto	
SI	104	47.27%	41	18.63%	7	17.07%	197	89.55%
NO	116	52.73%	179	81.37%	34	82.93%	23	10.45%
Total	220	100.00%	220	100.00%	41	100.00%	220	100.00%

En la fig. 25 se observa que el 52.73% de los encuestados no conoce los beneficios del sachá inchi, resultado similar a lo obtenido por Benito (2011) que el 64% no conoce las bondades nutritivas del sachá inchi. Lo que demuestra que el sachá inchi no está potencialmente reconocido en la población encuestada, reflejando además la poca difusión de los beneficios del sachá inchi.

De las personas encuestadas solo el 18.67% consume sachá inchi como aceite u otro derivado y un 81.37% no consume sachá inchi. (fig. 26), mayor a lo obtenido por Benito (2011) que determinó que un 7% de la población estudiada no consume aceite de sachá inchi. Esto claramente como lo menciona el mismo autor es por el desconocimiento de este producto como aceite u otro derivado.

De las 41 personas que respondieron que si consumen sachá inchi (Cuadro 22) como aceite u otro derivado, el 17.07% respondió que sí ha consumido crema de sachá inchi, y el 82.93% no ha consumido, lo que demuestra que este producto tiene poca oferta en el mercado regional (fig. 27).

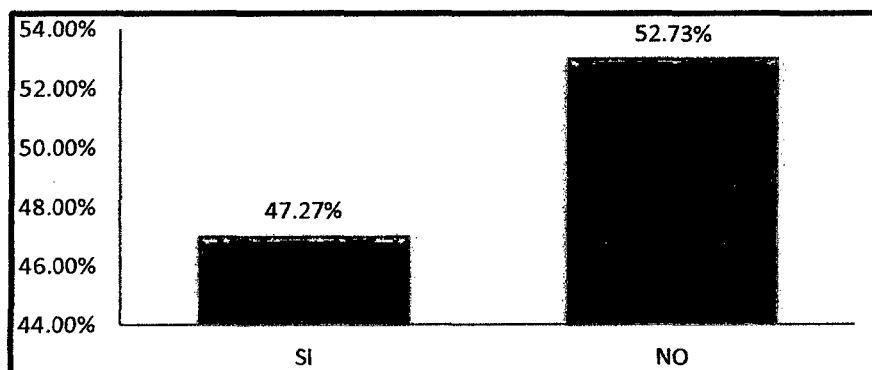


Figura 25: Conocimiento del beneficio del consumo de sachá inchi.

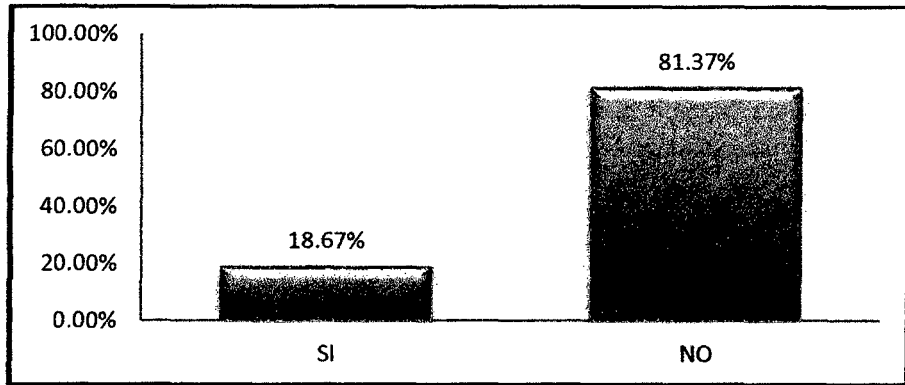


Figura 26: Consumo del sachu inchi como aceite u otro derivado.

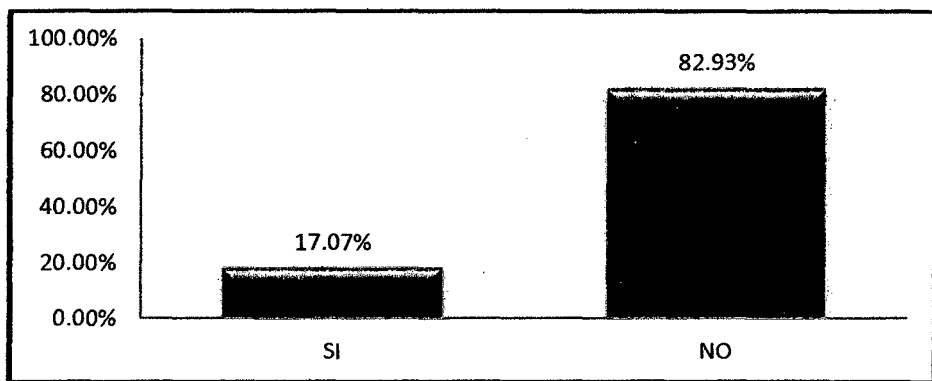


Figura 27: Consumo de crema de Sacha inchi.

La siguiente gráfica es el análisis de una pregunta con previa degustación de la crema de sachu inchi de los encuestados, además se les informó que la crema de sachu inchi se preparó a base de almendras de Sachu Inchi (*Plukenetia Volubilis l.*) tostadas, sal, azúcar, aceite de sachu inchi y lecitina de soya, que aporta omega 3 y 6 y proteína en la alimentación. Los resultados de la encuesta muestran que el 89.55% de las personas estarían dispuestos a consumir el producto (Fig.28).

De las personas que respondieron que no consumirían este producto, la principal razón fue "No me gusta" (53.13%), seguida por la falta de costumbre (34.38%) (fig. 29).

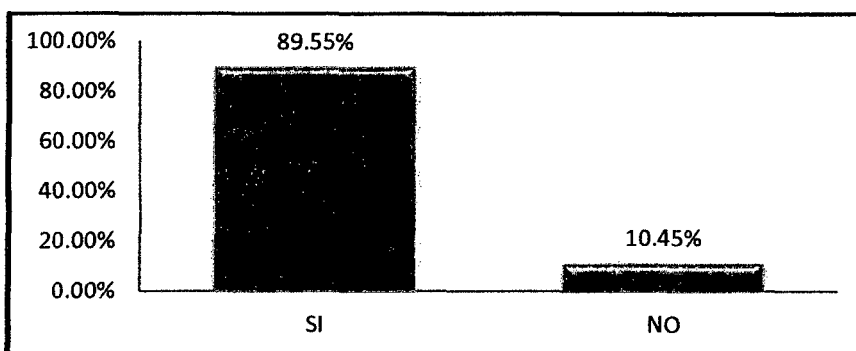


Figura 28: Posibilidad de consumo de la crema de sachu inchi.

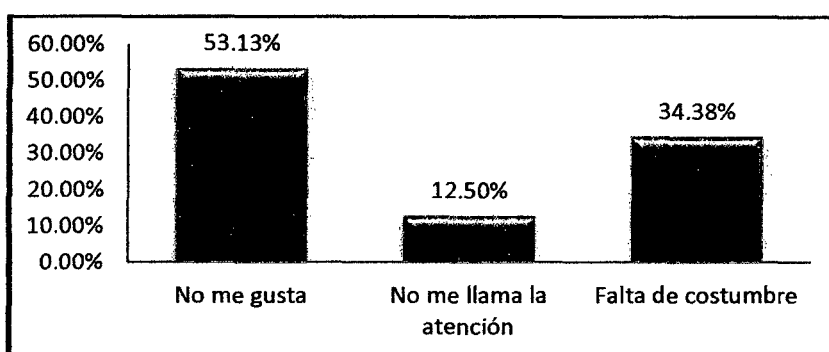


Figura 29: Razón por la que no consumirían crema de sachu inchi.

La pregunta 6 fue tipo abierta, derivando de la pregunta 5 a aquellos que respondieron "no me gusta". Los mismos explicaron que la razón por la cual no les gusta fue: poca sal, sabor astringente, sabor pático como a resina y no agradable. Estos encuestados que no consumirían el producto finalizaron la encuesta respondiendo el género al que pertenecían (Femenino o Masculino), (pregunta 12).

