

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE
TOSTADO EN LA DEGRADACIÓN DE ÁCIDOS
GRASOS POLIINSATURADOS DE LA SEMILLA DE
SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)**

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

CLEOFÉ SORIA SERRANO

**Abancay, Setiembre del 2017
PERU**

**EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE
TOSTADO EN LA DEGRADACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS
POLIINSATURADOS DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI**
(Plukenetia volubilis l.)

APROBACIÓN DEL ASESOR

Abancay, 15 de Setiembre del 2017

Sr.: Ph.D Lucy Marisol Guanuchi Orellana
Decano de la Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
Abancay.,

De mis consideraciones:

Siendo el Asesor del Proyecto de Investigación, Modalidad: Tesis, que lleva por título: "Evaluación de temperatura y tiempo de tostado en la degradación de ácidos grasos poliinsaturados de la semilla de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*)", ejecutado por la Bachiller Cleofé Soria Serrano; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de investigación de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial; y la señorita egresada posee los méritos académicos suficientes y calificado con excelencia por el jurado examinador durante la sustentación.

Sin otro particular me suscribo.,

Atentamente,



Ing. Abel E. Múica Paredes
ASESOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del Proyecto de Investigación, que lleva por título: "Evaluación de temperatura y tiempo de tostado en la degradación de ácidos grasos poliinsaturados de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*)", corresponde exclusivamente a Srta. Cleofé Soria Serrano y como patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac según lo establecido por la ley vigente.



Bach. Cleofé Soria Serrano
AUTOR

APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE TOSTADO EN LA DEGRADACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)

Tesis sustentada y aprobada el 15 de Setiembre del 2017; siendo el Jurado Calificador integrado por:

PRESIDENTE:
Dra. Dagnith Liz Bejarano Lujan

PRIMER MIEMBRO:
Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres

SEGUNDO MIEMBRO:
Blgo. Trifón Gros Huayhua

TESISTA:
Bach. Cleofé Soria Serrano

ASESOR:
Ing. Abel E. Mujica Paredes

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis está dedicado a Dios, por darme la vida a través de mi querida madre Victoria por su gran amor, paciencia y sacrificio, ha hecho de mí una persona con valores, igualmente a mi padre Santos por ser el pilar más importante de mi familia, por demostrarme siempre su apoyo incondicional y mediante ellos haber alcanzado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y motivarme a ser la hija ejemplar.

A mi asesor Ing. Abel E. Mujica Paredes, a mis excelentes docentes Ing. Jorge B. Mendoza Cáceres, Ing. Luis Ricardo Paredes Quiróz y Qco. Melquiades Barragán Condori, que sin sus incentivos no hubiera logrado llegar a esta meta.

Con todo mi cariño y amor,

CLEOFE

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas e Instituciones que colaboraron para la realización de la presente tesis. Especialmente a:

A mi asesor Ing. Abel E. Mujica Paredes por su comprensión y asesoría durante el proceso de sustentación de la tesis.

Al docente Ing. Jorge B. Mendoza Cáceres por la orientación científica y guía incondicional durante todo el proceso de ejecución de tesis.

A los docentes Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján, Ing. Luis Ricardo Paredes Quiróz, Qco. Melquiades Barragán Condori, por las orientaciones científicas durante la redacción del informe final de tesis.

Al Qco. Jorge Choquenaira Pari por sus orientaciones en los análisis de ácidos grasos poliinsaturados de la UNSAAC.

Al Sr. Sergio Díaz Ramos propietario del fundo Carmen Pampa, Distrito de Echarati, por las facilidades del muestreo de materia prima sachá inchi.

A mi querida amiga Marina Hoyos, por su colaboración y apoyo incondicional persistente.

A mis hermanos Santos, Lucho, Yéssica y Maritza, por su comprensión y apoyo en todo momento.

A todos los docentes, personal administrativo, compañeros de la Escuela Profesional de ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA por su apoyo y participación en el trabajo de investigación.

A todos ellos, muchas gracias.

Cleofé

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Sección	Página
Carta de Aprobación del Asesor	iii
Autoría de la Investigación	iv
Aprobación del Proyecto de Tesis	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice del Contenido	viii
Índice de Cuadros	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de Fotos	xiii
Índice de Anexos	xiv
Abreviaturas	xv
Resumen	xvi
Abstract	xvii
CAPITULO I	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
CAPITULO II	4
MARCO TEORICO	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Sacha Inchi	11
2.2.1 Descripción Taxonómica	12
2.2.2 Descripción Morfológica	12
2.2.3 Descripción Agronómica	14
2.2.4 Maduración Comercial	15
2.2.5 Características físicas	16
2.3 Composición Química	18
2.4 Composición fisicoquímica y organoléptica	19
2.5 Ácidos Grasos	19
2.5.1 Clasificación de los ácidos grasos (AG)	21
2.5.1.1 Ácidos grasos saturados (AGS)	21
2.5.1.2 Ácidos grasos insaturados (AGI)	22
2.6 Clasificación de los ácidos insaturados (AGI)	23
2.6.1 Ácidos grasos <i>cis</i> - mono insaturados	23
2.6.2 Ácidos grasos <i>cis</i> -poliinsaturados (AGPI)	23

2.6.2.1	Ácido graso alfa Linolénico (Omega-3)	24
2.6.2.2	Ácido graso Linoleico (Omega-6)	25
2.6.2.3	Ácidos grasos <i>trans</i>	25
2.7	Perfil de Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)	26
2.8	Importancia de los ácidos grasos esenciales (AGE)	29
2.9	Tostado de Semillas de Sacha Inchi	29
2.10	Reacciones térmicas y de oxidación térmica de AGPI	31
2.11	Descripción de las utilidades	32
2.12	Proceso de Elaboración Sacha Inchi Tostada	32
	CAPITULO III	35
	PARTE EXPERIMENTAL	35
3.1	Lugar de ejecución	35
3.2	Materia prima	35
3.2.1	Características y delimitación.	35
3.2.2	Muestra	35
3.2.3	Tamaño y cálculo de la muestra	36
3.3	Tipo y nivel de la Investigación	36
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5	Materiales, equipos y reactivos	37
3.6	Métodos de Análisis	38
3.6.1	Análisis del Perfil de AGPI	38
3.6.1.1	Tratamiento de la muestra	39
3.6.1.2	Análisis de AGPI en cromatografía de gases	39
3.6.1.3	Condiciones del equipo cromatógrafo de gases Agilent 6890N	41
3.7	Metodología Experimental	43
3.7.1	Procesos de Elaboración Sacha Inchi Tostada	43
3.7.1.1	Recepción	45
3.7.1.2	Limpieza	45
3.7.1.3	Selección	46
3.7.1.4	Pesado	47
3.7.1.5	Tostado	47
3.7.1.6	Descascarillado	52
3.7.1.7	Molienda	53
3.7.1.8	Prensado	53
3.8	Método y diseño de la investigación	55
3.8.1	Método de la investigación	55
3.8.2	Diseño de la investigación	55

3.9	Análisis Estadístico	56
CAPITULO IV		60
RESULTADOS Y DISCUSIONES		60
4.1	Análisis de perfil ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en muestra control	60
4.2	Análisis del Perfil de AGPI	61
4.2.1	Degradación del Ácido Linoleico (ω -6)	62
4.2.2	Degradación de Ácido α -Linolénico (ω -3)	65
CAPITULO V		71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
5.1	Conclusiones	71
5.1	Recomendaciones	72
CAPITULO VI		73
BIBLIOGRAFÍA		73
CAPITULO VII		82
ANEXOS		82

ÍNDICE DE CUADROS

Sección	Página
Cuadro N° 01 : Características físicas de la semilla	16
Cuadro N° 02 : Composición Química de sachá inchi	18
Cuadro N° 03 : Composición fisicoquímicas y características organolépticas	19
Cuadro N° 04 : Estructura de Ácidos Grasos	20
Cuadro N° 05 : Perfil de Ácidos Grasos	27
Cuadro N° 06 : Contenido de ácidos grasos en sachá inchi y otras oleaginosas	28
Cuadro N° 07 : Contenido de ácidos grasos en aceite de sachá inchi	29
Cuadro N° 08 : Modalidades de consumo del sachá inchi	32
Cuadro N° 09 : Coordenadas punto de muestreo	35
Cuadro N° 10 : Materiales y equipos para elaboración de semillas tostadas de sachá inchi	37
Cuadro N° 11 : Materiales, equipos y reactivos para análisis de AGPI	37
Cuadro N° 12 : Niveles de las variables independientes	55
Cuadro N° 13 : Diseño Factorial Propuesto: 2^{k-2}	55
Cuadro N° 14 : Modelo de ANOVA para el Diseño de la Investigación (factorial 2^2)	58
Cuadro N° 15 : Análisis de AGPI Muestra Control en g/100g en base seca	60
Cuadro N° 16 : Perfil de AGPI en muestra de semillas de sachá inchi	61
Cuadro N° 17 : Contenido de Ácido linoléico (ω -6) en muestra de semillas de sachá inchi	62
Cuadro N° 18 : Contenido de Ácido α -linolénico (ω -3) en muestra de semillas de sachá inchi	65
Cuadro N° 19 : Grado de degradación de AGPI	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Sección		Página
Figura N° 01	: Estructura química del Ácido alfa Linolénico	25
Figura N° 02	: Estructura química del Ácido Linoleico	25
Figura N° 03	: Estructura química de los ácidos grasos <i>cis</i> y <i>trans</i>	26
Figura N° 04	: Diagrama de Flujo de Procesos de elaboración Sacha Inchi Tostada	34
Figura N° 05	: Tratamiento de muestra para análisis AGPI	40
Figura N° 06	: Flujograma de la Experimentación	44
Figura N° 07	: Diseño Experimental	56
Figura N° 08	: Degradación del contenido de AGPI Ácido linoleico (%) Sometidas a diferentes tratamientos de tostado	63
Figura N° 09	: Degradación del contenido de AGPI ácido α - linolenico (%) Sometidas a diferentes tratamientos de tostado	66
Figura N° 10	: Degradación del contenido de AGPI (%) Sometidas a diferentes tratamientos de tostado	67

ÍNDICE DE FOTOS

Sección	Página
Foto N° 01 : Planta de Sacha Inchi, en Fundo Carmen pampa – Echarati	12
Foto N° 02 : Frutos de Sacha Inchi, en cápsulas tetralobulares	13
Foto N° 03 : Semilla de Sacha Inchi	14
Foto N° 04 : Maduración Comercial de Sacha Inchi	16
Foto N° 05 : Características físicas de Sacha Inchi	17
Foto N° 06 : Condiciones del equipo cromatógrafo de gases Agilent 6890N	42
Foto N° 07 : Análisis de AGPI en CG Agilent 6890N	42
Foto N° 08 : Recepción de semillas de sacha inchi	45
Foto N° 09 : Limpieza de semillas de sacha inchi	46
Foto N° 10 : Selección de semillas enteras, sin manchas de enmohecimiento	46
Foto N° 11 : Pesado de semillas de sacha inchi	47
Foto N° 12 : Tratamiento 1: Tostado a los parámetros de: Temperatura 115°C por 20 min	48
Foto N° 13 : Tratamiento 2: Tostado a los parámetros de: Temperatura 115°C por 30 min	49
Foto N° 14 : Tratamiento 3: Tostado a los parámetros de: Temperatura 140°C por 20 min	50
Foto N° 15 : Tratamiento 4: Tostado a los parámetros de: Temperatura 140°C por 30 min	51
Foto N° 16 : Semillas descascarillados a diferentes temperaturas	52
Foto N° 17 : Muestras de sacha inchi después de la molienda	53
Foto N° 18 : Muestras de aceite de sacha inchi después del prensado	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Sección		Página
Anexo N° 01	: Método para la determinación del contenido de ácidos grasos	82
Anexo N° 02	: Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos por Cromatografía de gases	83
Anexo N° 03	: Curvas estándares de ácidos grasos	84
Anexo N° 04	: Análisis Estadístico para ácido α - linolénico (ω -3)	86
Anexo N° 05	: Análisis Estadístico para ácido linoleico (ω -6)	89
Anexo N° 06	: Resultados complementarios	92
Anexo N° 07	: Certificate of composition Grain Fatty Acid Methyl Ester Mix	97
Anexo N° 08	: Fotografías de la investigación	98
Anexo N° 09	: Glosario	108
Anexo N° 10	: Constancia de Análisis	110

ABREVIATURAS

AG	:	Ácidos grasos
AGE	:	Ácidos grasos esenciales
AGI	:	Ácidos grasos insaturados
AGPI	:	Ácidos Grasos Poliinsaturados
AGS	:	Ácidos grasos saturados
AOAC	:	American Organization of Analytical Chemists
b.s.	:	Base seca
BPH	:	Buenas Prácticas de Higiene
BPM	:	Buenas Prácticas de Manufactura
COI	:	Consejo Oleícola Internacional
FAO	:	Food and Agricultural Organization
GC-FID	:	detector de ionización a llama
GT	:	Grasa total
IA	:	Índice de Acidez
IP	:	Índice de Peroxidos
IUPAC	:	International Union of Pure and Applied Chemistry
IY	:	Índice de Yodo
NTP	:	Norma Técnica Peruana
OMS	:	Organización Mundial de la Salud
r1	:	Repetición 1
r2	:	Repetición 2
r3	:	Repetición 3
T°	:	Temperatura
T1	:	Tratamiento 1 (115°C por 20 min)
T2	:	Tratamiento 2 (115°C por 30 min)
T3	:	Tratamiento 3 (140°C por 20 min)
T4	:	Tratamiento 4 (140°C por 30 min)
\bar{X}	:	Promedio

RESUMEN

Se ha estudiado el efecto del tiempo y temperatura del tostado en semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) sobre la degradación del contenido de ácidos grasos poliinsaturados como son ácido linoleico (ω -6) y ácido α - linolénico (ω -3), materia prima del fundo carmen pampa, distrito Echarati, provincia de la Convención, región Cusco. Las semillas antes de ser sometidas al tratamiento térmico previamente han pasado por los procesos de limpieza, selección y se sometieron a un proceso de tostado en un horno rotatorio como medio de transferencia de calor. Se realizó el proceso de tostado para dos temperaturas (115°C y 140° C) y dos tiempos de tostado (20 min y 30 min.), bajo el diseño estadístico factorial 2², para la cuantificación del perfil de ácidos grasos poliinsaturados, se realizó bajo el Método AOAC 965.49 (2000) por Cromatografía de Gases, el cual se realizó en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Los resultados experimentales obtenidos fueron evaluados mediante el análisis ANOVA al 95% de confianza. El análisis estadístico muestra que la temperatura de tostado es el factor más influyente en la degradación de ácido linoleico (ω -6) y ácido α -linolénico (ω -3), mientras que el tiempo de tostado tiene una influencia menor, no existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

El tostado de las semillas de *Plukenetia volubilis L.*, afecta en la degradación del contenido de los ácidos grasos poliinsaturados, principalmente de ácido linoleico (ω -6) de 35.59 g/100g a 30.28 g/100g y ácido α -linolénico (ω -3) de 44.74 g/100g a 38.34 g/100g sometidas a T4 (140°C por 30 min), respecto a la muestra control (sin tostar), siendo el grado de degradación del ácido linoleico (ω -6) en 14.91% y ácido α -linolénico (ω -3) en 14.28%.

Se ha identificado que el tratamiento T1 (115°C por 20 min) es el que reporta mejor contenido de ácido linoleico (ω -6) de 33.07 g/100g y ácido α -linolénico (ω -3) de 41.19 g/100g, mientras el tratamiento T4 (140°C por 30 min) es el que arroja una disminución en el contenido de ácido linoleico (ω -6) de 30.28 g/100 y ácido α -linolénico (ω -3) de 38.34 g/100 g, considerando que T1 es el tratamiento adecuado, recomendado para el productor y empresario que se dedican al expendio de productos a base de sachá inchi.

ABSTRACT

The effect of time and temperature of roasting on sachá inchi seeds (*Plukenetia volubilis* L.) on the degradation of the content of polyunsaturated fatty acids such as linoleic acid (ω -6) and α -linolenic acid (ω -3) has been studied, raw material of the Carmen Pampa farm, Echarati district, province of the Convención, Cusco region. The seeds before being subjected to the heat treatment have previously gone through the processes of cleaning, selection and were subjected to a roasting process in a rotary kiln as a means of heat transfer. The roasting process was carried out for two temperatures (115°C and 140°C) and two roasting times (20 min and 30 min.). Under the factorial statistical design 2^2 , for the quantification of the profile of polyunsaturated fatty acids, was carried out under the AOAC Method 965.49 (2000) by Gas Chromatography, which was carried out at the National University San Antonio Abad of Cusco. The experimental results obtained were evaluated by ANOVA analysis at 95% confidence. The statistical analysis shows that the toasting temperature is the most influential factor in the degradation of linoleic acid (ω -6) and α -linolenic acid (ω -3), while the roasting time has a smaller influence, there are no differences significant ($p < 0.05$).

The toasting of *Plukenetia volubilis* L. seeds affects the degradation of the content of polyunsaturated fatty acids, mainly linoleic acid (ω -6) from 35.59 g/100g to 30.28 g/100g and α -linolenic acid (ω -3) from 44.74 g/100g to 38.34 g/100g subjected to T4 (140°C for 30 min), with respect to the control sample (unroasted), the degree of degradation of linoleic acid (ω -6) being 14.91% and acid α -linolenic (ω -3) in 14.28%.

It has been identified that the treatment T1 (115°C for 20 min) is the one that reports the best content of linoleic acid (ω -6) of 33.07 g/100g and α -linolenic acid (ω -3) of 41.19 g/100g, while treatment T4 (140°C for 30 min) is the one that shows a decrease in the content of linoleic acid (ω -6) of 30.28 g/100g and α -linolenic acid (ω -3) of 38.34 g/100g, considering that T1 is the appropriate treatment, recommended for the producer and businessman who are dedicated to the sale of products based on sachá inchi.

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La tendencia del consumo de alimentos ricos en grasas saturadas, actualmente es mayor, siendo la descontrolada ingesta de alimentos ricos en grasas a nivel mundial un 45%, Perú en un 28% y no es la excepción la región de Apurímac siendo un 30% del consumo de alimentos que contienen grasas saturadas; lo cual trae efectos de sobrepeso, el colesterol e impactando el funcionamiento normal del organismo, unidas a costumbres Apurimeños de esta manera afecta a la población de todas las edades y disminuye así el índice de vida.

Entre los macronutrientes que componen la dieta habitual se encuentran las grasas. Si bien tiene una connotación negativa en el saber popular, debido a su asociación con las enfermedades cardiovasculares y la obesidad, en los últimos años se ha incrementado en interés científico y público en el rol de ciertas grasas denominadas ácidos grasos poliinsaturados como son las omegas tres y seis, para la presente investigación, *sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*, es la materia prima que posee estos componentes.

El *sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*, conocido también como el “maní de los incas”, es una semilla oleaginosa con alto valor nutritivo gracias a sus omegas 3 y 6, la calidad de sus proteínas y minerales. En la actualidad es incluido en la dieta de los nativos de la amazonia peruana y desde hace varios años está siendo utilizado en la industria alimentaria como fuente de ácido linoléico (omegas 6) y ácido alfa linolénico (omegas 3) con el fin de diversificar la oferta de productos.

En el mercado se expende productos a base de *sacha inchi*, como son semillas tostadas, galletas, panes, aceites hasta encapsulados con etiquetas del contenido en omegas 3 y 6; pero falta garantizar la presencia real de los ácidos grasos poliinsaturados, la tecnología moderna hace posible que una gran cantidad de alimentos pueda ser enriquecida con omegas 3 y 6, si consideramos que la producción de alimentos enriquecidos con estos ácidos grasos es técnicamente

difícil y requiere de métodos especiales para evitar la degradación de estos ácidos grasos.

Sin embargo hasta la fecha no se han reportado estudios científicos que validen la calidad fisicoquímica de los productos a base de Sacha Inchi y la protección de sus componentes más publicitados y a la vez químicamente más inestables, como son los ácidos grasos poliinsaturados, se hacen esfuerzos para proponer nuevos alimentos con valores funcionales. Con resultados del presente estudio se propone al mercado introducir alimentos ricos con propiedades funcionales y así mejorar la calidad alimentaria. En la Región Cusco, Provincia de La Convención existen cantidad considerable de la producción de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), cuya semilla aun todavía es materia de investigación; donde tiene un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, las que pueden ser aprovechadas para formular productos rico en ácidos grasos poliinsaturados.

Todos los productos alimenticios y en especial los que contienen ácidos grasos poliinsaturados sufren un deterioro oxidativo debido a su alto grado de insaturación entre ellos los ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoléico y ácido alfa linolénico, los cuales influyen en la degradación de estos ácidos grasos, a medida que aumenta la temperatura y tiempo del tostado, donde los dobles enlaces se rompen cambiando de la configuración *cis* a *trans*, y las cadenas de carbono del ácido graso es débil cuando aumenta en sus características fisicoquímicas como el índice de acidez, índice de peróxidos y de índice de yodo.

La presente tesis tiene como objetivo general evaluar el efecto de tratamiento térmico de tostado en los ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) durante el proceso de tostado y como objetivos específicos evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de tostado en el proceso degradativo del contenido de ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semillas de Sacha inchi de la variedad *Plukenetia volubilis L.*

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- i. Evaluar el efecto de tratamiento térmico de tostado en la degradación de los ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*)

1.2.2. Objetivos Específicos

- i. Evaluar el efecto de la temperatura de tostado, en la degradación del contenido de ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*).
- ii. Evaluar el efecto del tiempo de tostado, en la degradación del contenido de ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*).

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

En un estudio realizado por Báez, L, et al., (2013); sobre elaboración de una barra energética a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) como fuente de omegas 3 y 6, donde se logró desarrollar un producto tipo snack como nueva alternativa dentro del mercado ecuatoriano, considerado como fuente de fibra, proteína, omegas 3 y 6. El producto consta de tres fases, siendo la primera una base de galleta, seguida por una capa de mermelada y una cobertura de cereales y frutos secos. Las dimensiones establecidas son 10 cm x 4 cm x 1,5 cm de altura. Su formulación incluye Sachá Inchi (en galleta y cobertura), granola, avena, cereal de soya, arroz crocante, arándanos y uvillas deshidratados, de la fase 3 se realizó un diseño completamente al azar (DCA), correspondiente a la combinación de 2 factores con 3 niveles cada uno (Sachá Inchi: 7%, 14% y 21% y glucosa: 15%, 20% y 25%); siendo la temperatura de horneado de galletas de 171°C por 14 minutos, y la temperatura de horneado de barra energética que fue de 232°C por 10 minutos, obteniéndose una cocción adecuada y homogénea. Según el perfil de ácidos grasos poliinsaturados se encontraron 3 g de omega-3 por 50 g de porción y 2 g Ácidos grasos omega-6.

En una investigación realizada por Zorrilla, D. (2015); sobre influencia del tostado de la semilla de *Plukenetia huayllabambana* en el perfil de ácidos grasos compuestos bioactivos, donde las semillas fueron sometidas a tostados a temperaturas de: 100, 120, 140, 160 y 180 °C por 10, 20 y 30 minutos; donde concluye que el tostado incrementó la cantidad de los ácidos grasos presentes en las almendras de la *P. huayllabambana* respecto a las que no pasaron por el tostado, un 37.1 g/100 g de almendra (base seca) para ácido linoleico y 51.5 g/100 g de almendra (base seca) para ácido alfa linolenico. A medida que incrementó la intensidad del tostado se observó que hubo una ligera variación en el contenido

de los diferentes ácidos grasos, el tostado tiende a incrementar en la almendra los contenidos de los diferentes ácidos grasos evaluados respecto a la muestra inicial (control), los mayores contenidos de ácidos grasos en las almendras se encontraron en los tratamientos de tostado de 100 °C, y los menores contenidos a los tratamientos de 180 °C.

Según la entrevista a los socios del fundo carmen pampa del distrito de Echatari, la temperatura de tostado de semillas de sachá inchi es de 115°C por un tiempo de 20^o min, donde las semillas tostadas se venden en Quillabamba, siendo sus consumidores potenciales los turistas extranjeras. Asimismo según las entrevistas a las tiendas donde se expenden semillas tostadas de sachá inchi en las ciudades de Abancay y Cusco, indican que la temperatura de tostado es de 120° C hasta 140°C por 20 a 30 min, en tostadora convencional.

En una investigación realizada por Sánchez, G. (2012); sobre caracterización y cuantificación de los ácidos grasos omega 3 y omegas 6 presente en el aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis l.*), precisan que la alta presencia de AGPI en los aceites, los hace susceptibles a la oxidación lipídica, pero la presencia de compuestos antioxidantes, acompañada de otros factores como polaridad, solubilidad y actividad quelante de metales, ayudan a la disminución de una rápida oxidación. Asimismo Muñoz, A, et al., (2010), señalan que en la semilla sachá inchi se encontró componentes antioxidantes como los compuestos fenólicos, tocoferoles y vitaminas antioxidantes que van a influir en los resultados del contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

En un estudio realizado por Ángeles, J. (2000); a cerca de la Determinación de la estabilidad del aceite crudo y semi refinado de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis l.*) sometidas a temperatura variable y almacenamiento, utilizando muestras de 100 g, señalan que los ácidos grasos poliinsaturados son estables a temperaturas de 120° C y 140°C, los antioxidantes naturales como son los tocoferoles, ácidos fenólicos en estas semillas actúan como estabilizadores lipídicos.

Estudio realizado por Ozuna, M, et al., (2006); sobre la elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omegas 3 y 6, principalmente con ácidos grasos provenientes de soja, empleándose como antioxidante natural la harina de linaza y algunos sintéticos como protectores de los ácidos grasos poliinsaturados frente a altas temperaturas de horneado del pan; siendo la temperatura de tratamiento térmico de panificación de 180°C. Encontrando un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente de ácido linoléico – $\omega 6$ en un 51.90% y ácido α -linoléico – $\omega 3$ en un 12.03%, empleando muestra para análisis de 50 g, sugiriendo que los antioxidantes de la linaza y los sintéticos actúan como protectores de estos lípidos tan importantes como son el grupo de los omega.

En una investigación realizada por Aire Y, L., & Taipe K, S., (2011); sobre bebida esterilizada a partir de sachá inchi, señala los parámetros óptimos tecnológicos de procesamiento correspondiente al tratamiento de 95°C por 8 min, donde los mismos autores evaluaron la cantidad de ácidos grasos polinsaturados encontrando un 34.94 g/100 de grasa de Ácido linoleico (Omega 6) y 50.72 g/100 de grasa de Ácido linoléico (Omega 3).

En una investigación realizada por Cisneros, F, H., (2014); sobre la Composición Química, Estabilidad Oxidativa y Capacidad Antioxidante del aceite de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), en donde las muestras del aceite han sido extraídas mediante prensado a partir de semillas de sachá inchi sometidas a diferentes condiciones de tostado (100, 115, 130 y 145°C por 10 min) y un control (sin tostar).

Según Chasquibol, N, et al.,(2013); En un estudio realizada sobre optimización del proceso de extracción de semilla de sachá inchi, mejora del rendimiento, la calidad y la estabilidad de los aceites, en donde las temperaturas de tostado han sido de T° 80°C por un tiempo de 25 min, T° 125°C por un tiempo de 25 min y T° 140°C por un tiempo de 30 min, éstas sometidas en un horno rotatorio para semillas, encontrándose 25% de Ácido linoleico (Omega 6) y 55% de Ácido linoléico (Omega 3), siendo la muestra de análisis de 100 g.

Valles, S. M., (2012); En una investigación realizada sobre obtención de “leche” de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), en el proceso de pre tostado se evaluaron la eficiencia de pre tostado en las almendras de sachá inchi; concluyendo que los parámetros tecnológicos óptimos para la obtención de leche de sachá inchi son: pre tostado de 60°C por 6 min, siendo la temperatura final 103°C, con una actividad ureásica (0,03 pH), índice de acidéz (0,034 mg. de KOH/g. de aceite), índice de peróxidos (4,92 meq O₂/Kg.). Asimismo se evaluaron perfil de ácidos grasos, donde demuestra la persistencia ante el tratamiento térmico en un 81,28% que es un valor importante para la alimentación, se cuantificó un 42,19% de ácido linolénico, 30,93 % de ácido linoléico y 8,16% de ácido oleico, en 100 g de muestra.

Merino, C. (2009); En un estudio sobre caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de diez ecotipos de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) de la Amazonia Peruana, en 100 g de muestra, reportó un 40,43 % de ácido linolénico y 41,09 % de ácido linoléico y 10,06% de ácido oleico, datos provenientes del aceite de la almendra sin ningún tratamiento térmico, mientras Arana, A.; Paredes, D. (2008), reportan análisis en aceites de semillas que recibieron tratamiento térmico a 77°C, 85,2°C y 101,2°C concluyendo que la temperatura no influye en la composición de ácidos grasos esenciales del Sachá Inchi.

En una investigación realizada por Pascual, G, et al., (2000); sobre extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), donde la extracción del aceite se llevó a cabo por extracción mecánica y por solvente previamente con diferentes parámetros de tratamiento térmico, concluyendo el tratamiento térmico más adecuado a una temperatura de 105°C y un tiempo de 30 minutos, en 100 g de muestra, se evaluaron los valores del índice de iodo 189(g de iodo/100g de grasa), el índice de acidéz fue de 1.277 mg de KOH/g de aceite, Índice de peróxido de 4.139 meq. Oxígeno activo/1000g grasa. Asimismo se determinó el perfil de ácidos grasos insaturados en un 90.34%, destacándose el ácido linolénico con un 43.75% y en segundo lugar el ácido linoléico con un 36.99%.

Sánchez, S. (2013); Ha estudiado la influencia del tiempo y temperatura de secado-tostado, sobre la calidad fisicoquímica del sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), donde 100 g de semillas se sometieron a un proceso de secado-tostado a temperaturas de 130°C, 135°C y 140° C por 20, 25 y 30 min, resumiendo que la temperatura de secado-tostado aparece como el factor más importante y más influyente sobre la oxidación de las semillas y el tiempo de proceso tiene por el contrario una influencia menor; señalando que el tratamiento T2 de 130°C-25min es el que reporta una mejor calidad fisicoquímica, Asimismo reportaron índice de acidez que fue de 0.6292 mg de KOH/g de aceite, Índice de peróxido de 1.4108 meq. Oxígeno activo/1000g grasa.