Como se observa en la fig. 30, la mayor frecuencia de consumo sería dos veces por semana (30.60%), con valor similar una vez por semana (28.73%), seguido de diariamente y tres veces por semana; lo que evidencia que su frecuencia de consumo sería regular.

De acuerdo a la fig.31 el 75% preferirían comer la crema de sachu inchi en el desayuno, seguida por media mañana (18.66%) y bajos porcentaje que aceptarían comer antes de hacer deporte o en la cena.

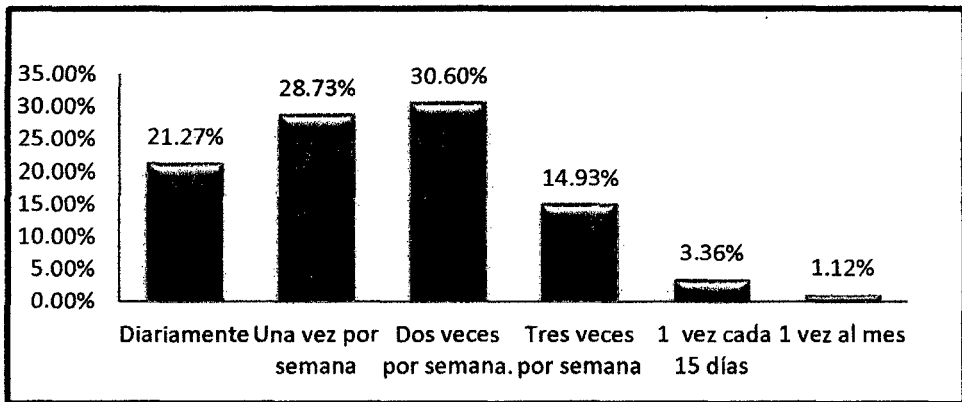


Figura 30: Frecuencia de consumo de crema de sachu inchi.

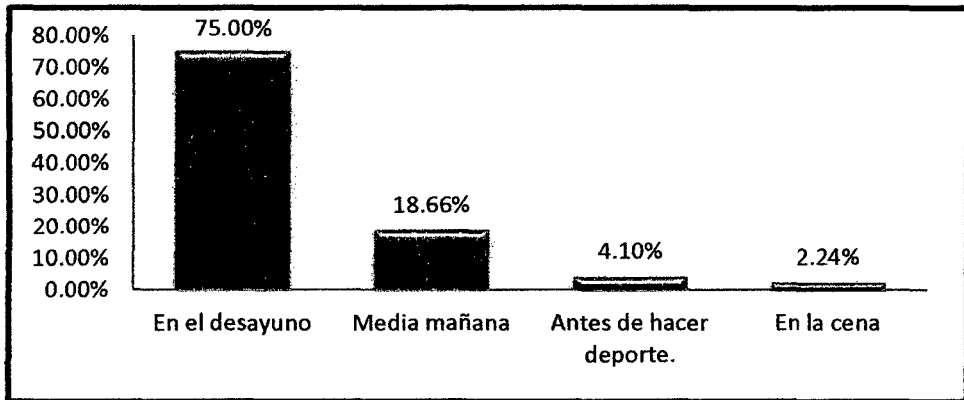


Figura 31: Horarios de consumir crema de sachu inchi.

En la fig. 32 se observa que el 51.49% estaría dispuesto a pagar por un pote de 100g entre 3.00 a 4.00 soles y el 45.52% podría pagar entre 4.00 y 6.00 soles. Se observa además que el 2.99% de los encuestados pagaría entre 6.00 a 8.00 soles.

En la siguiente figura se observa que los 3 principales lugares de venta deberían ser los supermercados (41.42%), tiendas de barrio (16.79%), y mercado de abastos (34.6%), como se muestra en fig. Se puede observar que existe poca preferencia por las panaderías (4.85%), sin embargo un 10.45% prefiere que se encuentre en todos los lugares mencionados (fig.33).

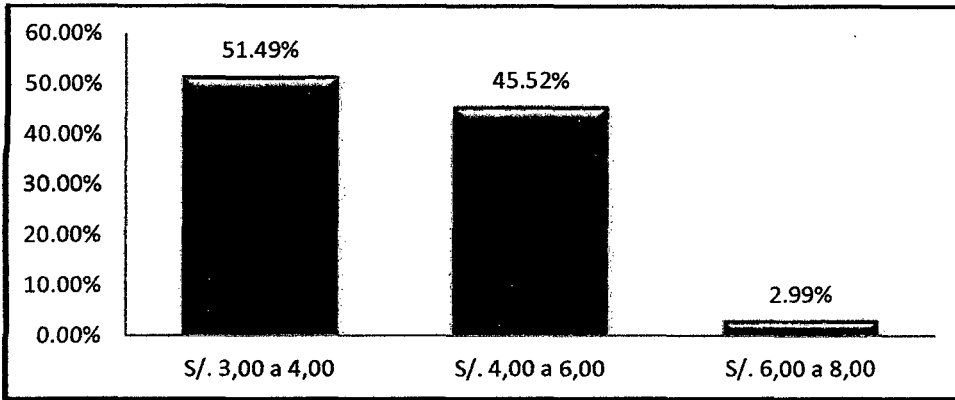


Figura 32: Precios a pagar por un pote de 100 gramos.

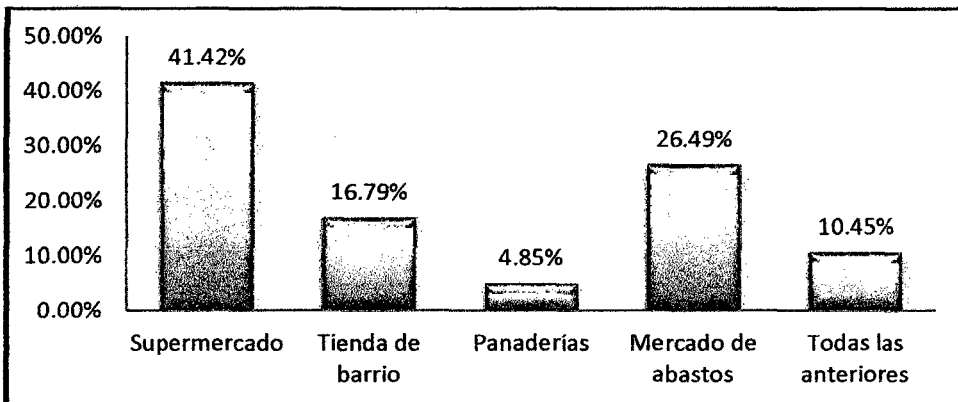


Figura 33: Preferencias en los lugares de compra del producto.

Se establecieron 7 rangos de edad y se obtuvo que el mayor número de encuestados fue entre 18 y 25 años (fig. 34). La cantidad entre hombres y mujeres a ser encuestados fue considerada por criterio como se observa en el Cuadro 21, que de manera general en la fig.35 se observa 44% de sexo masculino y 56% de sexo femenino. Asimismo los posibles consumidores del producto (hombres y mujeres) en un 28.73% tiene un ingreso entre 300-500 mensuales y el 29.85% presenta un ingreso entre 750-2500 (fig. 36).

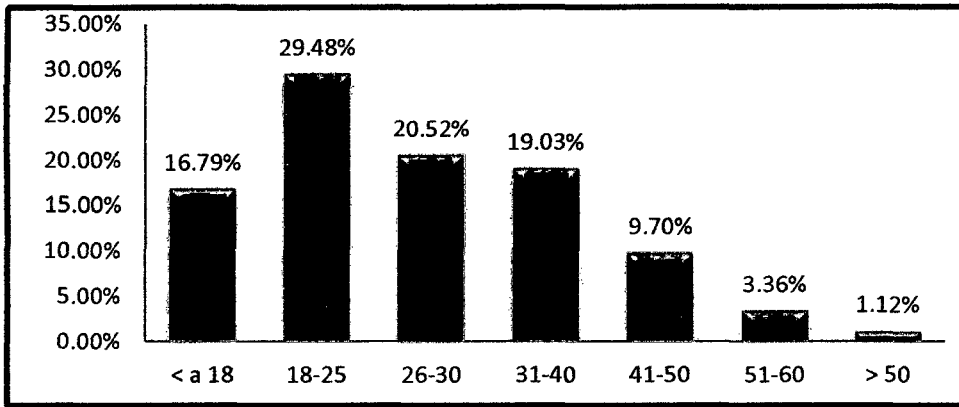


Figura 34: Edades de las personas encuestadas.

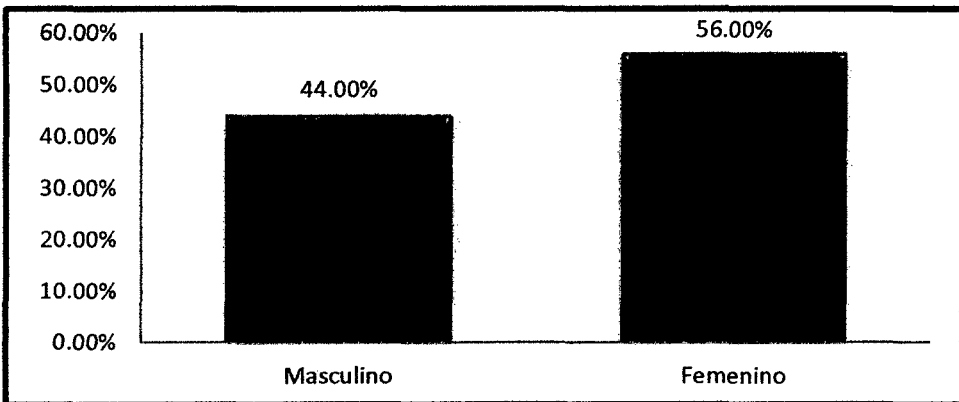


Figura 35: Sexo de las personas encuestadas.

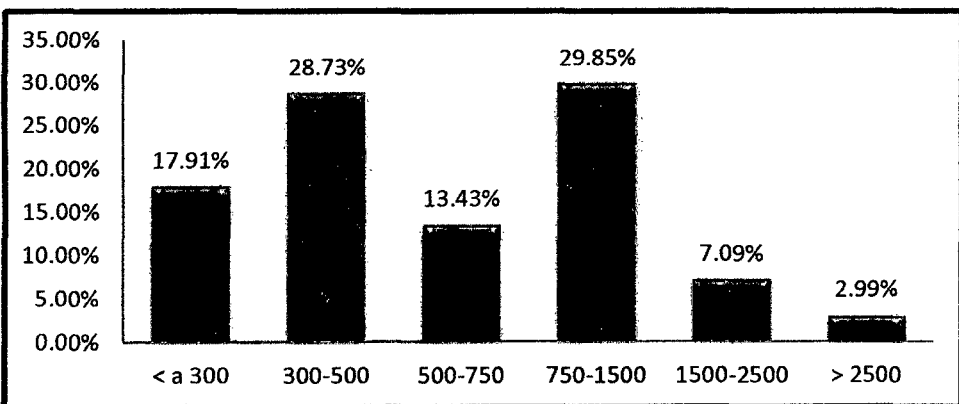


Figura 36: Ingreso personal de las personas encuestadas.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las almendras de sachá inchi tostadas por Microondas durante 8 minutos a 1200 W y tostado Convencional durante 20 minutos a 120°C, presentaron sabor (sin astringencia) y color con tonalidad de crema a oscura.
2. La formulación de crema F7 (1.5 % azúcar, 0.4 % sal, 5 % aceite y 2% de lecitina de soya) para el tostado por método Convencional y crema F8 (1% de azúcar, 0.4 de sal, 5 % de aceite y 2% de lecitina de soya) para el tostado por método Microondas, presentaron mejores características de textura (untabilidad y acetosidad) y color (instrumental) con luminosidad ($L=31.21$ y $L=22.15$) respectivamente para la crema por método Convencional y Microondas.
3. El valor nutricional de la crema de Sachá Inchi para consumo humano aporta proteína (31% tostado en Microondas y 26.5% tostado Convencional), además de omegas 3 y 6; por tanto un producto funcional y nutraceutico.
4. La prueba de aceptación, indica que la crema sachá inchi obtenida por tostado Microondas sobresale comparado con la crema de maní y la crema tostado por método convencional.
5. El estudio de mercado, demostró que el conocimiento de los beneficios del sachá inchi, está por debajo del 50%, lo que evidencia su bajo consumo como aceite u otro derivado (18.67%). Asimismo la crema de sachá inchi no forman parte de la dieta diaria de la mayoría de la población encuestada. Sin embargo es un mercado de gran potencial ya que el 89.33% estaría dispuesto a consumir el producto.

VI. RECOMENDACIONES

1. Promocionar el consumo de crema de sachá inchi por su aporte en proteína y ácidos grasos esenciales; recomendando tostar por método Microondas, ya que el alimento experimenta menor pérdida de nutrientes y presenta características sensoriales más agradables, además el uso de energía es menor que el método de tostado Convencional, lo que permitiría un ahorro de energía.
2. Determinar la influencia en el color, sabor y calidad fisicoquímica en otros métodos de tostado: ebullición (fritura) y por arrastre; asimismo realizar estudios en tratamiento por Microondas, usando equipos con diferentes potencias.
3. Realizar estudios de estabilidad aceite en la crema de sachá, usando emulsificantes y antioxidantes naturales.
4. Realizar estudios de vida en anaquel, elección de empaque y/o envase para su conservación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 947.05. (1989).** Association of Official Methods Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association Chemistry. 15ed.
- AOAC, 947.05. (1998).** Association of Official Methods Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association Chemistry. 15ed.
- Adriazén, N. Etal., (2011).** Efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico de las almendras trituradas de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) sobre el rendimiento y las características físico-químicas del aceite obtenido por prensado mecánico en frío". En: Agroindustrial Science. Universidad Nacional de Trujillo. [Consulta: 09-09-2014].
- Arévalo, G. (1995).** "El cultivo del sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) en la amazonía". MINAG. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Tarapoto – Perú.
- Álvarez, M. (2008).** Desarrollo de una pasta unttable a base de nueces de marañón (*Anacardium occidentale L.*) con antioxidantes BHA y TBHQ. Tesis (Titulación), Honduras. (En línea), Dirección URL:
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/140/1/T2540.pdf>
[Consulta: 11-11-2014].
- Arana, A.; Paredes, D. (2008).** Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite de Sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) extraído de semillas tostadas a diferentes condiciones. Tesis USIL, Lima- Perú. [Consulta: 11-11-2014].
- Aire y Taipe, (2011).** "Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)" Perú. [Consulta: 08-09-2014].
- Báez L., Borja A., (2013).** Elaboración de una barra energética a Base de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) Como fuente de Omega 3 y 6". Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. (En línea), Dirección URL:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2380/1/106819.pdf>. [Consulta: 16-05-2014].

- Benavides, J.; Morales, J. (1994).** Caracterización del Aceite y Proteína del Cultivo de Sacha Inchi o Maní del Monte (*Plukenetia Volubilis L.*) como alternativa para la alimentación humana y animal.
- Benito, M.(2011).** Estrategias de comercialización del aceite sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*). Tesis de titulación-UNMS.
- Betancourth, C. (2013).** Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) mediante extracción por solventes de su aceite. Tesis de maestría, Universidad de Manizales-Colombia.
- Bucheli, (2005).** "Desarrollo de una pasta untable a base de champiñones (*Agaricus bisporus*). Tesis de titulación de la Escuela Agrícola Panamericana. Honduras (Consulta: 10- 12-2014).
- Contreras, (2006).** Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas. Tesis doctoral, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- Cano, S. (2006).** Métodos de análisis microbiológicos, normas ISO, UNE. (En Línea), Dirección URL: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi148anmic.pdf> (Consulta, 02-04- 2014).
- C.I.E., (1971).** Colorimetry, (Official recommendations of the International Commission on Illumination) CIE Publicacion No. 15 (E-1.3.1).Tercera edición, Bureau Central de la CIE, Paris.
- Chun, J; Lee, J; Eitenmiller, R. (2005).** Vitamine E and stability during storage of raw and roasted peanuts packaged under air and vacuum. Journal of FoodScience.
- Chaquibol, N. et al. (2013).** Optimización del proceso de extracción de semilla de sachá inchi. Mejora del rendimiento, la calidad y la estabilidad de los aceites. Instituto de Investigación Científica- Universidad de Lima.
- Crespo, L. (2011).** "Determinación de la vida útil de la crema de maní", Tesis de investigación, Ecuador. (En Línea), Dirección URL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21108/6/TESIS%20Ing.%20Luis%20Crespo%20Reyes%20Final.doc> (Consulta, 12-10- 2014)