Rodríguez, G, et al., (2015); En un estudio sobre estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), en 100 g de muestra, donde señala que el aceite de sachá inchi es rico en ácidos grasos poli-insaturados que podrían oxidarse, limitando su vida útil. El método Rancimat, es oficial, para evaluaciones aceleradas de estabilidad oxidativa en aceites. A nivel industrial se usan técnicas convencionales basadas en indicadores fisicoquímicos, no existiendo estudios de correlación entre ellas y Rancimat, siendo el objetivo correlacionar el índice de estabilidad oxidativa (OSI), donde el aceite de sachá inchi sometido a Rancimat (110 °C, 15 L/h de aire por 50 minutos) evidencia decaimiento de ácidos poliinsaturados, reportando ácido linoleico en composición inicial de $33,184 \pm 0,26$ y composición final de $20,038 \pm 0,09$, ácido linolenico de $55,237 \pm 0,09$ composición inicial y $31,917 \pm 0,08$ de composición final. Asimismo las temperaturas de 110°C ejercieron un efecto importante sobre el valor de peróxidos (PV), el incremento de temperatura refleja mayor producción de hidroperóxidos. El PV del aceite al inicio fue de 2 meq / kg que está dentro del límite permitido para aceites vírgenes y prensados en frío ($PV \leq 15$ meq / kg) (Codex Alimentarius, 2001), sin embargo el PV en el tiempo de estabilidad oxidativa a 110 °C, se incrementaron a 21,32 meq / kg. Los resultados de este estudio demostraron que índice de estabilidad oxidativa (OSI) realizado a temperaturas elevadas de reacción mediante el método Rancimat, guardan una alta correlación con los índices

fisicoquímicos de calidad ($0,9322 < r < 0,9965$), esto puede ser debido a la presencia de compuestos con actividad antioxidante que se encuentran en el aceite de sachá inchi, elevando de esta manera su resistencia a la oxidación e incrementando su vida útil.

Guerra P, E., & Obregón L, A., (2015); En un estudio realizado sobre el efecto del tostado por método convencional y tratamiento por microondas en granos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), con la finalidad de eliminar la astringencia y analizar las propiedades físico químicas como es índice de acidez, índice de peróxidos, índice de yodo; y que de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (2009), los valores encontrados para los tratamientos en cada método de tostado, no superan el 1% de acidez, adjudicado para un aceite de sachá inchi extra virgen. Similar comportamiento se observa para el Índice de peróxido siendo mayor para el tostado convencional con respecto al tostado en microondas. En cambio, disminuye el índice de yodo para ambos métodos, siendo en el tostado por microondas, presenta mayores valores comparados con el tostado convencional, lo que indicaría un mínimo daño de la estructura de la cadena de ácidos grasos; El tratamiento convencional a temperatura de 120°C por 20 min, encontraron un índice de acidez de 0.46% (ácido oleico), Índice de peróxido de 6.29 meq.Oxígeno activo/1000g grasa y 154.37 g I/100 g de grasa, asimismo se evaluaron el perfil de ácidos grasos 120°C por 35 min, ácido linoleico 38.28% y 43.76 % de ácido linolénico.

Romero, L. (2014); En una investigación realizada sobre Influencia de la variación de la temperatura sobre el rendimiento y la calidad en la extracción del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), bajo condiciones de temperatura 115°C, se encontraron los siguientes resultados índice de acidez 0.46, Índice de peróxidos 6.21 e índice de yodo de 162.32, Asimismo reporta el perfil de ácidos grasos en método de extracción en frío, siendo el ácido linoléico de 34.67% y ácido linolénico de 38.84%. La calidad del mismo se ve afectada ya que el Índice de Yodo decrece dándonos a entender que el nivel de insaturación del aceite baja, dejando un aceite con menor porcentaje de ácidos grasos insaturados (Omega 3, 6 y 9). También

concluye que la extracción en caliente del aceite de Sacha Inchi tiene un mayor rendimiento en comparación a la extracción en frío, con una diferencia de 6.69%.

En un estudio realizado por Baldeon, D, et al., (2015); sobre utilización de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa, donde encontraron los ácidos grasos saturados: Palmítico (3,84 %) y Estearico (2,41 %), mientras que el contenido de ácidos grasos insaturados fue de 10,28 % de Oléico (Omega 9), 35,69 % de ácido Linoléico (Omega 6) y 47,74 % de ácido Alfa linolénico (Omega 3). Asimismo las semillas de sachá inchi sometidas a tratamiento térmico de 180°C por 20 min, y con la utilización del 10 % de sachá inchi en la composición de hamburguesa encontraron 16.82 %, de Omega 3, 21.97 % de Omega 6 con y 34.88 % de Omega 9.

Zamorano, M, et al., (2013); En una investigación sobre comportamiento del perfil de ácidos grasos de aceites y materias grasas hidrogenadas sometidos a calentamiento prolongado por 50 h, 7 diferentes tipos de materias grasas y como control se consideró a aceite de girasol, se evaluaron los tiempos 0, 10, 20, 30, 40 y 50 h a temperatura de $180 \pm 5^\circ\text{C}$. Los resultados mostraron que la composición en ácidos grasos de todas las materias grasas estudiadas presentó modificación durante el tratamiento térmico observándose una disminución de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y un aumento o preservación de los ácidos grasos monoinsaturados y saturados, en particular de ácido linoleico de un 58,07% a un 45,4%, luego de 50 h de calentamiento, Por otra parte, presenta una pérdida importante en AGPI, de 15,37 a 9,22%, a las 30 h de calentamiento, el ácido linoleico llega a valores de 5% con 50 h de calentamiento y, por ende, se produce un aumento de los AGS a 12,92 y 80,83% respectivamente.

En una investigación evaluada por Adrianzén, N, et al., (2011); a cerca del efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico de las almendras trituradas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) sobre el rendimiento y las características físico-químicas del aceite obtenido por prensado mecánico en frío; sometiendo a temperaturas de 75°C, 100°C y 105°C y tiempos de tratamiento térmico de 14, 25

y 36 minutos, reportó los siguientes resultados; a 75°Cx 14min: IY (199.61), IP(3.8982); 75°Cx36min: IY (191.58), IP(4.5317);100°Cx36min: IY (190.78), IP(5.6310); 105°Cx25min: IY (191.16), IP(3.3304). La características físicas más aceptables del aceite de Sacha Inchi, en relación a la Norma Técnica Peruana (2009), fueron: índice de yodo, 199.61g Iodo/100g aceite, a 75°Cx14min; índice de peróxido, 3,3032mEq.O2/kg aceite, a 88°C x 25 min y acidez libre, 0,0420g ácido oleico/100g aceite, a 75°C x 14 min.

En una investigación ejecutada por Gutiérrez, L, et al., (2011); sobre Composición química de las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) y características de su fracción lipídica, el análisis de ácidos grasos reveló que los ácidos α -linolénico (50.8%) y linoleico (33.4%) fueron los principales ácidos grasos presentes en el aceite de Sacha inchi. Las propiedades fisicoquímicas del aceite incluyen: índice de saponificación 185.2; índice de yodo 193.1; densidad 0.9187 g/cm³, índice de refracción 1.4791 y viscosidad 35.4 mPa.s.

2.2. Sacha Inchi

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis linneo*) es una planta nativa de la Amazonia Peruana, conocida también como mani del inca, sachá mani, mani del inca e inca inchi. Actualmente se cultiva en la Selva Alta y Baja del Perú, descrito por Reforesta Perú SAC, (2009).

En un estudio realizado describen a *Plukenetia volubilis L.*, como un nuevo cultivo oleaginoso incorporado en la actividad agrícola del hombre moderno, debido a su rendimiento y composición nutricional. Se encuentra distribuida en la Amazonía peruana, especialmente los sectores de (San Martín, Ucayali, Madre de Dios, Loreto y Cusco), señalado por Pascual, G, et al., (2000).

2.2.1. Descripción Taxonómica

Según Pantástico, P. (1984), la descripción taxonómica de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) es de la siguiente manera:

Reino	: PLANTAE
División	: ANGIOSPERMAE
Clase	: DYCOTYLEDONEA
Orden	: GERANIALES
Familia	: EUPHORBIACEAE
Género	: <i>Plukenetia</i>
Especie	: <i>volubilis linneo</i>
Reino	: Plantae
Nombre científico	: <i>Plukenetia volubilis linneo</i>

2.2.2. Descripción Morfológica

Sacha Inchi, es una planta trepadora, monoica, semileñosa y perenne que alcanza una altura aproximada de 2.0 m ó hasta la altura del tutor que la soporta, señalado por Pantástico, P. (1984).



FOTO N° 01: Planta de Sacha Inchi, en Fundo Carmen pampa – Echarati.

Presenta **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 aprox., 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 cordada, según describe Pantástico, P. (1984). Las **Flores** son hermafroditas de color blanquecinas, 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 connada, 15-30 mm de largo, estambres de 16-30 mm, con filamentos conspicuos, cónicos, 0,5mm de largo, describe Pantástico, P. (1984).

Presenta **Frutos** en cápsulas tetralobulares de 3.5 a 4.5 cm de diámetro, con 04 lóbulos aristados (tetralobados) dentro de las cuales se encuentran 4 semillas, algunos presentan cápsulas con 5 a 7 lóbulos, describe Pantástico, P. (1984).



FOTO N° 02: Frutos de Sacha Inchi, en cápsulas tetralobulares.

Las **Semillas**, en la mayoría de los ecotipos son ovaladas, de color marrón oscuro, ligeramente abultadas. El diámetro fluctúa entre 1.3 y 2.1 cm y de

0,8 a 1,4 g de peso. 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, indicado por Pantástico, P. (1984). Asimismo en un estudio realizado mencionan que, los frutos tienen dimensiones de 6 a 7 cm de diámetro y su espesor es de 3 a 4 cm. El peso promedio de la semilla es de 1g siendo el peso de la cáscara 40% y la almendra blanca 60%, señalados por Reforesta Perú SAC, (2009).



2.2.3. Descripción Agronómica

El sachá inchi es una planta agronómicamente rústica, de poca exigencia nutricional; se adapta a tipos de suelo de distinta textura: arcillosos, francos y franco-arenosos, con pH entre 4,5 y más de 6,5 señalado por Torres, I. (2002). Sin embargo, en un estudio económico realizado mencionan que sachá inchi crece mejor en los suelos francos ó aluviales planos, con buen drenaje, con pH entre 5 y 6. No requiere labranza mecanizada del suelo, solamente un mínimo de labores manuales en la siembra y deshierbe; lo cual favorece

cuando los suelos presentan problemas de erosión, crece en suelos cuya altitud varían de 80 msnm en selva baja a 1700 msnm en selva alta, señala García, H. (1992). Sin embargo, la semilla de sacha inchi crece y tiene un buen comportamiento a diversas temperaturas, que oscilan entre (10 y 36°C), mencionado por Pascual, G, et al., (2000).

La planta requiere abundante luz para el proceso de fotosíntesis, la temperatura incide entre siembra y cosecha; en la etapa de producción, cuando la temperatura es alta, ocasiona caída de flores y frutos pequeños. El cultivo del sacha inchi prospera desde los 10°C hasta los 36 °C, siendo el óptimo entre 22 y 32 °C, indicado por Saavedra, L. (1995).

2.2.4. Maduración Comercial

La madurez comercial de sacha inchi, será óptima cuando presente una coloración de la capa externa de color marrón oscuro, ovals de 1.5 - 2.0 cm de diámetro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas en los bordes citado por Pascual, G. *et al.*, (2000). El grano de sacha inchi, está compuesta por 44% de Pericarpio (Cáscara), 53% de almendra y 3% de tegumento, descrito por Obregón, A. (1996).



FOTO N° 04: Maduración Comercial de Sacha Inchi.

2.2.5. Características Físicas

Pascual, G, et al., (2000); señala que, almendra de sachá inchi, tiene un peso variable entre 0.771 y 0.774 gramos, espesor entre 7.7 a 8.3 mm, diámetro entre 14.8 y 15.2 mm, presenta una coloración crema; asimismo la semilla tiene un peso 1.20 gramos, espesor 10 mm, diámetro 18 mm, presenta una coloración marrón, como se puede observar en el siguiente cuadro N° 01, reportado por el mismo autor.

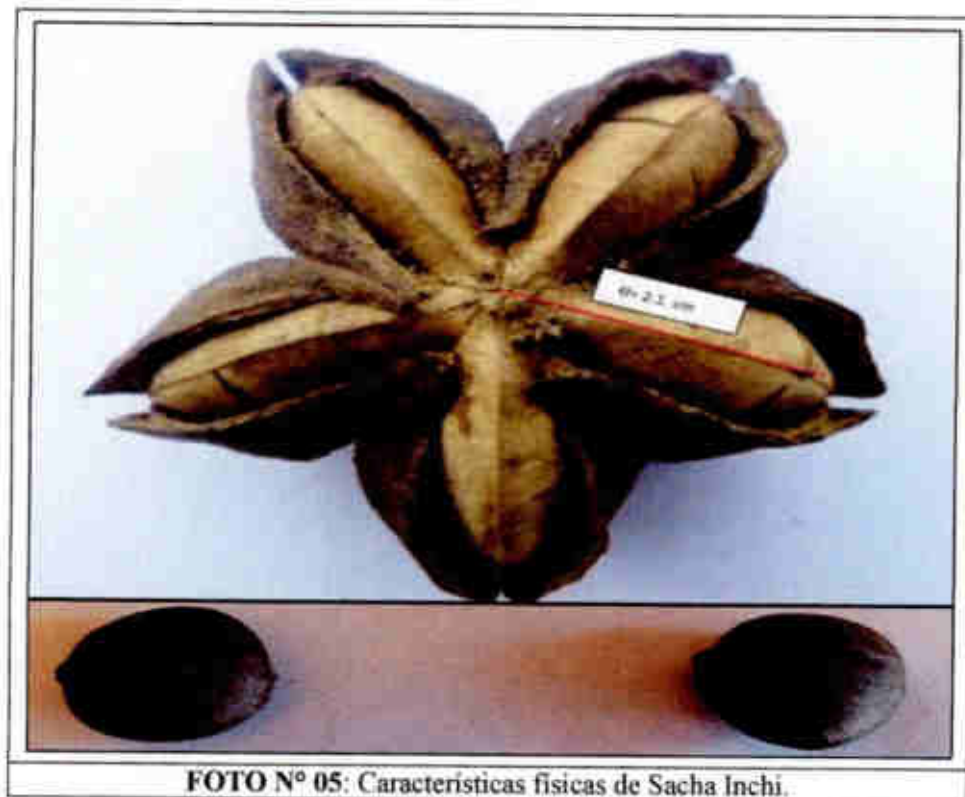
CUADRO N° 01:
Características físicas de la semilla

Características	Pulpa	Pulpa + Cáscara
Espesor (mm)	7,7-8,3	10
Diámetro (mm)	14,8-15,2	18
Peso (g)	0,771-0,774	1,2
Color	Crema	marrón

Fuente: Pascual, G, et al., (2000).

Del mismo modo Pascual, G, et al., (2000), señala que el tamaño de la semilla de los frutos es muy variable y característico de la variedad, clima, suelo,

cultivo entre otros. Por otra describen que la proporción de ácidos grasos de omega 3 fué mayor en otoño, mientras que los ácidos grasos de omega 6 mostraron una proporción mayor en la primavera, indicado por Pantástico, P. (1984).



Valles, S, M., (2012), indica que las características biométricas de la semilla con cáscara cuyo largo promedio es de 1.6 cm, espesor 0.73 cm, y peso de 1.35 gramos, los granos desprovistos de cáscara presentan en promedio un largo de 1.23 cm y peso 1.10 g, color marrón oscuro y superficie rugosa tipo nervadura, que concuerda con lo manifestado por Valles, C, R., (1991), que reporta un peso variable de 0.8 a 1.4 g. la variabilidad depende de las actividades culturales, variedad, clima, suelo, entre otros.

2.3. Composición Química

Las semillas contienen de 49 a 54% de aceite, en las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendras, cubiertas de película blanquecina que es la materia prima para la extracción de aceite, describe Pariona, N. (2008). Es importante señalar que la composición química varía de acuerdo a los factores climáticos: temperatura, humedad entendida como exceso y defecto de agua, pueden ser factores limitantes para su crecimiento y metabolismo, se relaciona también con el régimen de lluvias, radiación solar, (intensidad y tipo de radiación) que influyen en la biosíntesis de sus constituyentes químicos, señalados por Hamaker, B, et al., (1992).

En una investigación realizada por García, H. (1992), reportó los siguientes resultados con respecto a la composición química del sachá inchi: proteína 24.22%, humedad 5.63%, grasa 43.10%, carbohidratos 7.72% y ceniza 2.80%, mientras que Hamaker, B, et al., (1992); menciona, la semilla contiene altas cantidades de aceite (54%) y relativamente alto contenido proteico (27%) considerando que el porcentaje de aceite de sachá inchi comparado con otras semillas como el maní 45% y el girasol 48% es el de más alto contenido en aceite.

Según el Cuadro N° 02, Reportado por Pascual, G, *et al.*, (2000).y comparando con los datos reportados por García, H. (1992); se aprecia que existe en los resultados diferencias poco significativas que se explican debido al almacenamiento de las semillas, y su tratamiento post -cosecha; salvo en el componente grasa que posee una cantidad mayor. Se puede apreciar el alto contenido en aceite determinado en las semillas de sachá inchi de aproximadamente 54.90% en base seca, clasificándola como semilla oleaginosa de alto contenido en aceite.

CUADRO N° 02:
Composición Química de sachá inchi

Componente	Base Húmeda (%)	Base Seca (%)
Humedad	6.37	0.00
Proteína total	24.21	25.86
Grasa	51.40	54.90
Fibra cruda	11.30	12.07

Cenizas	2.69	2.87
Carbohidratos	4.03	4.30
Total	100.00	100.00

Fuente: Pascual, G, et al., (2000).

Por otra parte según el estudio realizado de los componentes de la semilla del sacha inchi señalan que tiene 4.2% de humedad, 33.3% de proteínas, 48.7% de grasas, 9.5% de carbohidratos, 1.6% de fibra, 2.7% de cenizas y 562 Kcal reportados por Saavedra, L. (1995).

2.4. Composición Físicoquímica y Organoléptica

Según Anaya, J. (2003), las semillas de sacha inchi tiene en su composición química el más alto contenido de grasas insaturadas con 92,7% y el más bajo contenido de grasas saturadas con 6,5%, con alto contenido de ácidos grasos esenciales alfa linolénico omega 3 y omega 6, de alta digestibilidad (hasta 97%) y con antioxidantes, alfa tocoferol, vitamina A; En el siguiente cuadro N° 03, se muestra la Composición Físicoquímicas y Características Organolépticas.

CUADRO N° 03:
Composición físicoquímica
y características organolépticas

Composición Físicoquímica	Aceite de Sacha Inchi (%)
Índice de Acidez	0,5
Índice de peróxido	2,7
Índice de yodo	186,0
Densidad relativa (50 °C)	0,93
Vitaminas	Carotenos (pro vitamina A) y Tocoferoles (pro vitamina E).
Características organolépticas	
Olor	Característico de la almendra.
Color	Amarillo intenso.
Sabor	Sabor a almendra.

Fuente: Anaya, J. (2003)

2.5. Ácidos Grasos

Los ácidos grasos son ácidos monocarboxílicos de cadena larga, por lo general, contienen un número par de átomos de carbono, normalmente entre 12 y 24,

ello se debe a que la síntesis biológica tiene lugar mediante la unión sucesiva de unidades de dos átomos de carbono. Sin embargo también existen ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono, que probablemente se derivan de la metilación de un ácido graso de cadena par, indicado por Pariona, N. (2008). En el Cuadro N° 04; se muestra la estructura de ácidos grasos.

CUADRO N° 04:
Estructura de Ácidos Grasos

Nombre	Carbonos	Estructura
Saturados		
Láurico	12	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Mirístico	14	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmitico	16	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Estearico	18	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Araquídico	20	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Insaturados		
Palmitoleico	16	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH(<i>cis</i>)
Oleico	18	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH(<i>cis</i>)
Linoleico	18	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH(<i>cis,cis</i>)
α-Linolénico	18	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Araquidónico	20	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH=CHCH ₂) ₄ CH ₂ CH ₂ COOH(todo <i>cis</i>)

Fuente: Pariona, N. (2008)

Los ácidos grasos esenciales, son ácidos grasos indispensables, se les conoce así porque el organismo no las puede sintetizar y se requiere del 1 al 2% de los lípidos totales consumidos, señalado por Alcázar, J. (2002).

Las características físicas y químicas de los ácidos grasos como su punto de fusión, solubilidad en agua y también sus propiedades nutricionales (contenido energético, digestibilidad, efectos metabólicos, etc.) dependen del número de carbonos que formen la molécula, del número de dobles enlaces que esta posea (uniones dobles entre carbono y carbono), de la posición que ocupen los dobles enlaces en la cadena y de la isomería que estos presenten (isomería *cis* ó *trans*) mencionado por Ramos, J. (2000). Por otro lado menciona que lo isómeros *cis* se oxidan más rápido que los *trans* siendo los ácidos grasos saturados más lenta en oxidación que los insaturados, mencionado por Fennema, O. (2000).

2.5.1. Clasificación de los ácidos grasos (AG)

Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo con la longitud de la cadena, el número, posición y configuración de dobles enlaces, así como por la existencia adicional de otros grupos funcionales. Otra característica para su división es la distribución de los ácidos grasos en los alimentos; los ácidos grasos presentes en los aceites y grasas comestibles se clasifican por su grado de saturación en: ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados estudiado por Ramos, J. (2000).

2.5.1.1. Ácidos grasos saturados (AGS)

Están formados por una cadena lineal de átomos de carbono unidos por enlaces sencillos (sin enlaces dobles). Los enlaces de la cadena entre los carbonos restantes están ocupados por hidrógenos. Se clasifican de acuerdo con la longitud de la cadena: corta (menor de 6 carbonos), media (entre 6 a 10 carbonos) y larga (igual a 12 carbonos o mayor). En general, las grasas de los alimentos con mayor proporción de ácidos grasos saturados de cadena larga permanecen sólidas a temperatura ambiente. Una propiedad importante de los ácidos grasos saturados es que son más resistentes a la oxidación, al calor y a la luz, señalados por Velásquez, G. (2006).

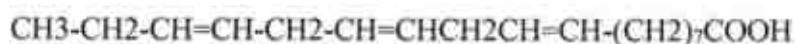
Los ácidos grasos saturados son sintetizados en el organismo y los más comunes son el palmítico, esteárico, araquídico y entre otros mencionados por Silvia, L. (2004). A continuación se presenta una estructura química de un AGS, como es el ácido palmítico.



2.5.1.2. Ácidos grasos insaturados (AGI)

Los ácidos grasos insaturados se caracterizan porque en la cadena hidrocarbonada aparece una doble unión, lo cual introduce una rigidez en la molécula, complicando la química de los ácidos grasos al presentarse dos tipos de isomería; uno de posición y otro geométrico de tipo *cis* - *trans* que le confiere propiedades diferentes a los ácidos grasos, descritos por Silvia, L. (2004).

Por otra parte señalan que la presencia de dobles enlaces en la estructura de un ácido graso cambia notablemente sus propiedades químicas y físicas, mientras un ácido graso saturado puede ser un sólido a temperatura ambiente, el ácido graso mono ó poliinsaturado de igual número de carbono será generalmente un líquido señalados por Ramos, J. (2000). A continuación se presenta una estructura química de un AGI, como es el ácido linolénico.



C18:3 Ácido Linolénico: *cis,cis,cis*-9-12-15-octadecatrienoico

Los ácidos grasos insaturados se clasifican según el número de dobles enlaces y de hidrógenos en la cadena de carbonos, es decir, a menor número de hidrógenos menor saturación. A causa de la presencia de dobles enlaces, los ácidos grasos insaturados son más reactivos químicamente que los ácidos grasos saturados. El grado de insaturación (número de dobles enlaces) determina el punto de fusión, temperatura a la cual la grasa sólida se hace líquida. Si un alimento contiene mayor proporción de ácidos grasos insaturados, se requiere menor temperatura para alcanzar el punto de fusión y al contrario es necesaria más temperatura si contiene mayor cantidad de ácidos grasos saturados, como sucede en la manteca de cerdo que es una grasa de consistencia dura. A

diferencia de los ácidos grasos saturados que tienen una estructura lineal, los insaturados tienen una unión flexible en los dobles enlace, mencionados por Velázquez, G. (2006).

Por lo general, las insaturaciones de los ácidos grasos son del tipo *cis*. Esto hace que la disposición de la molécula sea angulada, con el vértice en la insaturación. Los dobles enlaces en *trans* distorsionan poco la simetría cristalina, que es muy parecida a la de los ácidos grasos saturados, señalados por Pariona, N. (2008).

2.6. Clasificación de Ácidos Grasos Insaturados (AGI)

2.6.1. Ácidos grasos *cis*-monoinsaturados

Su denominación *cis* significa que tienen una unión flexible en este doble enlace y los dos hidrógenos al mismo lado de los carbonos del doble enlace, del total de ácidos grasos *cis*- monoinsaturados que se encuentran en los alimentos, cerca del 92% es ácido oleico, señalados por Velázquez, G. (2006).

2.6.2. Ácidos grasos *cis*-poliinsaturados (AGPI)

Estos ácidos grasos poseen más de un doble enlace, a este grupo pertenecen los ácidos grasos linoleico (dos dobles enlaces) y el α -linolénico (tres dobles enlaces). Estos ácidos forman parte de dos familias importantes los ácidos grasos omega-6 y omega-3. El nombre de cada familia se denomina según la posición del primer doble enlace de la cadena de los ácidos grasos, contando a partir del grupo metilo. Si éste está localizado entre los carbonos sexto y séptimo, el ácido graso pertenece a la familia omega-6, y si está entre los carbonos tres y cuatro a la familia omega-3. Esta misma lógica se aplica para los ácidos omega-9 con doble enlace entre los carbonos nueve y diez. En los alimentos el ácido graso α -linolénico es el principal ácido graso de la familia omega-3, el ácido

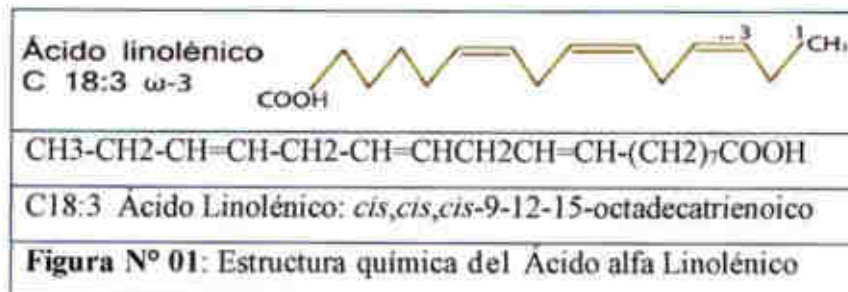
linoleico del grupo de los omega-6 y el oleico de los omega-9, señalados por Velásquez, G. (2006).

Los ácidos grasos poliinsaturados participa en nuevas reacciones químicas importantes en los alimentos, donde los alógenos reaccionan fácilmente con los dobles enlaces de ácidos grasos, la estequiometría de esta reacción se ha utilizado durante largo tiempo como índice de la proporción de los ácidos grasos insaturados en la grasa total, numerosos laboratorios se determina todavía de un modo rutinario el índice de yodo, señalados por Coultate, T. (1998).

Los ácidos grasos poliinsaturados, son especialmente susceptibles a la peroxidación de los lípidos debido a los dobles enlaces presentes en sus cadenas de hidrocarburo; este se debe a que la peroxidación de los lípidos se realiza a través de un mecanismo de radicales libres y los ácidos grasos poliinsaturados son particularmente susceptibles de ser atacados por los radicales libres, indica Miller, D. (2001).

2.6.2.1. Ácido graso alfa Linolénico (Omega-3)

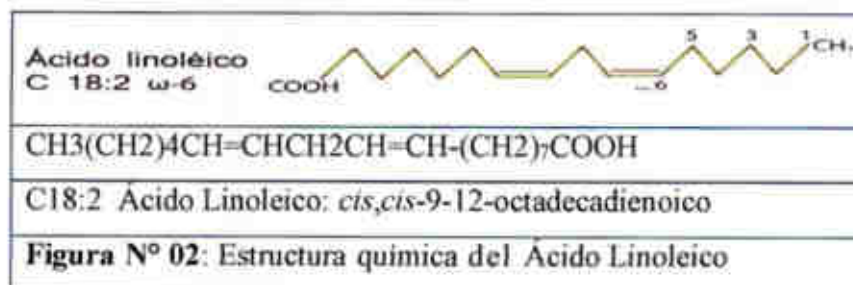
Los ácidos grasos omega-3 (ácido alfa linolénico); son un tipo de grasa poliinsaturada esencial, poseen en su molécula dobles enlaces entre sus átomos de carbono y son esenciales (AGE) porque no puede producirlos el organismo, por lo que deben obtenerse a través de los alimentos. Las propiedades de los omega-3, son vitales para las funciones principales del cuerpo, forman parte de las membranas celulares, regulan el metabolismo y promueven el desarrollo corporal; son claves en el desarrollo neuronal y de la visión y por tanto beneficiosos en el tratamiento de una serie de enfermedades, los cuáles fueron descritos por Miller, D. (2001), la estructura química es la siguiente:



Fuente: Miller, D. (2001).

2.6.2.2. Ácido graso Linoleico (Omega-6)

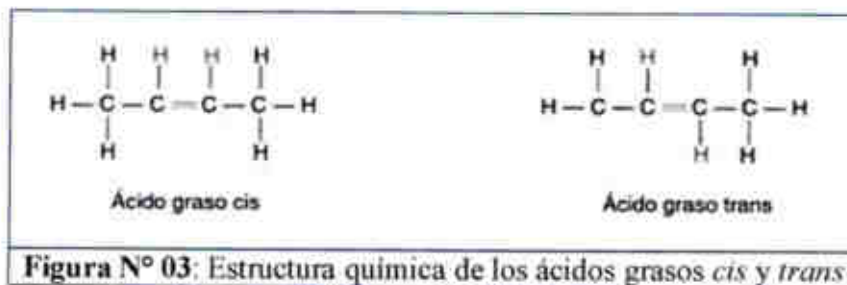
Los ácidos grasos de omega-6 (ácido linoleico); son un tipo de grasa poliinsaturada esencial, son insaturados porque poseen en su molécula dobles enlaces entre sus átomos de carbono, y son esenciales (AGE) porque no puede producirlos el organismo, por lo que deben obtenerse a través de los alimentos (Miller, D. 2001), la estructura química es la siguiente:



Fuente: Miller, D. (2001).

2.6.2.3. Ácidos grasos *trans*

Velásquez, G. (2006), menciona que son ácidos grasos insaturados que contienen por lo menos un doble enlace, los dos átomos de hidrógeno de dicho enlace se localizan a los lados opuestos de éste y no al mismo lado como en la configuración *cis*, la figura N° 03, muestra la estructura química.