- CSIC, (2009).** Tratamiento de alimentos con microondas”, Instituto de Fermentaciones Industriales Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (En Línea), Dirección URL:
<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2006/04/05/23073.php>.(Consulta, 12-10- 2014)
- Della, P. (2010).** Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de maestría UTN-Buenos aires. (En línea), Dirección URL:
<http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2010-Rocca.pdf> (Consulta, 20-10- 2014).
- Gorriti, 2011.** “Proyecto Perú biodiverso: Actualización de la Monografía Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)”. [Consulta: 21-05-2014].
- González, I. (2010).** Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava L.*) colombiana. Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias Química. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
- Hartman y Lago, (1973).** Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids, Laboratory Practice.
- Hernández N., 2007.** Evaluación de tres tiempos de horneado de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) de la Cooperativa “La Sureñita”, Tesis de titulación. Choluteca, Honduras.
- Ellwanger, L. (2009).** Evaluación técnica de los procesos de deshidratación osmótica y convectiva durante una práctica vinculada en una planta deshidratadora de berries. Tesis de titulación, Universidad Austral de Chile.
- Hernández, E. (2005).** Evaluación sensorial. Modulo de estudio, Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Bogotá.
- Keme, T. et al. (1983).** “The storage of hazelnuts at room temperature under nitrogen (II)”. En: Review of chocolate confectionary & Bakery.
- Leaf, A. (2007).** Omega-3 fatty acids and prevention of arrhythmias. *CurrOpinLipidol*.

- Lovon C.; Echegaray P. (2006).** Elaboración de mantequilla de Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) y su caracterización. Tesis USIL-Lima.
- Manco, E. (2006).** "Cultivo de sachá inchi". En: Informe INIEA – SUDIRGEB.
- Millan, A. (2007).** Desarrollo de mantequilla de nuez (*Juglans regia L.*), variedad semilla california. Tesis (titulación)-Universidad de Chile. (En línea), Dirección URL: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/qf-millan_ac/pdfAmont/qf-millan_ac.pdf [Consulta: 16-05-2014]
- NTP, (2009).** Aceite de sachá inchi, requisitos. Lima. 1ra Edición, (En línea), Dirección URL: <http://www.slideshare.net/IngridFarman/ntp-aceite-de-sacha-inchi>. [Consulta: 19-05-2014].
- Obregón, A. (1996).** Obtención de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) en polvo secado por atomización. Tesis de Maestría, UNALM, Lima-Perú. [Consulta: 15-05-2014].
- Obregón, A. et al. (2013).** Contribución al estudio de elaboración de queso de sachá inchi. Artículo científico UNSM (No publicado).
- Palacios, M. 2008.** Sachá Inchi. Primera edición. Ediciones Naturamedicatrix. Lima – Perú.
- Perren, R. y Otros. (1996).** "Roasting technology of hazelnuts. II. Change in microstructure of hazelnuts during roasting". En: Zucker- und Süßwaren-Wirtschaft.
- Padrón, C. (2009).** Sistema de visión computarizada y herramientas de diseño gráfico para la obtención de imágenes de muestras de alimentos segmentadas y promediadas en coordenadas CIELab. Artículo científico, Universidad Simón Rodríguez.
- Pezo, M. (1991).** Obtención de almendras de nuez del Marañón (*Anacardium Occidentale L.*) y su conservación frito-salado. Tesis (titulación), UNSM-Perú.
- Reyes R. y Ulloa A. (2003).** Estandarización del proceso para la elaboración de una mantequilla de maní. Tesis –Universidad de la Sabana. (En línea), Dirección URL: <http://www.intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/108118/5107/1/129985.pdf> [Consulta: 17-04-2014].
- Rodríguez, R. (2011).** Secado convectivo de ajo (*allium sativum, l.*) con condiciones variables de operación. Tesis que para obtener el grado de DOCTOR EN CIENCIAS.

- Sánchez, M. (2013).** Influencia de la temperatura y el tiempo de secado-tostado sobre la calidad fisicoquímica de las semillas de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) Tesis de titulación Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Perú.
- Saklar, S., et al. (2003).** "Microstructural changes in hazelnuts during roasting". En: Food Research International.
- Sathe, S. et al. (2012).** Solubilization, Fractionation, and Electrophoretic Characterization of Inca Peanut (*Plukenetia volubilis L.*) Proteins
- Torres, W. et al (2009).** Aplicación del sachá inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) en la elaboración de mantequilla con alto contenido de omega 3 y evaluación de su aceptabilidad. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Vicerrectorado de Investigación y Asuntos Internacionales. Perú.
- Torres, M.; Paz, K. (2010).** Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Universidad Rafael Landívar,
- Yepez, (2007).** Estudio del efecto del tratamiento de tostación con microondas sobre el grano de maíz de endospermo harinoso, Tesis de titulación. Ecuador. [Consulta: 11-04-2014].
- Ureña, M.; D'Arrigo M. (1999).** Evaluación Sensorial de los alimentos, Aplicación Didáctica. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima- Perú.
- Valles, S. (2012).** Obtención de "leche" de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis Linneo*). Tesis de titulación UNSM-Tarapoto.
- Vela, L. (1995).** Ensayos para la extracción y Caracterización de Aceite de Sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) en el departamento de San Martín. Tesis UNSM, Tarapoto- Perú.
- X-Rite, (2002).** Guía para Entender la Comunicación del Color. Revista Científica-Michigan-USA.

VIII. ANEXO

ANEXO 1: Formato de encuesta

ENCUESTA PARA IDENTIFICAR LA ACEPTABILIDAD DE LA CREMA DE SACHA INCHI

1. - ¿Conoce usted los beneficios en la salud del consumo de sachá inchi?

Sí No

2.- ¿Consumes usted sachá inchi como aceite u otro derivado?

Sí No

3.- Si respondió "SI", ¿Ha consumido crema de Sachá inchi (Mantequilla de sachá inchi)?

Sí No

4.- Después de degustar el producto, ¿Estaría dispuesto a consumir este tipo de producto?

Sí No

5.-Si respondió "NO" ¿Por qué razón no consumiría crema de sachá inchi?

- a) No me gusta
- b) No me llama la atención
- c) Falta de costumbre e información

Finalice la encuesta respondiendo las preguntas 6 y 12

6.- Si respondió no me gusta, ¿Cuál sería la razón?

.....

7.- ¿Con qué frecuencia estaría dispuesto usted a consumir este producto?

- a) Diariamente
- b) Una vez por semana
- c) Dos veces por semana
- d) Tres veces por semana
- e) 1 vez cada 15 días
- f) 1 vez al mes

8.- ¿Cuándo consumiría Crema de sachá inchi?

- a) En el desayuno
- b) Media mañana
- c) Antes de hacer deporte
- d) En la cena

9.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pote de 100 g?

- a) 3.00 a 4.00 soles
- b) 4.00 a 6.00 soles
- c) 6.00 a 8.00 soles

10.- ¿Dónde le gustaría encontrar este producto?

- a) Supermercados
- b) Tienda barrio
- c) Panaderías
- d) Otro:.....

11.- ¿A qué grupo de edad pertenece?

- a) Menor a 18 años
- b) 18-25
- c) 26-30
- d) 31-40
- e) 41-50
- f) 51-60
- g) Mayor de 60

12.- ¿Cuál es su sexo?

Femenino

Masculino

13.- ¿Su ingreso personal está entre:

- a) Menor a 300
- b) 300-500
- c) 500-750
- d) 750-1500
- e) 1500-2500
- f) Mayor a 2500

ANEXO 2: Análisis de Varianza de las características fisicoquímicos de las almendras tostadas de sachu inchi.

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	1.04	1	1.04	38.41	<0.0001
Tiempo	8.01	2	4.01	147.78	<0.0001
Método*Tiempo	0.30	2	0.15	5.58	0.0193
Error	0.33	12	0.03		
Total	9.68	17			
% de humedad					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	0.24	1	0.24	475.12	<0.0001
Tiempo	0.03	2	0.02	32.78	<0.0001
Método*Tiempo	0.01	2	2.5	5.03	0.0259
Error	0.01	12	5.0		
Total	0.28	17			
Índice de Acidez					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	2.90	1	2.90	87.33	<0.0001
Tiempo	7.82	2	3.91	117.86	<0.0001
Método*Tiempo	0.08	2	0.04	1.25	0.3200
Error	0.40	12	0.03		
Total	11.19	17			
Índice de peróxido					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	439.86	1	439.86	132.36	<0.0001
Tiempo	584.28	2	292.14	89.23	<0.0001
Método*Tiempo	0.55	2	0.28	0.08	0.9198
Error	39.29	12	3.27		
Total	1063.97	17			
Índice de yodo					

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	11.39	1	11.39	3.26	<0.0001
Tiempo	510.11	2	255.06	72.97	<0.0001
Método*Tiempo	212.07	2	106.03	30.34	<0.0001
Error	41.94	12	3.50		
Total	775.52	17			
Luminosidad exterior					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	1056.93	1	1056.93	272.76	<0.0001
Tiempo	380.48	2	190.24	49.10	<0.0001
Método*Tiempo	71.03	2	35.52	9.17	0.0038
Error	46.50	12	3.87		
Total	1554.94	17			
Luminosidad interior					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	0.38	1	0.38	0.72	0.4118
Tiempo	4.81	2	2.41	4.63	0.0323
Método*Tiempo	10.54	2	5.27	10.14	0.0026
Error	6.23	12	0.52		
Total	21.96	17			
C*_{ab} Exterior					
FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Método	37.27	1	37.27	13.57	0.0031
Tiempo	423.45	2	211.72	77.07	<0.0001
Método*Tiempo	87.07	2	43.54	15.85	0.0004
Error	32.97	12	2.75		
Total	580.76	17			
C*_{ab} Interior					

ANEXO 3: Análisis de Varianza de la evaluación sensorial de las almendras tostadas por método Convencional y Microondas.

Microondas

F.V	Sc	GL	CM	F	P-valor
Color					
Jueces	0.49	9	0.05	0.80	0.6238
Tiempo	52.62	2	26.31	381.50	<0.0001
Error	1.24	18	0.07		
Total	54.35	29			
Sabor					
Jueces	1.24	9	0.14	0.77	0.6476
Tiempo	71.07	2	35.54	197.75	0.001
Error	3.23	18	0.18		
Total	75.55	29			

Convencional

F.V	Sc	GL	CM	F	P-valor
Color					
Jueces	0.71	9	0.08	1.77	0.1439
Tiempo	75.75		37.87	847.23	0.0001
Error	0.80	18	0.04		
Total	77.27	29			
Sabor					
Jueces	4.38	9	0.49	2.28	0.0656
Tiempo	79.88	2	39.94	186.81	<0.0001
Error	3.85	18	0.21		
Total	88.11	29			

ANEXO 4: Promedios para determinar el perfil de sabor, color y olor de las almendras tostadas de sachá inchi.

MÉTODO		CONVENCIONAL			MICROONDAS		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
TIEMPO							
ATRIBUTOS							
COLOR	Blanco	3.9	2.2	1.0	2.2	1.0	1.0
	Crema	1.0	2.4	3.7	1.9	3.7	2.8
	Marrón	1.0	1.1	2.0	1.0	1.0	3.3
OLOR	Almendras	2.0	3.0	3.8	2.4	2.9	4.0
	Pescado	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.1
	Humo	1.0	1.4	1.8	1.0	1.0	1.0
SABOR	Astringente	3.0	2.8	1.6	2.4	1.8	1.0
	Almendras	2.1	2.8	3.7	2.1	2.8	3.9
	Pescado	1.0	1.1	1.4	1.0	1.0	1.1

Anexo 5: ANVA de las características fisicoquímicas y análisis instrumental del color en las formulaciones para la elaboración de crema de sachá inchi para consumo humano.

Convencional

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Índice de acidez					
% azúcar (A)	0.1	2	4.1	4.28	0.0302
% aceite (B)	0.10	2	0.05	52.28	<0.0001
A x B	0.10	4	3.1	3.24	0.0361
Error	0.02	18	9.7		
Total	0.32	26			
% de humedad					
% azúcar (A)	2.60	2	1.3	0.10	0.9020
% aceite (B)	0.01	2	0.01	4.08	0.0345
A x B	0.01	4	3.5	2.74	0.0610
Error	0.02	18	1.3		
Total	2.64	26			
Luminosidad (L*)					
% azúcar (A)	10.30	2	5.15	19.58	0.0001
% aceite (B)	6.65	2	3.33	12.64	0.0004
A x B	10.07	4	2.52	9.57	0.0002
Error	4.73	18	0.26		
Total	31.75	26			
h*_{ab}					
% azúcar (A)	7.65	2	3.83	4.24	0.0310
% aceite (B)	251.26	2	125.83	139.40	0.0001
A x B	8.31	4	2.08	2.30	0.0982
Error	16.25	18	0.90		
Total	283.33	26			
C*_{ab}					
% azúcar (A)	5.21	2	2.60	10.60	0.0009
% aceite (B)	8.69	2	4.35	17.70	0.0001
A x B	1.07	4	0.27	1.09	0.3925
Error	4.42	18	0.25		
Total	19.39	26			

Microondas

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Índice de acidez					
% azúcar (A)	4.4	2	2.2	1.58	0.2327
% aceite (B)	0.03	2	0.02	11.4	0.0006
A x B	0.01	4	1.3	1.27	0.4545
Error	0.02	18	1.4		
Total	4.46	26			
% de humedad					
% azúcar (A)	2.7	2	1.3	1.19	0.320
% aceite (B)	0.05	2	0.03	22.78	0.001
A x B	0.01	4	1.8	1.58	0.222
Error	0.02	18	1.1		
Total	23.78	26			
Luminosidad (L*)					
% azúcar (A)	1.18	2	0.59	1.52	0.2425
% aceite (B)	13.04	2	6.52	16.88	0.0001
A x B	3.92	4	0.98	2.54	0.0759
Error	6.95	18	0.39		
Total		26			
h*_{ab}					
% azúcar (A)	0.17	2	0.09	0.09	0.9137
% aceite (B)	444.83	2	222.42	236.41	0.0001
A x B	8.80	4	2.20	0.94	0.0993
Error	16.93	18	0.94		
Total	470.74	26			
C*_{ab}					
% azúcar (A)	2.25	2	1.13	1.73	0.2049
% aceite (B)	8.41	2	4.21	6.47	0.0076
A x B	9.85	4	2.46	3.79	0.0209
Error	11.70	18	0.65		
Total	32.21	26			

ANEXO 6: Prueba de Friedman de la evaluación sensorial de las cremas formuladas.

Método Convencional

Prueba de Friedman

FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FC9	T ²	p
3,70	4,45	6,30	3,40	5,50	5,00	3,55	5,80	7,30	2,88	0,0078

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 22,393

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
FC4	34,00	3,40	10 A
FC7	35,50	3,55	10 A B
FC1	37,00	3,70	10 A B C
FC2	44,50	4,45	10 A B C D
FC6	50,00	5,00	10 A B C D E
FC5	55,00	5,50	10 A B C D E F
FC8	58,00	5,80	10 C D E F
FC3	63,00	6,30	10 D E F
FC9	73,00	7,30	10 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Método Microondas

Prueba de Friedman

FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6	FM7	FM8	FM9	T ²	p
3,20	4,30	6,50	6,20	4,60	4,60	5,00	4,30	6,30	1,78	0,0946

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 23,512

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
FM1	32,00	3,20	10 A
FM8	43,00	4,30	10 A B
FM2	43,00	4,30	10 A B
FM6	46,00	4,60	10 A B
FM5	46,00	4,60	10 A B
FM7	50,00	5,00	10 A B
FM4	62,00	6,20	10 B
FM9	63,00	6,30	10 B
FM3	65,00	6,50	10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

ANEXO 7: Promedios para determinar el perfil de sabor y textura de cremas de sachá inchi para consumo humano formuladas.