Fuente: Velásquez, G. (2006)

Estos ácidos grasos se hallan en forma natural en algunos alimentos, como en la grasa de la leche, de la carne y en las grasas que se obtienen especialmente de los aceites vegetales sometidos al proceso de hidrogenación, como las margarinas y las mantecas. En las últimas décadas ha surgido la preocupación por el consumo de ácidos grasos *trans* y el riesgo de enfermedad cardiovascular. En diversas investigaciones, se afirma que estos ácidos grasos son un riesgo para la salud arterial y coronaria, señalado por Velásquez, G. (2006).

2.7. Perfil de Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)

El Sacha Inchi es una de las fuentes vegetales más grandes de Omega, un ácido graso esencial para la vida del ser humano. Contiene Omega 3 (48 %), Omega 6 (36 %), Omega 9 (9 %), proteínas (33 %) y antioxidantes (50 %). Su consumo le da energía al cerebro, limpia el torrente sanguíneo, y lleva los nutrientes a las células. El Omega 6 se encuentra fácilmente en las pecanas, el maíz, la soya, el algodón, etc., el Omega 3 está en un 5 % en el germen de trigo, en un 7 % en la soya, en 15 % en la semilla de calabaza, y en un 48 % en el Sacha Inchi, reportados por Torres, I. et al; (2009).

Según el Cuadro N° 05 reportados por Pascual, G, et al., (2000), el total de ácidos grasos saturados asciende a solo el 9.08% destacándose el ácido palmítico con un 5.6%, El total de ácidos grasos insaturados es de 90.34%, destacándose el ácido linolénico con un 43.75% y en segundo lugar el ácido linoléico con un 36.99%

valores que demuestran que es altamente insaturado y por lo tanto es factible en la industrialización de aceites comestibles.

CUADRO N° 05:
Perfil de Ácidos Grasos

Ácido Graso	Aceite de Sacha Inchi (%)
Mirístico (14:0)	1.24
Palmitico (16:0)	5.61
Esteárico (18:0)	2.23
Oleico (18:1)	9.60
Linoleico (18:2)	36.99
Linolénico(18:3)	43.75
RESUMEN:	
Saturados	9.08
Monoinsaturados	9.60
Polinsaturados	80.74
Total	99.42

Fuente: Pascual, G, et al., (2000).

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009), 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**. Asimismo el contenido de ácidos grasos fue estudiado por diferentes autores, se cita a Mejía, M. (2006), que reportan concentraciones de aproximadamente 50% para C18:3 ω 3 (α -linolénico) y 36 % C18:2 ω 6 α -linoleico, respectivamente analizados por cromatografía de gases con detector de ionización a llama (GC-FID).

Las semillas del sachá inchi tienen un contenido de 44,5% de aceite como mínimo, encontrándose ecotipos hasta con 54% de aceite; es rico en vitaminas A y E, en cantidades suficientes para la salud humana. Contiene 562 calorías y un índice de yodo de 192. Supera a todas las semillas oleaginosas utilizadas en el mundo para la producción de aceites para consumo humano y en mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados (llega hasta 93,6%) y en menor porcentaje de grasas saturadas. Es el de mayor contenido de poliinsaturados; en promedio está compuesto de 46.81% de ácido graso esencial alfa linolénico omega 3, con 36,80% de ácido graso

esencial linoleico omega 6 y 8,28% de ácido oleico omega 9; el contenido de ácidos grasos saturados es 6,39% en promedio, 3,85% de palmítico y 2,54% de esteárico, encontrados por Manco, E. (2003).

CUADRO N° 06:
Contenido de ácidos grasos en sachá inchi
y otras oleaginosas

Nutrientes (%)	Semillas oleaginosas							
	Sachá inchi	soya	maíz	maní	girasol	algodón	palma	oliva
Aceite total	54	19		45	48	16		
palmítico	3.85	10.5	11	12	7.5	18.4	45	13
Esteárico	2.54	3.2	2	2.2	5.3	2.4	4	3
Oleico	8.28	22.3	28	43.3	29.3	18.7	40	71
Linoléico	36.8	54.5	58	36.8	57.9	57.7	10	10
Linolénico	46.81	8.3	1			0.5		1

Fuente: Manco, E. (2003).

Valles, S. M., (2012); En una investigación realizada sobre obtención de “leche” de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) con la evaluación de eficiencia de pre tostado en las almendras se sachá inchi; indica, que los ácidos grasos, demuestra la persistencia ante el tratamiento térmico en un 81,28% que es un valor importante para la alimentación y se cuantifico un 42,19% de ácido linolénico, 30,93 % de ácido linoléico y 8,16% de ácido oléico.

En comparación a los aceites de todas las semillas oleaginosas, el Sachá Inchi es el más rico en ácidos grasos insaturados, llega hasta 93.6 %, en promedio está compuesto de: 48.60 % de ácido graso esencial alfa linolénico, 36.80 % de ácido graso esencial linoleico y 8.28 % de ácido oleico, tiene el más bajo contenido de ácidos grasos saturados, 6.39 % en promedio, 3.85 % de palmítico y 2.54 % de esteárico, señala Juárez, V, et al., (2015). En el Cuadro N° 07, se muestra el perfil de ácidos grasos encontrados por diversos autores.

CUADRO N° 07:
Contenido de ácidos grasos
en aceite de sachá inchi

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS	A	B	C	D	E
C16:0 Palmítico	4,50%	4,46%	4,40%	3,80%	3,79%
C18:0 Esteárico	3,20%	3,23%	3,20%	2,90%	2,65%
C18:0 Oleico	9,60%	9,61%	9,60%	8,60%	8,77%
C18:2 Linoleico	36,80%	36,84%	36,80%	33,80%	33,67%
C18:3 Linolénico	45,20%	45,15%	45,10%	48,80%	50,73%

A: Anaya, J. (2003); B: Hamaker, B, et al., (1992), C: FAO;
D: Aitzetmueller, K., & Bruehl, L. (2012); E: Bondioli, P, et al., (2006).

2.8. Importancia de los ácidos grasos esenciales (AGE)

Los ácidos grasos esenciales son aquellos que deben suministrarse en la alimentación e incluyen miembros tanto de la serie de omega 6 y omega 3 (FAO/OMS). Los ácidos linoléico y alfa linolénico; se consideran ácidos grasos esenciales, porque no pueden ser biosintetizados y son necesarios para importantes funciones corporales, como el crecimiento y el funcionamiento normal cerebral, por este motivo deben ser proporcionados por la dieta, sugeridas por Acuña, P. (2007).

Es considerada como una fuente de energía metabólica, sin embargo, hoy se sabe que ellos aportan algunos ácidos grasos específicos que son indispensables para la vida, señalado por Silvia, L. (2004).

2.9. Tostado de Semillas de Sachá Inchi

El tostado es una operación esencial y uno de los procesos de transformación más frecuente para nueces y semillas oleaginosas, esta operación busca aumentar la palatabilidad del producto. Asimismo el tostado destruye los microorganismos indeseables e inactiva la mayor parte de las enzimas que favorecen el deterioro del producto en el almacenaje, señalados por Burcham, P. C., & Kuhan, T., (1996).

El tratamiento térmico de los granos, produce muchos cambios, no sólo en las características físicas y el sabor, sino también en la composición química. Muchos estudios han demostrado que el tratamiento térmico preserva los efectos benéficos de salud por la mejora de la actividad antioxidante, señalados por Dewanto, V, et al., (2002). Según Boekel, M, et al. (2010), el tostado es importante para aumentar la seguridad de los alimentos mediante la eliminación de patógenos y la mejora de los parámetros de calidad mediante la creación de un sabor más deseable y el perfil de textura para el consumidor; Asimismo el tostado también puede proporcionar un aumento de la biodisponibilidad y la funcionalidad de ciertos componentes nutricionales.

McDaniel, K. (2011), evaluó el tostado en maníes a temperaturas en el rango de 147-187 °C y tiempos entre 10 y 70 minutos, señalando que durante el tostado los tocoferoles ayudan a prevenir la oxidación de los maníes mediante la interrupción de las reacciones en cadena de radicales libres, con el incremento de tiempo y calor, se espera que el contenido de tocoferoles disminuya a medida que se utiliza como un antioxidante. Sin embargo, se ha reportado que la capacidad antioxidante de los maníes tostados es significativamente mayor que la de los maníes crudos, señalados por Davis, J, et al., (2010). Los maníes crudos contienen un nivel inicial de antioxidantes inherente, durante el tostado algunos antioxidantes se pierden debido a la inestabilidad de calor, mientras que otros se formarán a través reacciones químicas tales como la reacción de Maillard, señalado por Acar, O, et al., (2009). Mientras que Oliviero, T, et al., (2009), señala que el tostado es un método de tratamiento térmico que utiliza calor seco y provoca que los compuestos fenólicos se degraden y quedan ligados a estructuras poliméricas, dependiendo de las condiciones de tostado.

Existen tostadoras tradicionales y eléctricas; Durante el tostado de semillas oleaginosas, la temperatura alcanza valores elevados, superiores a 100°C acelerando las reacciones de auto oxidación. De hecho, tostado de la semilla de

sacha inchi, inicia y aumenta la oxidación de los lípidos así como la formación de compuestos carbonilados, indicados por Bett, K, L., & Bobylston, T, D., (1992).

Según las entrevistas a la asociación del fundo carmen pampa en distrito de Echarati y tiendas de expendio de sacha inchi tostada en la ciudad de Cusco y Abancay, donde indican el rango de temperaturas de tostado de 115° C a 140° C, en un rango de tiempo de 20 a 30 min, usando tostadora convencional.

La temperatura de tostado aparece como el factor más importante y más influyente sobre la oxidación de los lípidos de las semillas de sacha inchi, las tasas de oxidación de las semillas oleaginosas aumentan considerablemente con la elevación de la temperatura de proceso. La duración del proceso tiene por el contrario una influencia menor sobre los niveles de oxidación y el tiempo de vida posterior, por lo cual la duración del proceso tostado largos asociados a temperaturas moderadas (130-150°C) son en general recomendadas para obtener una estabilidad oxidativa óptima, señalados por Perren, R., & Escher, F., (2007).

2.10. Reacciones térmicas y de oxidación térmica de AGPI

El desarrollo de las reacciones térmicas que se produce durante el calentamiento depende de la composición del lípido y de las condiciones de tratamiento. El tratamiento térmico en la ausencia de oxígeno de los lípidos insaturados dan lugar fundamentalmente a dímeros a compuesta cíclicos. Uno de los mecanismos fundamentales implica la ruptura hemolítica con un enlace C-C simple en posición diferente respecto al doble enlace, con la formación de radicales, indicado por Wong, D. (1995). Los factores que afectan la estabilidad de los lípidos de las nueces y granos incluyen la manipulación en el transporte, la transformación industrial y los factores ambientales durante la distribución. Ellos comprenden el contacto de la luz con el grano, el nivel de oxígeno presente durante el almacenaje, la presencia de metales catalizadores de la oxidación, la humedad alrededor del grano, y la cantidad de calor a la cual es expuesto el grano durante

el tostado, controlar todos esos factores tiene una gran importancia a fin de mantener una buena calidad del producto final, señalado por Primo, E. (1998).

2.11. Descripción de las utilidades

Según el estudio de estrategias de comercialización, en entrevistas a los consumidores potenciales de Cusco, Lima, Abancay; comprobaron que todavía el producto no es conocido. A excepción del 17% que manifestaron conocer, un 62% no tiene referencias del producto. A nivel de los entrevistados que sí conocen, encontramos que consumen el Sacha Inchi tostado en un 32% señalado por Huamani, T. (2009).

CUADRO N° 08:
Modalidades de consumo del sachá inchi

Productos	%
Tostado	32.00
Aceite	24.00
Mantequilla de sachá inchi	13.00
Turrón de sachá inchi	12.00
Snacks	8.00
Tamal de sachá inchi	7.00
Aji de sachá inchi	8.00
Otros productos	17.00
TOTAL	>=100

Fuente: Huamani, T. (2009)

2.12. Proceso de Elaboración Sacha Inchi Tostada

En la figura N°04, muestra el diagrama de flujo de procesos de elaboración de sachá inchi tostada, y su posterior extracción del aceite con la finalidad de analizar los componentes de ácidos grasos.

2.12.1. Recepción de materia prima

Según Valles, S.M., (2012), indica que para el proceso de recepción se debe tener en cuenta las características externas e internas, asimismo aplicando tanto el BPM y BPH en ambiente de trabajo adecuado, donde las semillas son recepcionadas a temperatura ambiente.

2.12.2. Limpieza y selección

En estos procesos se realiza un adecuado control de calidad de la materia prima al separar las almendras que no están aptas como también aquellos residuos ajenos a la materia prima a procesar, las semillas se seleccionan separando impurezas, lavándolas para eliminar polvo y arena provenientes de la zona de recolección y venta. Seguidamente se realiza un oreado por 24 horas a temperatura ambiente, según Valles, S, M., (2012).

Son seleccionadas aquellas que estén enteras, totalmente provistas de su primera capa leñosa, sin manchas de enmohecimiento o signos de algún tipo de deterioro.

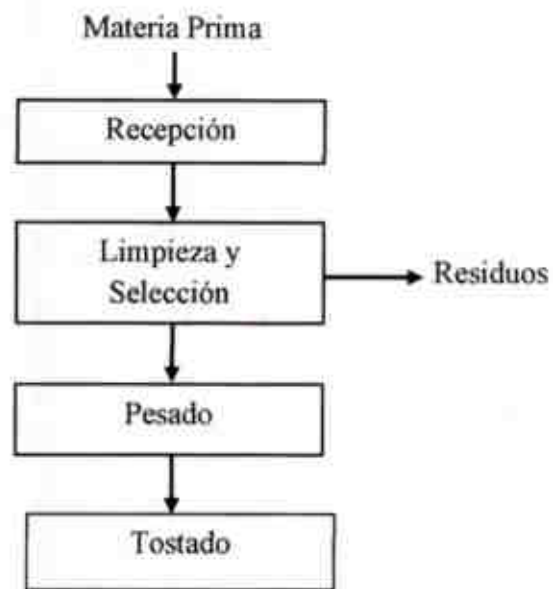
2.12.3. Pesado

En este proceso la materia prima seleccionada es pesada en balanza electrónica poder obtener el rendimiento final de nuestro producto, señalados por Valles, S, M., (2012).

2.12.4. Tostado

Es el método tradicional de preparar el sachá inchi para usos alimenticios, aparentemente remueve el sabor amargo de las semillas crudas. Se han realizado ensayos experimentales de obtención de galletas, panes y otros productos, descritos por Valles, C,R., (1991).

Figura N° 04:
Diagrama de Flujo de Procesos de elaboración
Sacha Inchi Tostada



Fuente: Zorrilla, D. C. (2015)

CAPITULO III

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Lugar de ejecución

La parte experimental de la tesis se realizó en Laboratorio de Química de la Universidad San Antonio Abad del Cusco de Alimentos y Laboratorio de Química de la UNAMBA.

3.2. Materia prima

Las semillas de sacha inchi de especie *Plukenetia volubilis L.*, utilizadas en este trabajo fueron obtenidas del Fundo Carmen Pampa, Sector Lucmapata, Distrito Echarati, Provincia La Convención, Región Cusco. Las semillas de 10 kg, fueron transportadas en bolsas kraft a temperatura ambiente (aproximadamente 15°C) en mes de Julio del 2017 y fueron procesadas en mes de Agosto del 2017.

3.2.1. Características y delimitación.

Para realizar las pruebas experimentales se trabajó con las semillas de Sacha inchi de la variedad *Plukenetia*, por ser la variedad que contiene un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados de omegas 3 y 6, proveniente de la Región Cusco, Provincia de La Convención, distrito de Echarati, Fundo Carmen Pampa.

3.2.2. Muestra

La muestra de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*), es obtenido del Fundo Carmen Pampa, Sector Lucmapata, Zona 18 L, Coordenadas UTM 761141.12 E, 8581179.09 N y Altitud 1,619.14 m.s.n.m.

CUADRO N° 09:
Coordenadas punto de muestreo:
sacha inchi

Sector	Fundo	Coordenadas utm		Altitud
		Este	Norte	m.s.n.m
Lucmapata	Carmen Pampa	761141.12	8581179.09	1,619.14

3.2.3. Tamaño y cálculo de la muestra

El tamaño y cálculo de la muestra se determinó por el método de muestreo por cuotas, debido a que la técnica de muestreo es no probabilístico, realizándose este muestreo por mi persona y el asesor. La cantidad de muestra utilizada para el presente estudio es de 10 kg.

3.3. Tipo y nivel de la Investigación

La investigación es aplicada, porque contribuye a la solución del problema tecnológico; con la determinación de los parámetros adecuados como temperatura y tiempo del tostado de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) como fuente en contenido de ácidos grasos poliinsaturados; se tendrá el conocimiento de la estabilidad térmica y por ende la utilización de ácidos grasos poliinsaturados proveniente de Sacha inchi en la producción de diversos alimentos. El nivel de la investigación es experimental, porque han sido manipuladas las variables independientes, los cuales son: temperatura y tiempo durante el tratamiento térmico de tostado; ocasionando efectos a la variable dependiente que es: sachá inchi tostada con valor funcional.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se estableció por etapas para facilitar el estudio y para conseguir los objetivos que se han planteado; para ello se empleó diagrama de flujo, cromatogramas, gráficas y cuadros, utilizando las técnicas de recolección de datos, la observación y reporte de los datos, para ello se emplearon *load method*, como instrumento de recolección de datos, donde está conectado como un amplificador electrónico al equipo cromatógrafo de gases. Las pruebas y experimentos se realizarán por triplicado en cada uno de ellos, el promedio obtenido de los tres resultados ha sido el dato más confiable, para tratamiento de datos estadísticos se utilizó *IBM SPSS Statistics 22*.

3.5. Materiales, equipos y reactivos

Los materiales, equipos y reactivos empleados para la investigación, se muestran en los Cuadros N°10 y N°11.

3.5.1. Elaboración de semillas tostadas de sachá inchi

CUADRO N° 10:

Materiales y equipos para elaboración de semillas tostadas de sachá inchi

Materiales	Características
Semillas de sachá inchi	Tostadas, almacenadas en refrigeración máx. 24 horas, envueltas en papel kraft (20 gr.)
Plato de acero inoxidable	Acero inoxidable, provisto con tapa, capacidad para 1 kg.
Equipos	Características
Horno Rotatorio para semillas	Marca: DryMega, con capacidad hasta 8kg por batch, acero inoxidable, T°: interna: 80 – 250°C; con dimensiones de L*A*H: 1.5*0.5*0.8.
Balanza Granataria	Marca: Thermolab, capacidades hasta 2,5 kg, precisión de hasta 0,1 ó 0,01 g, Rango de tara completo, Plato de acero inoxidable, Shockprotect Protección™ contra sobrecarga y golpes.

3.5.2. Análisis del perfil de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)

CUADRO N° 11:

Materiales, equipos y reactivos para análisis de AGPI

Materiales	Características
Mortero	Material vidrio, Marca: PYREX, incluye pilón de vidrio.
Placas de pesaje	Material polipropileno de baja densidad, cap. 10 gr.
Gradillas	Material polipropileno de baja densidad, cap. 24 tubos de ensayo de 20 ml.
Matraz Erlenmeyer	Marca: PYREX, Volumen de 500 ml, provisto de tapa con rosca.
Pipetas	Marca: PYREX, Volumen de 1 ml, 5ml, 10 ml.
Papel filtro	Grado FP0856, Hahnemühle Fineart (Alemania)
Tubos de ensayo	Marca: PYREX, Volumen de 10 ml, provisto con tapa de rosca
Viales	Marca: PYREX, Volumen de 1 ml, provisto de tapa con rosca
Equipos	Características

Balanza analítica	Balanza analítica Marca: METTLER Modelo: AJ150 Capacidad máxima/Precisión: 150g/0,0001g Marca Ohaus S:±0.0001g.
Campana-Extractor de gases	Marca: CRUMA Modelo: Captair EFD-5
Agitador	Marca: IKA VORTEK Modelo: IKA 2, 3000 rpm
Centrifuga	Marca: METLER, 3000 RPM - 1800G Rotors and Adapters are Included.
Cromatógrafo de gases	Cromatógrafo: Agilent 6890N Detector de Masas Agilent 5975B. Inyector Automático: 7683B Columna: DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um Film.
Desionizador de agua	Simplicity UV MILLIPORE
Reactivos y soluciones	Características
Hexano	Solvente orgánico de pureza al 96%, con punto de ebullición dentro del rango 40 – 60°C, TEDIA (EE.UU)
Metil éster DB 23	Estándar FAMES DB 23. FAME Mix 10 mg/mL, SUPELCO (EE.UU.)
Hidróxido de Potasio	Pureza de 90 -95%, código: 2815200000
Gas Helio	De LINDE GAS PERU SAC, estructura cristalina hexagonal, N° EINECS 231-168-5

3.6. Métodos de Análisis

3.6.1. Análisis del Perfil de AGPI

El análisis de perfil de AGPI en semillas tostadas, fue realizado en los cuatro tratamientos T1, T2, T3 y T4 y en muestra control (sin tostar).

Método Analítico: Método AOAC 965.49 (2000).

Principio: Se determinó según el método reportado por Michotte, D, et al., (2011), con ligeras modificaciones (Anexo N° 01), ya que la dilución que se inyectó al cromatógrafo de gases fue de 0.2 ul de extracto/110 ml de helio en un vial. Este método se basa en la metilesterificación de los ácidos grasos, de esta forma se da la extracción de los esteres metílicos de ácidos grasos,

los cuales luego fueron inyectados en el cromatógrafo de gases para su cuantificación y las condiciones de Análisis de ácidos grasos (Anexo N° 02).

Las curvas de calibración para los ácidos grasos fueron construidos con diferentes concentraciones de esteres metilicos de ácidos grasos dentro del rango de 6-90mg/l (Anexo N° 03). Los resultados fueron expresados como g de ácidos grasos por 100 g de almendra, en base seca (b.s).

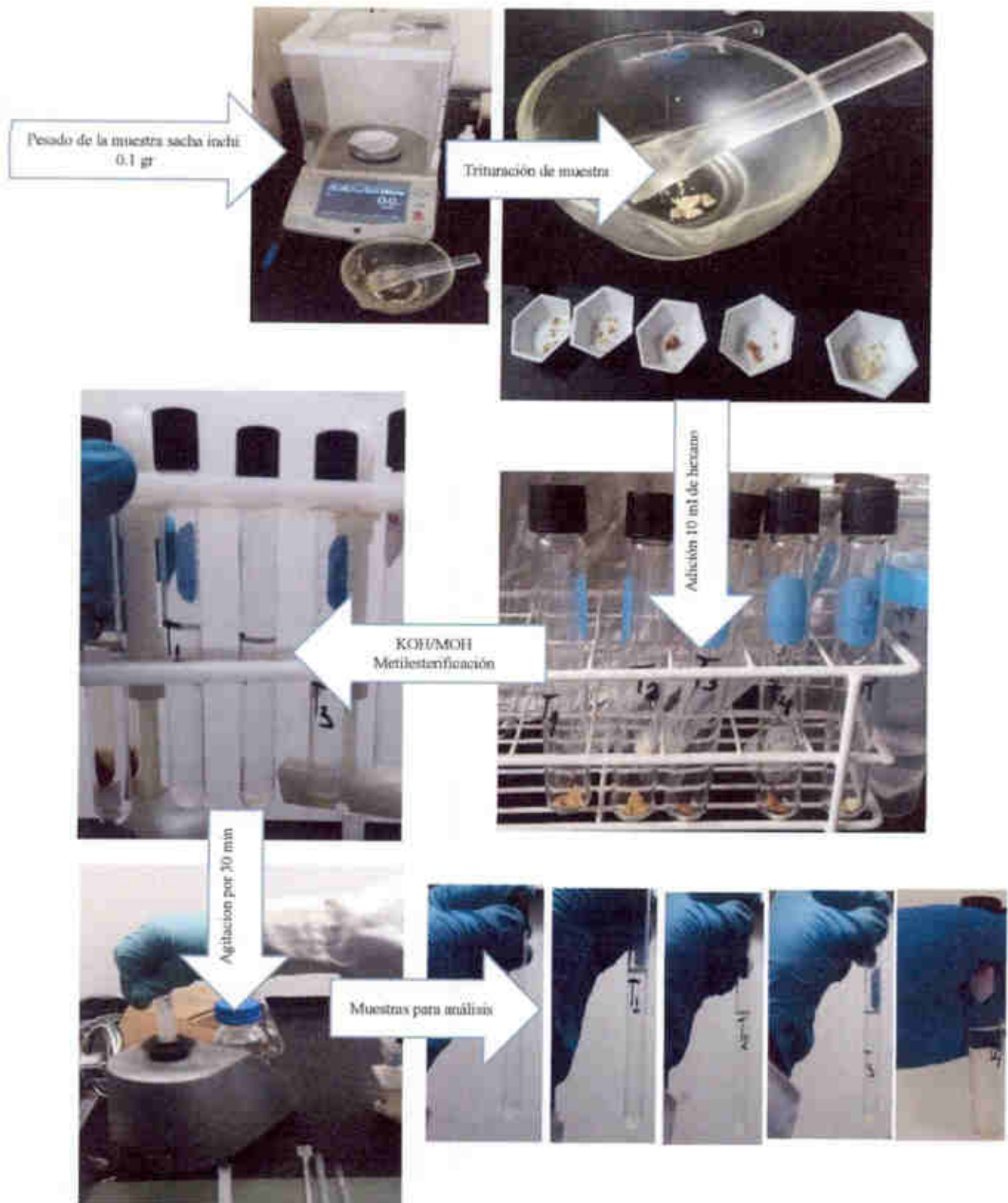
3.6.1.1. Tratamiento de la muestra

Antes de análisis de los ácidos grasos poliinsaturados, las muestras de semilla de sacha inchi han sido molidas, pesadas aprox. de 0.1 gr, extrayendo la grasa con 10 ml de hexano al 96% que luego han sido sometidas a reflujo durante 30min, el contenido obtenido es filtrado, dónde se observó una porción residual, y finalmente se culminó la extracción con hexano, al residuo liquido aceitoso es filtrada con hidróxido de potasio anhidro en reactivo de Metil éster DB 23, se agitó por 30 min, pasando por una centrifugación por 5 min, finalmente se tomó la muestra de la capa superior de 0.2 ul en un vial de 1ml y rápidamente se sometió al análisis por cromatografía de gases para evitar la autooxidacion de éstas.

3.6.1.2. Análisis de AGPI en cromatografía de gases

El análisis de ácidos grasos fue realizado en cromatografía de gases, equipado con un detector de ionización de llamas e integrador electrónico. Se utilizó una columna DB 23 capilar de sílica fundida, con 60 m. de longitud x 0.25mm de diámetro interno y conteniendo 0.15 µm de polietilenglicol, volumen de inyección de 0.2 ul.

Figura N° 05:
Tratamiento de muestra para análisis AGPI



3.6.1.3. Condiciones del equipo cromatógrafo de gases Agilent 6890N

Las condiciones fueron: inyección manual, modo Split, relación Split 1:1, temperatura del horno inicial 140°C en una razón de 3 °C/min; gas de arrastre: helio en una razón de 0.8 ml/min; gas make – up: helio a 30 ml/min.

- **Temperatura del Horno:** inicial 140°C

- **Rampa:**

Pasos	°C/min	temp °C	Final time
Inic.	0	140	
1	0	140	5.00
2	5.00	230	12.00

- **Tiempo de Corrida** : 35.00 min
- **Puerto de Inyección** :
- **Modo** : Split
- **Relación de Split** : 1:1
- **Temp. Inicial** : 225°C
- **Tipo de Gas** : Helio
- **Flujo** : 0.8 ml/min
- **Volumen de Inyección** : 0.2ul



FOTO N° 06: Condiciones del equipo cromatógrafo de gases Agilent 6890N.



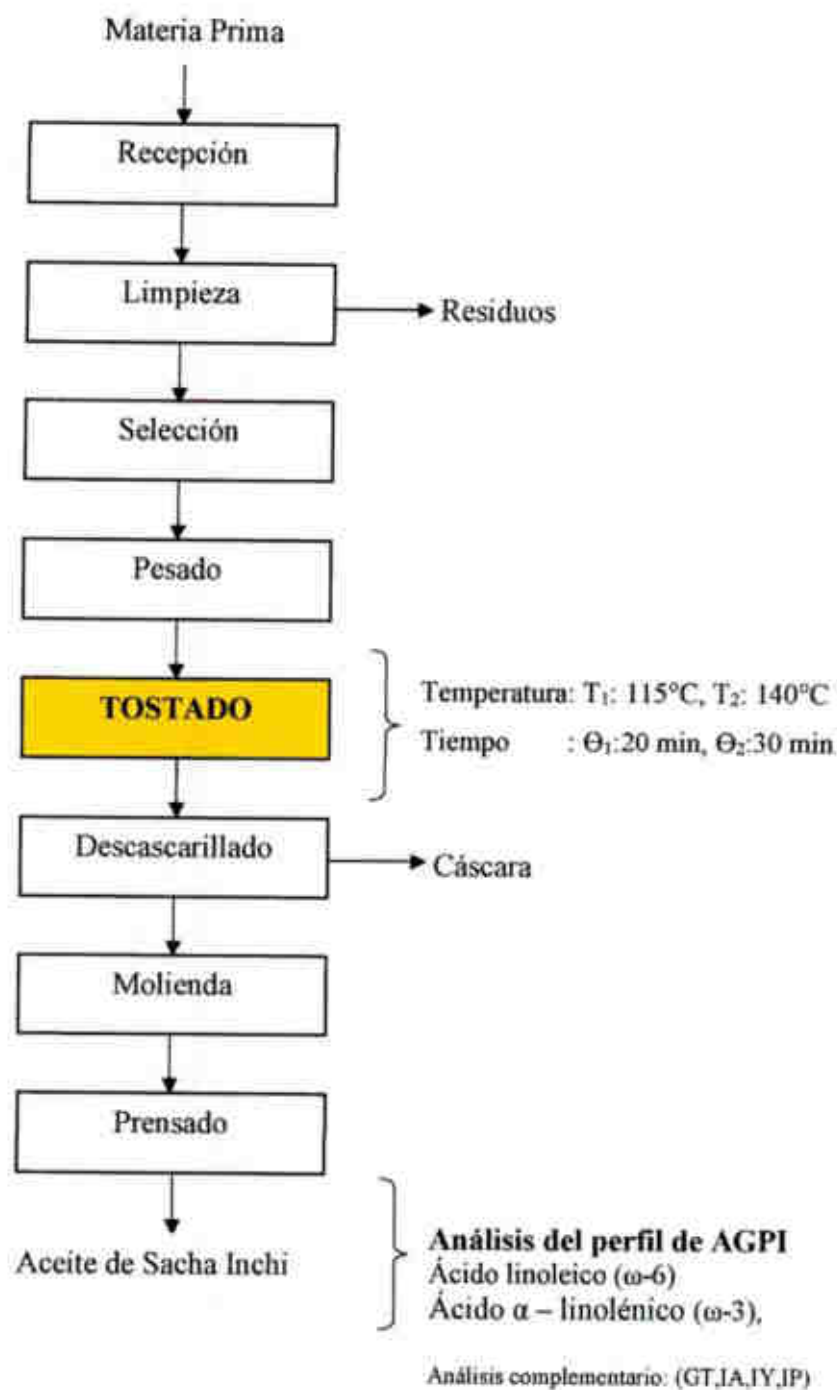
FOTO N° 07: Análisis de AGPI en CG Agilent 6890N

3.7. Metodología Experimental

3.7.1. Procesos de Elaboración de Sacha Inchi Tostada

Esta etapa consiste en obtener semillas de sachá inchi tostadas a diferentes condiciones de tratamiento térmico (T1, T2, T3 y T4). Al no existir un flujograma validada, se propone el siguiente diagrama de flujo definitivo a partir de la información bibliográfica encontrada. En la figura N° 07, se muestra el flujograma de elaboración para el tostado de semillas de sachá inchi y su posterior análisis del perfil de AGPI.