CREMA OBTENIDA POR TOSTADO MICROONDAS										
FORMULACION		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
ATRIBUTO										
Sabor	Dulzor	2.6	1.6	1.8	2.8	2.0	1.8	3.8	2.4	2.2
Textura	Aceitosidad	2.4	3.2	2.2	4.0	3.0	3.6	3.2	3.4	3.8
	Untabilidad	1.4	1.8	2.0	3.8	3.0	2.4	4.0	3.0	4.0
Color	Color	3.0	1.8	2.0	3.0	3.0	3.4	4.2	3.0	2.6

CREMA OBTENIDA POR TOSTADO CONVENCIONAL										
FORMULACIÓN		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Atributo										
Sabor	Dulzor	3.0	2.0	2.	3.0	1.8	1.2	3.2	1.4	1.8
Textura	Aceitosidad	1.4	2.2	1.0	3.4	3.2	2.4	4.0	3.8	3.6
	Untabilidad	1.2	1.2	2.0	3.0	2.4	3.2	4.0	4.4	4.0
Color	Color	2.0	1.8	1.0	2.0	1.6	2.2	2.0	2.0	2.6

ANEXO 8: Análisis de Varianza de la Prueba de aceptación de crema de maní y sachá inchi.

F.V	SC	GL	CM	F	P-valor
Jueces	16.58	14	1.18	1.72	0.0717
Tratamiento	0.58	2	0.29	1.90	0.6333
Error	17.42	28	0.62	0.46	
Total	34.58	44			

ANEXO 9: Resultados análisis proximal de almendras de sachá inchi



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y
ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS PROXIMAL

Nº Solicitud: AA006-14
 SOLICITANTE: Erica Guerra Plisco
 PROCEDENCIA: Lamas-Lamas-San Martín
 ALIMENTO: Sachá Inchi

FECHA DE MUESTREO : 02/07/201
 FECHA DE RECEP. LAB : 03/07/201
 FECHA DE REPORTE : 21/07/201

Número de Muestra		Humedad	Acet. & gras	Fibra	Cenizas	Proteína	Acidez	Carbohidratos	Energía
Laboratorio	Usuario	%	%	%	%	%	%	%	Kcal/100g
14	07 0039 001	5.60	46.90	5.10	2.10	24.69	0.00	15.61	583.3

MÉTODOS:

HUMEDAD : Gravimetría
 ACEITES & GRASAS : Extracción según Soxhlet (Hexano)
 FIBRA : Digestión ácido-básico, gravimetría
 CENIZA : Calcificación, gravimetría
 PROTEÍNA : Kjeldhal
 ACIDEZ : Volumetría
 CARBOHIDRATOS : Cálculo
 ENERGÍA METABÓLICA : Cálculo

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 Tarapoto - PERÚ
 Dr. Enrique Arévalo Gardini
 Coordinador General

ANEXO 10: Resultados análisis proximal de cremas de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional y Microondas



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y
ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nº Solicitud: AA020-14
 SOLICITANTE: UNSM (att. Ericka Guerra)
 PROCEDENCIA: Tarapoto-San Martín-San Martín
 ALIMENTO: crema de sachá inchi

FECHA DE MUESTREO : 05/09/2014
 FECHA DE RECEP. LAB : 05/09/2014
 FECHA DE REPORTE : 13/09/2014

Número de Muestra		Humedad	Acet. & gras	Fibra	Cenizas	Proteína	Carbohidratos	Energía
Laboratorio	Usuario	%	%	%	%	%	%	Kcal/100g
14	09 057 001	1.00	53.50	0.50	2.50	26.50	17.00	655.5
14	09 058 002	1.50	50.00	0.50	2.00	31.00	16.50	640.0

MÉTODOS:

HUMEDAD : Gravimetría
 ACEITES & GRASAS : Extracción según Soxhlet (Hexano)
 FIBRA : Digestión ácido-básico, gravimetría
 CENIZA : Calcificación, gravimetría
 PROTEÍNA : Kjeldhal
 ACIDEZ : Volumetría
 CARBOHIDRATOS : Cálculo
 ENERGÍA METABÓLICA : Cálculo

La Banda de Shilcayo, 13 de Setiembre del 2014

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 Tarapoto - PERÚ
 Dr. Enrique Arévalo Gardini
 Coordinador General

ANEXO 11: Resultados del análisis de ácidos grasos de cremas de sachá inchi obtenidas de almendras tostadas en método Convencional y Microondas.

11.1 Tostado Microondas

INFORME DE ENSAYO N° 2531-14

Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN.

Dirección: Jr. Maynas N° 177.

Tel.: 965065770

Solicitud de Servicio N°: 898-14

Fecha de Recepción de la Muestra: 16.10.14

Producto: Crema de Sachá Inchi Tostado con Microondas. Cantidad: 300g. Aprox.

Condiciones de Recepción: A temperatura ambiente En bolsa de polietileno transparente cerrada.

Fecha de Ejecución del Ensayo: 29.10.14

ENSAYO	METODO DE ENSAYO	RESULTADOS
Cromatografía de Ácidos grasos	LABS-ITP-FQ-002-98, Rev. 4: 2003*	En anexo 1

RESUMEN:

ACIDOS GRASOS	%	g/100g	mg/g
Saturados	7,21	3,80	38,00
Monoinsaturados	10,39	5,47	54,70
Poliinsaturados	82,27	43,26	432,60
TOTAL	99,87	52,53	525,30

Anexo 1

Ácidos grasos	C:n	%	g/100g muestra	mg/g muestra
Butírico	04:0	nd	nd	nd
Caproico	06:0	nd	nd	nd
Caprílico	08:0	nd	nd	nd
Capríco	10:0	nd	nd	nd
Undecanoico	11:0	nd	nd	nd
Láurico	12:0	nd	nd	nd
Tridecanoico	13:0	nd	nd	nd
Mirístico	14:0	nd	nd	nd
Miristoleico	14:1	nd	nd	nd
Pentadecanoico	15:0	nd	nd	nd
Cis-10-Pentadecanoico	15:1	nd	nd	nd
Palmitico	16:0	4,46	2,35	23,50
Palmitoleico	16:1	nd	nd	nd
Heptadecanoico	17:0	nd	nd	nd
Cis-10-Heptadecanoico	17:1	nd	nd	nd
Estéarico	18:0	2,75	1,45	14,50
Oleico	18:1ω-9	9,56	5,03	50,30
Vaccénico	18:1ω-7	0,62	0,33	3,30
Linoleico	18:2ω-6	38,45	20,22	202,20
γ-Linolénico	18:3ω-6	nd	nd	nd
α-Linolénico	18:3ω-3	43,82	23,04	230,40
Estearidónico	18:4ω-3	nd	nd	nd
Araquídico	20:0	nd	nd	nd
Eicosanoico	20:1ω-9	0,21	0,11	1,10
Eicosadienoico	20:2	nd	nd	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-6	nd	nd	nd
Encicosanoico	21:0	nd	nd	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-3	nd	nd	nd
Araquidónico	20:4ω-6	nd	nd	nd
Eicosapentanoico	20:5ω-3	nd	nd	nd
Behénico	22:0	nd	nd	nd
Cetoleico	22:1ω-11	nd	nd	nd
Erúcico	22:1ω-9	nd	nd	nd
Docosadienoico	22:2	nd	nd	nd
Tricosanoico	23:0	nd	nd	nd
Lignocérico	24:0	nd	nd	nd
Clupadónico	22:5ω-3	nd	nd	nd
Docosahexanoico	22:6 ω-3	nd	nd	nd
Nervónico	24:1ω-9	nd	nd	nd

nd : no detectable

Queda prohibida la reproducción parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP

11.2. Tostado Convencional

INFORME DE ENSAYO N° 2530-14

Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN.

Dirección: Jr. Maynas N° 177.

Tel.: 965065770

Solicitud de Servicio N°: 897-14

Fecha de Recepción de la Muestra: 16.10.14

Producto: Crema de Sacha Inchi Tostado Convencional. Cantidad: 300g Aprox.

Condiciones de Recepción: A temperatura ambiente En bolsa de polietileno transparente cerrada.