Figura N° 06:
Flujograma de la Experimentación
 (Elaboración de Semillas de Sacha Inchi Tostadas)



3.7.1.1. Recepción

La materia prima (semillas de sachá inchi) es recepcionada en bolsas de papel kraft a temperatura ambiente (15°C), y se acondiciona sobre la mesa de trabajo para el proceso, como se muestra en la Foto N°08.



FOTO N° 08: Recepción de semillas de sachá inchi

3.7.1.2. Limpieza

Se realizaron un adecuado control de calidad de materia prima, al separar las almendras que no están aptas, las semillas se limpian separando impurezas, lavándolas para eliminar polvo y arena provenientes de la zona de recolección y venta, como se muestra en la Foto N°09.



FOTO N° 09: Limpieza de semillas de sachá inchi

3.7.1.3. Selección

Las semillas han sido seleccionados, aquellas que estén enteras, totalmente provistas de su primera capa leñosa, sin manchas de enmohecimiento o signos de algún tipo de deterioro, como se muestra en la Foto N° 10.



FOTO N° 10: Selección de semillas enteras, sin manchas de enmohecimiento

3.7.1.4. Pesado

En este proceso las semillas de sachá inchi seleccionada es pesada en balanza granataria, como se muestra en la Foto N°11.



FOTO N° 11: Pesado de semillas de sachá inchi

3.7.1.5. Tostado

Las semillas han sido tostados en un horno rotatorio como medio de transferencia de calor, a temperaturas y tiempos determinados, teniendo un control estricto del control de las variables, se evaluaron las temperaturas de tostado de 115°C y 140 °C, y para cada una de ellos se consideraron como tiempos de tostado: 20 min y 30 min; cada muestra representó 500 gr de semillas y concluida cada tratamiento se dejaron enfriar las semillas hasta alcanzar temperatura ambiente, como se aprecia en las Foto N° 12 a N°15.



Muestra Control (sin tostar) $T_1 = 115^\circ\text{C} \times 20 \text{ min}$



Muestra Control (sin tostar) $T_1 = 115^\circ\text{C} \times 20 \text{ min}$

FOTO N° 12:
Tratamiento 1: Tostado a los parámetros de:
Temperatura 115°C por 20 min





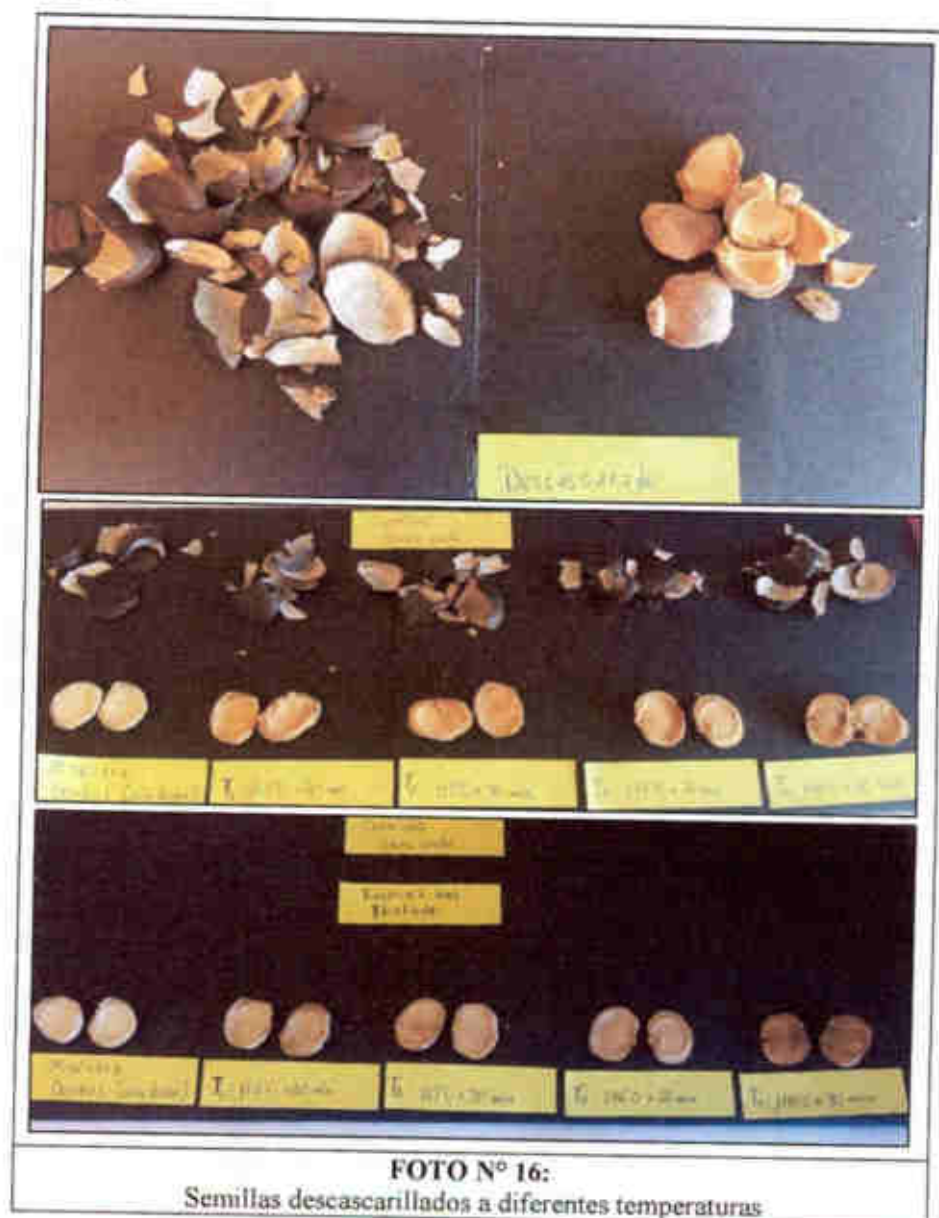
FOTO N° 14:

Tratamiento 3: Tostado a los parámetros de:
Temperatura 140°C por 20 min



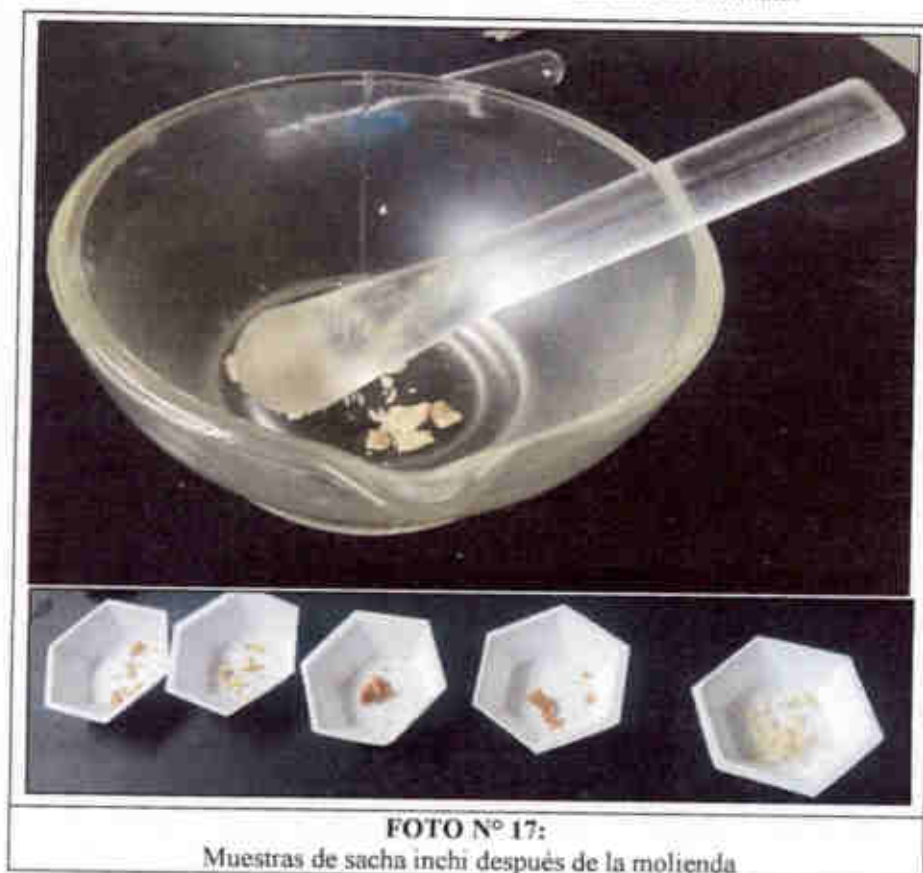
3.7.1.6. Descascarillado

Se realizó manualmente, con la finalidad de separar la cáscara de las almendras, para ello se realizó dando un pequeño golpe a la semilla para separar las almendras de la cascara, como se muestra en la Foto N°16.



3.7.1.7. Molienda

Esta operación se realizó con un molino convencional de disco, tratando de obtener una harina de partícula fina menor a 1mm, después han sido conservadas en oscuridad a -20°C hasta el momento de análisis.

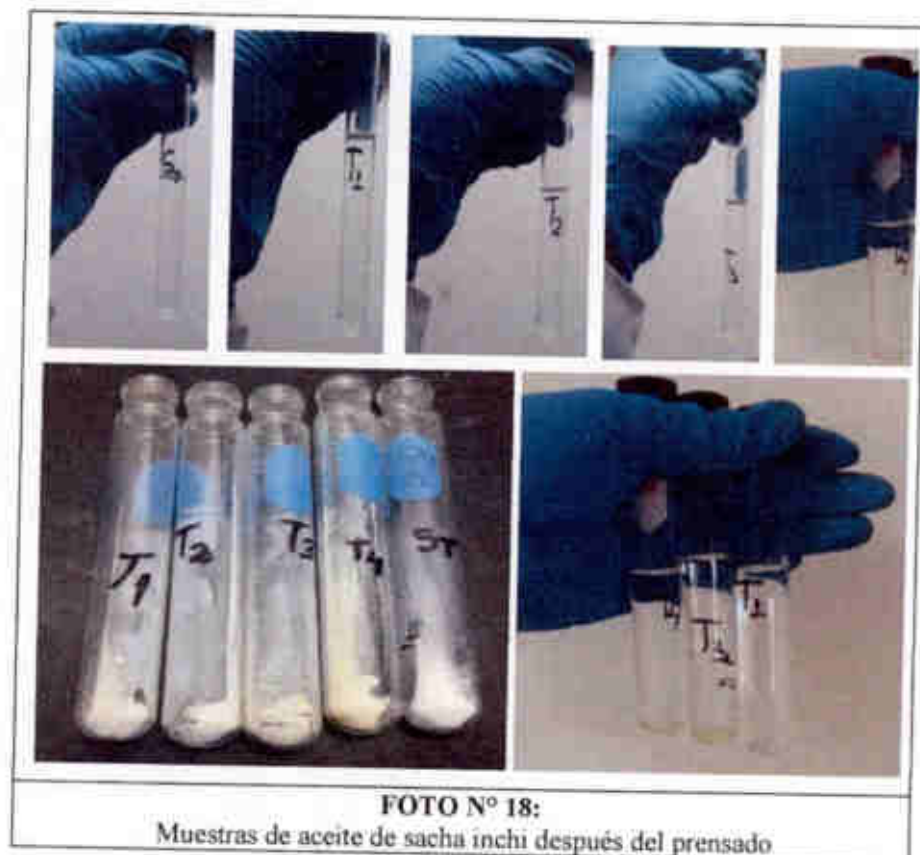


3.7.1.8. Prensado

Para la obtención de aceite de sachá inchi, se realizó con el método de prensado en frío con una prensadora hidráulica, que es un proceso mecánico libre de químicos para extraer aceite de semillas y nueces (Para análisis de GT, IA, IY, IP); durante el prensado no se aplica ningún calor externo. Se colocó la muestra de Sachá Inchi en el cilindro

extractor, y después el mismo es sometido lentamente a la presión hasta alcanzar la requerida a temperatura ambiente, con la ayuda de la palanca de activación se mantiene la presión constante durante el tiempo correspondiente para el ensayo, el cual se controló mediante el uso de un cronómetro. El aceite se recoge en un beacker de 50 ml, culminado el tiempo de extracción se acciona la válvula que alivia la presión en la prensa hidráulica. P: 1000 lb/pulg².

Sin embargo para analizar el perfil de AGPI, se han extraído con hexano, que es un método utilizado para muchos aceites convencionales y que generalmente se usa para lograr altos volúmenes de producción y productividad.



3.8. Método y diseño de la Investigación

3.8.1. Método de la Investigación

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el método experimental, donde los resultados se recolectaron, mediante la observación directa, con la ayuda del equipo e instrumentos de análisis y medición como un cromatógrafo de gases para la determinación de perfil de ácidos grasos poliinsaturados; su análisis y reporte de resultados. Para el perfil de AGPI se solicitó los servicios de análisis a Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) – Cusco, para culminar la investigación.

3.8.2. Diseño de la Investigación

Para evaluar la influencia de temperatura y el tiempo de tostado sobre los ácidos grasos poliinsaturados, se categorizaron las variables independientes en 2 niveles, como se muestra en el cuadro N°12, establecidos en base a trabajos e investigaciones citados en los antecedentes.