Fecha de Ejecución del Ensayo: 29.10.14

ENSAYO	METODO DE ENSAYO	RESULTADOS
Cromatografía de Ácidos grasos	LABS-ITP-FQ-002-98, Rev. 4, 2003*	En anexo I

RESUMEN:

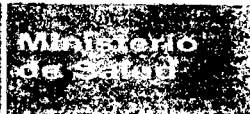
ACIDOS GRASOS	%	g/100g	mg/g
Saturados	7,47	3,83	38,30
Monoinsaturados	10,50	5,39	53,90
Poliinsaturados	82,04	42,12	421,20
TOTAL	100,01	51,34	513,40

Anexo I

Ácidos grasos	Cn:m	%	g/100g muestra	mg/g muestra
Butírico	04:0	nd	nd	nd
Caproico	06:0	nd	nd	nd
Caprílico	08:0	nd	nd	nd
Cáprico	10:0	nd	nd	nd
Undecanoico	11:0	nd	nd	nd
Láurico	12:0	nd	nd	nd
Tridecanoico	13:0	nd	nd	nd
Mirístico	14:0	nd	nd	nd
Miristoleico	14:1	nd	nd	nd
Pentadecanoico	15:0	nd	nd	nd
Cis-10-Pentadecenoico	15:1	nd	nd	nd
Palmitico	16:0	4,47	2,29	22,90
Palmitoleico	16:1	nd	nd	nd
Heptadecanoico	17:0	nd	nd	nd
Cis-10-Heptadecenoico	17:1	nd	nd	nd
Estearico	18:0	3,00	1,54	15,40
Oleico	18:1ω-9	9,67	4,96	49,60
Vaccenico	18:1ω-7	0,62	0,32	3,20
Linoleico	18:2ω-6	38,28	19,65	196,50
γ-Linolénico	18:3ω-6	nd	nd	nd
α-Linolénico	18:3ω-3	43,76	22,47	224,70
Estearidónico	18:4ω-3	nd	nd	nd
Araquídico	20:0	nd	nd	nd
Eicosanoico	20:1ω-9	0,21	0,11	1,10
Eicosadienoico	20:2	nd	nd	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-6	nd	nd	nd
Eneicosanoico	21:0	nd	nd	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-3	nd	nd	nd
Araquidónico	20:4ω-6	nd	nd	nd
Eicosapentaenoico	20:5ω-3	nd	nd	nd
Behénico	22:0	nd	nd	nd
Cetoleico	22:1ω-11	nd	nd	nd
Erucico	22:1ω-9	nd	nd	nd
Docosadienoico	22:2	nd	nd	nd
Tricosanoico	23:0	nd	nd	nd
Lignocérico	24:0	nd	nd	nd
Clupadónico	22:5ω-3	nd	nd	nd
Docosahexaenoico	22:6 ω-3	nd	nd	nd
Nervónico	24:1ω-9	nd	nd	nd

nd : no detectable

12.2 Tostado Microondas



"Año de la inversión para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria"

INFORME DE ENSAYO N° 247 - P/ 2014

SOLICITANTE: ERICKA VANESSA GUERRA PISCO					
Dirección: Jr. Oxapampa N° 256 - Morales					
DATOS DE LA MUESTRA (proporcionados por el solicitante)					CONTROL EN EL LABORATORIO ANALITICO
Grupo alimenticio	Mantequilla de sachá Inchi con tostado NO CONVENCIONAL				Fecha recepción: 05.09.2014
Muestreador	Interesado				Fecha inicio del Ensayo 06.09.2014
Lugar de muestreo	Molino de discos				
Fecha y hora inicio de muestreo	05.09.2014/ 10:30 am				
R E S U L T A D O					
ENSAYO					
COD. LAB	MUESTRA	Numeración E. Coli (UFC/g-mL)	Numeración Staphylococcus Aureus (UFC/g-mL)	Salmonella sp En 25 g-mL	Numeración De Mohos (UFC/g)
441	Mantequilla de Sacha Inchi	< 0.3	<100	Ausencia/25 g	<10
MÉTODOS		ISO-7251-2005	ISO-6888-1:1999 /Adm.1.2003	ISO-6570-2002- /Cor 1: 2004	ISO 7954:1987.
Nota. <0.3, <10,<100, Es el límite inferior de detección del método					

Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a ensayo en cada caso. Muestras agotadas en los ensayos

OBSERVACION: La muestra analizada se encuentra dentro del límite bacteriológico permisible de la referencia. NTS N° 071-MINSA/DIGESA / RM. N° 591-2008/ MINSA.

Morales, 11 de Setiembre del 2014

LAB. REF. REG.

san Martín
 RECEPCION REGIONAL DE SALUD
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

 MSc. Robinson Augusto Samir
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.R.M.

ANEXO 13: Norma Técnica y Peruana del aceite de sachu inchi

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 151.400

Requisitos de calidad

Requisitos	Mínimo	Máximo
Materia insaponificable, en %	--	0.36
Acidez libre expresada como ácido oleico, en %:		
Aceite extra virgen	--	1.0
Aceite virgen	--	2.0
Índice de peróxido, miliequivalentes de oxígeno/kg de aceite	--	10.0
Tocoferoles mg/kg (gamma y delta tocoferol)	1900	--
Humedad y materias volátiles, %	--	0.14
Impurezas insolubles, %	--	0.02

DISPOSICIONES SOBRE LA PRESENTACIÓN

Homogeneidad

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente de aceite de Sachu Inchi del mismo origen y calidad.

La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

ENVASADO

El aceite de sachu inchi deberá envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido de la luz, el calor y el oxígeno, y se garantice la hermeticidad del envase. El material utilizado deberá ser suficientemente inerte a la acción del producto. Así también, deberá considerarse los códigos de buenas prácticas en materia de higiene y demás códigos de prácticas.

1.- MOHOS Y LEVADURAS

Métodos normalizados

ISO 7954: Directiva general para el recuento de levaduras y mohos. Técnica de enumeración de las colonias a 25° C

Este método se basa en la siembra en profundidad en un medio de cultivo selectivo determinado, en dos placas de Petri, con una cantidad determinada de muestra si el producto a examinar es líquido, o con una cantidad determinada de suspensión madre en el caso de otros productos. En las mismas condiciones, siembra de las diluciones decimales obtenidas de la muestra o de la suspensión madre. Incubación de las placas en aerobiosis a 25° C, durante 3, 4 ó 5 días. Cálculo del número de levaduras y mohos por mililitro o por gramo de muestra a partir del número de colonias obtenidas en las placas escogidas a los niveles de dilución que dan un resultado significativo.

2.- ESCHERICHIA COLI

ISO 7251: Directiva general para el recuento de *Escherichia coli* presuntivos. Técnica del NMP

Esta directiva se basa en la siembra de tres tubos de enriquecimiento selectivo de doble concentración con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos. A continuación se siembran tres tubos de enriquecimiento selectivo de concentración simple con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos. Después y en las mismas condiciones se siembran tres tubos de enriquecimiento selectivo de concentración simple con la primera dilución decimal obtenida de la muestra problema o de la suspensión madre. Los tubos se incuban a 35 – 37° C según acuerdo durante 24 – 48 horas, y se realiza el examen en

busca de tubos con gas. A partir de cada tubo que muestra desprendimiento de gas se inocula un tubo con medio selectivo líquido EC. La reacción es positiva cuando se produce desprendimiento de gas recogido en la campana de Durham, como consecuencia de la fermentación de la lactosa en presencia de sales biliares a 45°C. Se hacen las lecturas a las 24 y 48 horas. A partir del número de tubos positivos en medio selectivo EC se siembra una nueva serie de tubos con agua de triptona. Incubación a 45°C, 24-48 horas y se examina la producción de indol. A partir de los tubos positivos a la producción de gas en medio selectivo y a la producción de indol en agua de triptona, se calcula el número más probable de *E. coli* por mililitro o gramo de muestra de ensayo.

3.- STAPHYLOCOCCUS AUREUS

ISO 6888: Directiva general para el recuento de *Staphylococcus aureus*.
Método mediante enumeración de colonias

Este método se basa en la siembra en superficie en un medio de cultivo sólido, preparando dos series de placas, con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos. En las mismas condiciones, siembra de diluciones decimales obtenidas de la muestra o de la suspensión madre. Incubación de las placas a 35° C durante 24 – 48 horas. Cálculo del número de *Staphylococcus aureus* por mililitro o por gramo de muestra a partir del número de colonias características obtenidas en las placas escogidas a los niveles de dilución que dan un resultado significativo, y confirmadas mediante la prueba de la coagulasa.

4.- SALMONELLA

ISO 6579: Directiva general concerniente a los métodos de investigación de Salmonella.

Este método se basa en las investigaciones de Salmonella en cuatro etapas sucesivas:

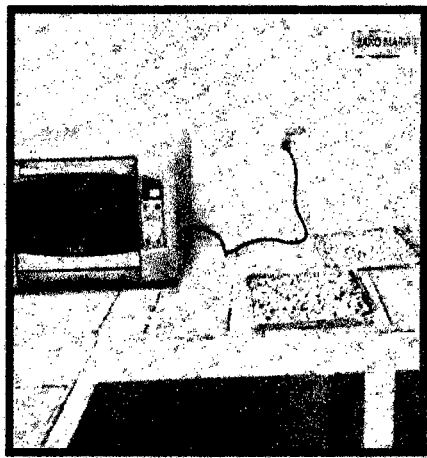
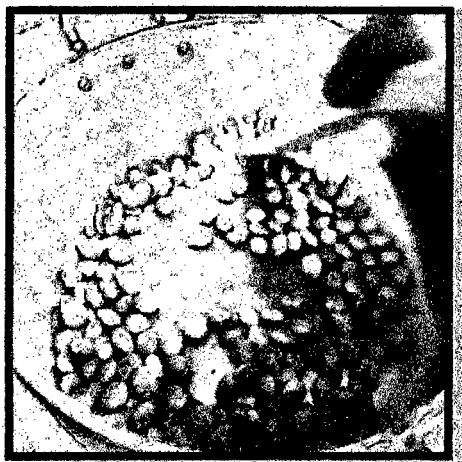
- Preenriquecimiento en medio no selectivo: Siembra de la muestra en agua de peptona tamponada e incubación a 37° C (35° C) durante 16 – 20 horas
- Enriquecimiento en medios selectivos líquidos: Con el cultivo del preenriquecimiento siembre en verde malaquita con cloruro de magnesio e incubación a 42° C 24 horas, y en caldo selenito cistina e incubación a 37°C 24 horas y 24 horas suplementarias.
- Aislamiento e identificación: A partir de los cultivos anteriores se siembran dos medios sólidos, agar rojo fenol verde brillante y otro medio selectivo a elección. Ambos se incuban a 37°C 24 horas y si es necesario 48 horas.
- Confirmación: Resiembra de las presuntas colonias de Salmonella y confirmación en los medios de ensayos bioquímicos y serológicos apropiados.

ANEXO 15: Formulación de crema de sachá inchi

Los porcentajes de los insumos y de la masa de sachá inchi (almendras tostadas y molidas) en base al 100% para cada formulación, se observa en el siguiente cuadro:

Formulación	Masa de sachá inchi %	Aceite de sachá inchi %	Panela %	Sal %	Lecitina de soya %	Total %
F1	96.1	0	1.5	0.4	2.0	100
F2	96.6	0	1.0	0.4	2.0	100
F3	97.1	0	0.5	0.4	2.0	100
F4	93.1	3	1.5	0.4	2.0	100
F5	93.6	3	1.0	0.4	2.0	100
F6	94.1	3	0.5	0.4	2.0	100
F7	91.1	5	1.5	0.4	2.0	100
F8	91.6	5	1.0	0.4	2.0	100
F9	92.1	5	0.5	0.4	2.0	100

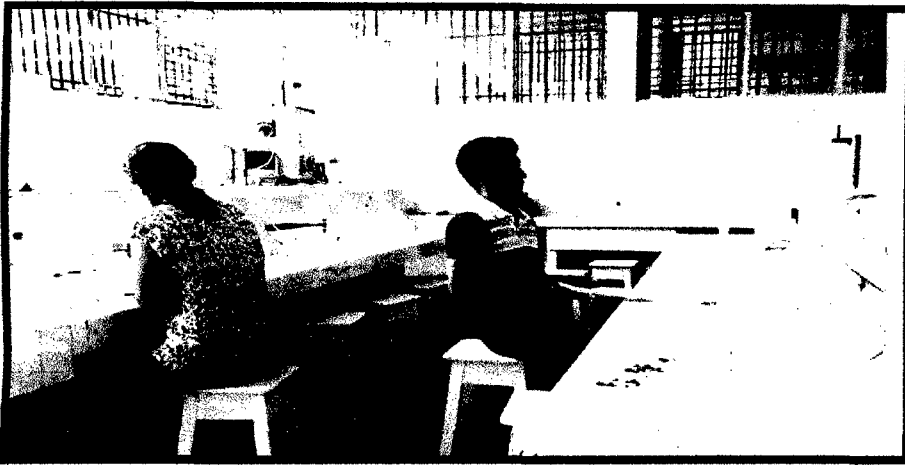
ANEXO 16: Elaboración de crema de sachá inchi.



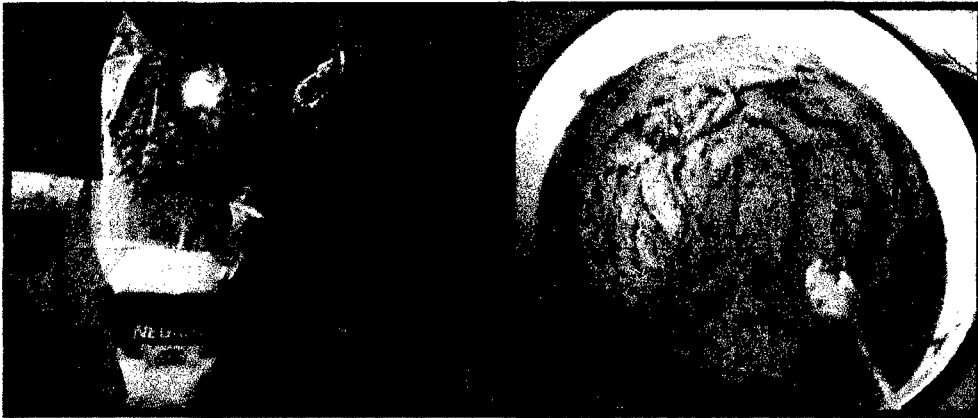
A la izquierda tostado convencional, a la derecha tostado en microondas.



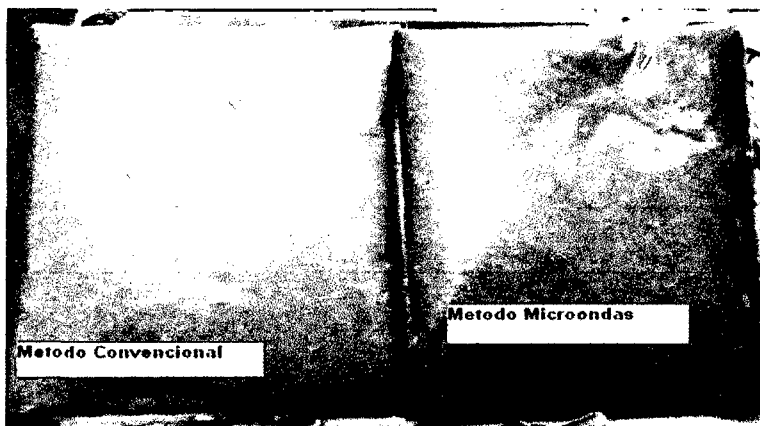
Proceso de selección de almendras de sachá inchi.



Análisis Sensorial de almendras tostadas en método convencional y microondas.



Izquierda: Insumos para formulación de las cremas. Derecha: Crema de sachá inchi



Izquierda: Crema de almendras de sachá inchi tostadas en Microondas; Derecha: Crema de almendras de sachá inchi tostadas en método Convencional.



Especialistas degustando la crema de sacha inchi de consumo humano. Izquierda: Ing. Richerd Garay. Derecha: Ing. Dr. Abner Obregón (Asesor de la tesis).



Análisis sensorial de las formulaciones de cremas de sacha inchi de consumo humano.