CUADRO N° 12:
Niveles de las variables independientes

Variables	Niveles	
Variable X ₁	115°C	140°C
Variable X ₂	20 min	30 min

Donde:

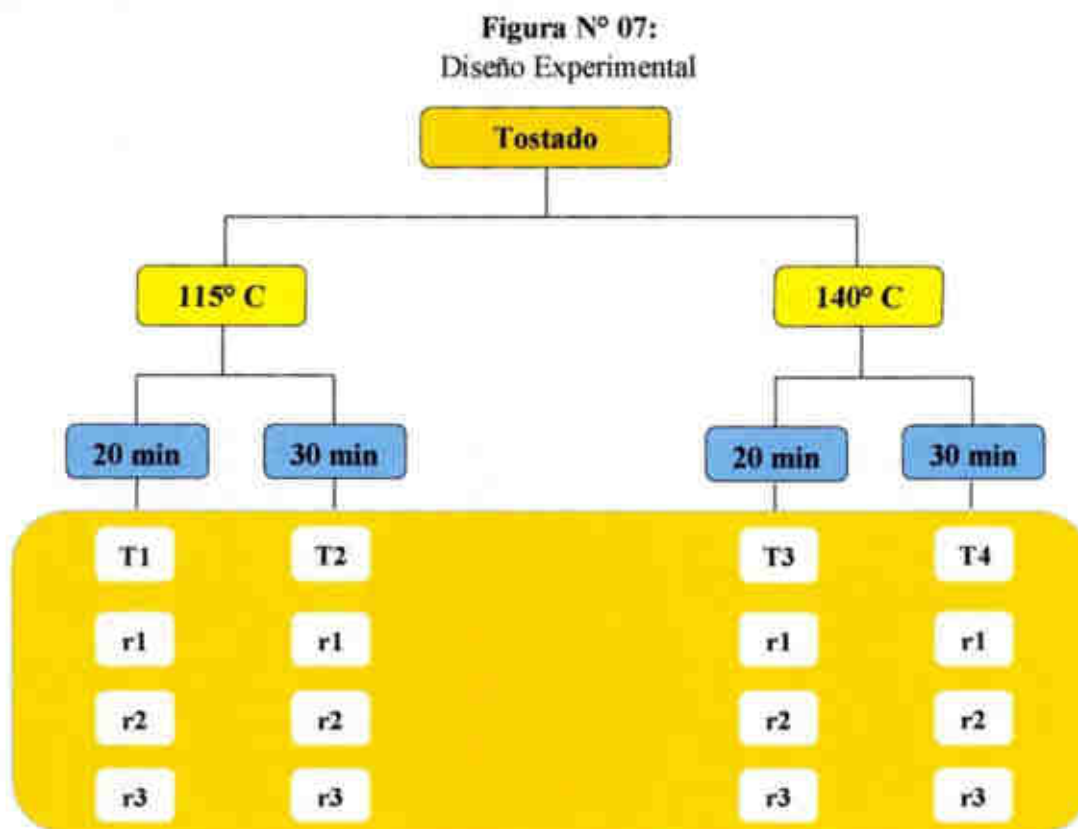
Variable X₁: Temperatura de tostado (°C)

Variable X₂: Tiempo de tostado (min)

CUADRO N° 13:
Diseño Factorial Propuesto: 2^{k-2}

TRATAMIENTO	FACTOR				RESPUESTA			N° Repeticiones
	Temperatura de tostado		Tiempo de tostado		R1	R2	R3	
	(°C)		(min)					
	115	140	20	30				
1	115	140	20	30				3
2	115	140	30	20				3
3	140	115	20	30				3
4	140	115	30	20				3
TOTAL								12

El diseño de la investigación es diseño factorial de 2^k ; dónde las variables a manipular son; temperatura y tiempo durante el tratamiento térmico de tostado.



El diseño experimental se detalla en la figura N° 07, donde se procesaron los 4 tratamientos, cada uno con sus respectivas 3 repeticiones, haciendo un total de 12 repeticiones.

3.9. Análisis Estadístico

El análisis de varianza se desarrolló con diseño factorial 2^2 , 2 tiempos y 2 temperaturas, con 3 repeticiones, como muestra el Cuadro N°12, un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$); Asimismo se realizaron pruebas comparativas de Tuckey, para ello se utilizó el paquete estadístico (*IBM SPSS Statistics 22*).

Modelo Estadístico:

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

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo nivel del factor A

β_j es el efecto del j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ representa el efecto de interacción en la combinación ij

ε_{ijk} es el error aleatorio que supone sigue una distribución con media cero y varianza constante σ^2 y son independientes entre sí.

Para que la estimación de los parámetros en este modelo sea única, se introducen las restricciones:

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i = \sum_{j=1}^b \beta_j = 0 \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^a (\alpha\beta)_{ij} = \sum_{j=1}^b (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

Es decir, los efectos dados en el modelo son desviaciones respecto de la media global.

Hipótesis a evaluar y análisis de varianza:

Para el Factor A: Temperatura de tostado

H_0 : Efecto A = 0

H_1 : Efecto A \neq 0

H_0 : $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a = 0$

H_1 : $\alpha_i \neq 0$ para algún i

Para el Factor B: Tiempo de tostado

H_0 : Efecto B = 0

H_1 : Efecto B \neq 0

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b = 0$

H_1 : $\beta_j \neq 0$ para algún j

Para la interacción AB: Temperatura y tiempo de tostado

H_0 : Efecto AB = 0

H_1 : Efecto AB \neq 0

H_0 : $(\alpha\beta)_{ij} = 0$ para todo ij

H_1 : $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ para algún ij

El ANOVA para un diseño factorial $a \times b$ con n réplicas resulta de descomponer la variación total como:

$$SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_E$$

La suma de cuadrados totales es:

$$SCT = \sum \sum \sum y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} \quad TC = \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

Suma de Cuadrados de efectos principales:

$$SC_A = \sum \frac{Y_{i..}^2}{bn} - TC$$

$$SC_B = \sum \frac{Y_{.j.}^2}{an} - TC$$

La tabla de ANOVA está dada por:

CUADRO N° 14:
Modelo de ANOVA para el Diseño
de la Investigación (factorial 2^2)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Media cuadrática (CM)	Estadístico FC
tratamientos	t-1	SCT	$CMT = \frac{SST}{t-1}$	$\frac{CMT}{CME}$
Factor A	a-1	SSA	$CMA = \frac{SSA}{a-1}$	$\frac{CMA}{CME}$
Factor B	b-1	SSB	$CMB = \frac{SSB}{b-1}$	$\frac{CMB}{CME}$
Interacción A*B	(a-1)*(b-1)	SSAB	$CMAB = \frac{SSAB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CMAB}{CME}$

Error experimental	$Ab(r-1)$	SSE	$CME = \frac{SSE}{ab(r-1)}$	
Total	$Ab(r-1)$	SST		

Para evaluar estadísticamente los efectos de la temperatura y el tiempo de tostado se realizó un análisis de varianza ANOVA a un 95% de confianza, optimizando los resultados ayudados con otro software llamado *IBM SPSS Statistics 22* y method load que está conectado al equipo de cromatógrafo de gases.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de perfil ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en muestra control

En la muestra control (semillas de sachá inchi sin tostar), se determinó el porcentaje de ácido linoleico (ω -6) y ácido α -linolénico (ω -3), que se utilizó como patrón de comparación con los resultados de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 luego de tostado a diferentes temperaturas y tiempos; y determinar la pérdida de estos ácidos grasos poliinsaturados durante el proceso de tostado. El método empleado es AOAC 965.49 (2000) de official method fatty acids in oils and fats, por cromatografía de gases.

CUADRO N° 15:
Análisis de AGPI Muestra Control en g/100g en base seca.

AGPI Muestra Sin Tostar	Perfil de AGPI (g/100g)			
	r1	r2	r3	\bar{X}
Ácido linoleico (ω -6)	35.6700	35.9800	35.1200	35.5900 \pm 0.01
Ácido α -linolénico (ω -3)	44.1200	44.8600	45.2300	44.7367 \pm 0.01

Método AOAC 965.49 (2000)

El perfil cromatográfico de AGPI en la presente investigación, presentaron un 35.59% de ácido linoleico y 44.73% de ácido α -linolénico en muestras sin tostar; los mismos ácidos grasos han sido reportados en el aceite de la *P. huayllabambana* por Muñoz, A, et al., (2013) y por Ruiz, C, et al., (2013). Chirinos, R, et al., (2013) encontraron en 16 cultivares de la *P. volubilis* rangos de valores entre 12.4 - 14.1 y 12.8 - 16.0 g/100 g de semillas (b.s.) para el ácido linoleico y α -linolénico, respectivamente; mientras que Gutiérrez, L, et al., (2011), reportaron para *P.*

volubilis de procedencia colombiana valores de 14.4 y 22.0 g/100 g semilla para el ácido linoleico y α -linolénico, respectivamente. Las diferencias encontradas con los resultados del presente estudio son atribuidos a las variedades estudiadas y tratamiento de muestra.

4.2. Análisis del Perfil de AGPI

En el cuadro N° 16, se puede notar los resultados del perfil de AGPI en muestras de semillas tostadas (T1, T2, T3 y T4) cuatro tratamientos y muestra control (sin tostar).

CUADRO N° 16:
Perfil de AGPI en muestra de semillas de sachá inchi
Sometida a diferentes temperaturas y tiempos de tostado
(g/100 g de almendra, b.s.)^{1,2}

Ácido Graso Poliinsaturado AGPI	TRATAMIENTOS				
	ST ¹	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
	(g/100 g)				
ACIDO PALMITICO (C16:0)	4.160	4.450	4.708	4.682	4.632
ACIDO ESTEARICO (C18:0)	2.903	3.674	3.159	3.424	3.454
ACIDO OLEICO (C18:1)	12.610	17.612	19.107	16.777	23.284
ACIDO LINOLEICO (C18:2)	35.590	33.073	32.627	34.183	30.283
ACIDO α -LINOLENICO (C18:3)	44.737	41.190	40.397	40.933	38.347

¹ Promedio de tres repeticiones

Las muestras de sachá inchi sometidas a cuatro tratamientos de tostado (T1, T2, T3 y T4), bajo un control riguroso de preparación de las muestras por triplicado, han sido encontrados cinco AGPI entre los más importantes son: ácido linoleico (ω -6) en un 33.59%, ácido α -linolénico (ω -3) en un 44.73%, ácido oleico un 12.61%, ácido palmítico un 4.16% y ácido esteárico en un 2.90%. Es así que, Guerra P, E., & Obregón L, A., (2015), en un estudio realizado sobre el efecto del tostado por método convencional y tratamiento por microondas en granos de sachá inchi (*plukenetia volubilis*), con el tratamiento convencional a temperatura de 120°C por 35 min, encontraron un ácido linoleico 38.28% y 43.76 % de ácido linolenico, mientras

Romero, L. (2014), indica que bajo condiciones de temperatura 115°C, se encontraron Ácido Linoléico de 34.67% y Ácido Linolénico de 38.84%.

4.2.1. Degradación del Ácido Linoleico (ω -6)

En el cuadro N° 17, se puede observar la degradación del ácido linoléico (ω -6), en semillas tostadas a temperaturas de 115°C y 140°C por 20 min y 30 min, con respecto a la muestra control sin tostar.

CUADRO N° 17:

Contenido de Ácido linoléico (ω -6) en muestra de semillas de sachá inchi Sometida a diferentes temperaturas y tiempos de tostado (g/100 g de almendra, b.s.)^{1,2}

Tratamiento	Ácido linoléico (ω -6) (g/100 g b.s)			
	r1	r2	r3	\bar{X}
Control (Sin Tostar)	35.6700 ± 0.01	35.9800 ± 0.03	35.1200 ± 0.01	35.5900 ± 0.02 ^a
T1 (115°C por 20 min)	33.2400 ± 0.02	32.9700 ± 0.05	33.0100 ± 0.04	33.0733 ± 0.03 ^b
T2 (115°C por 30 min)	32.3400 ± 0.03	32.5600 ± 0.04	32.9800 ± 0.01	32.6267 ± 0.02 ^c
T3 (140°C por 20 min)	34.6500 ± 0.01	34.1200 ± 0.01	33.7800 ± 0.02	34.1833 ± 0.01 ^d
T4 (140°C por 30 min)	30.1200 ± 0.02	30.4500 ± 0.03	30.2800 ± 0.02	30.2833 ± 0.02 ^e

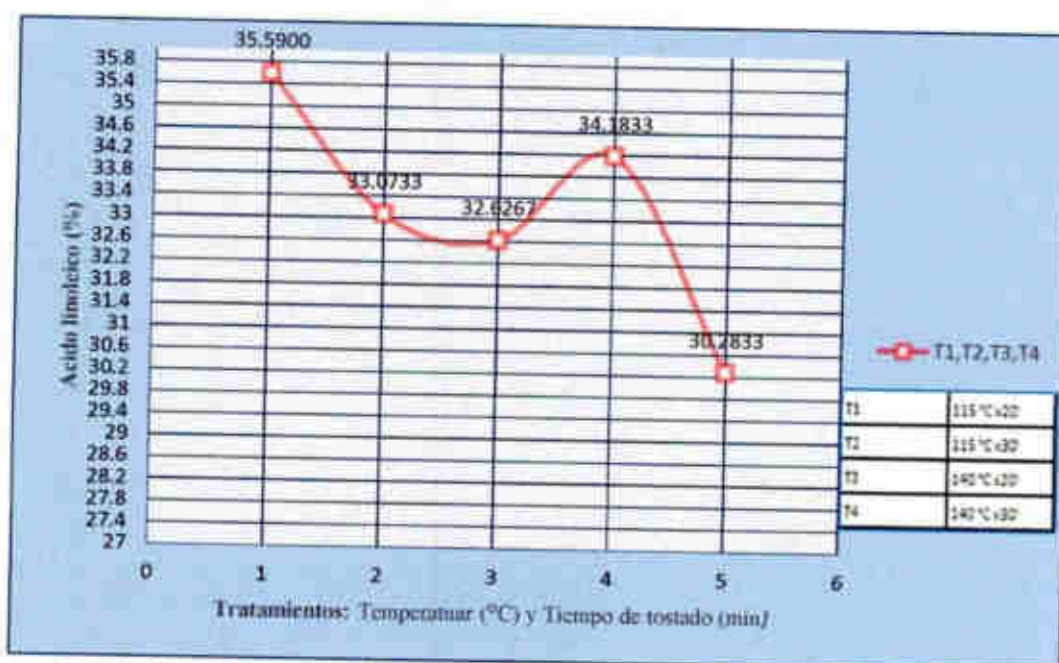
¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

A medida que incrementó la temperatura del tostado se observa que hay una disminución en el contenido del ácido linoléico (ω -6), con respecto a la muestra inicial (sin tostar), se puede apreciar el mayor contenido en ácido linoléico (ω -6) de 33.07% al tratamiento de tostado de 115°C por 20 min, y el menor contenido en ácido linoléico (ω -6) de 30.28% al tratamiento de 140°C por 30 min, concluyendo que el tostado incrementa la cantidad de aceite

extraído respecto al control, debido a que se ve favorecida la dilatación de las células vegetales facilitando por tanto la disponibilidad del aceite a la extracción y por ende de ácidos grasos.

Figura N° 08:
Degradación del contenido de AGPI Ácido linoleico (%)
Sometidas a diferentes tratamientos de tostado



En la figura se puede observar que a medida que aumenta la temperatura de tostado, existe degradación en el contenido de ácido linoleico, donde los dobles enlaces se rompen de la configuración *cis* a *trans*, y es mucho más fácil a temperaturas mayores a 140°C, y donde las cadenas de carbono del ácido graso es débil cuando aumenta en sus características fisicoquímicas, como análisis complementario se tiene a T° 140°C por 30 min un índice de acidez de 2.2677 %, 23.69 meq O₂/kg de aceite y 157.28 g iodo/100 g de aceite, como resultados complementarios de la presenta investigación se puede apreciar los análisis fisicoquímicos (Anexo N°06).

Al respecto Zorrilla, D. (2015), las semillas de sachá inchi tostados a temperaturas de: 100, 120, 140, 160 y 180 °C por 10, 20 y 30 minutos. A medida que incrementó la intensidad del tostado se observó que hubo una ligera variación en el contenido de los diferentes ácidos grasos, los mayores contenidos de ácidos grasos en las almendras se encontraron en los tratamientos de tostado de 100 °C y los menores contenidos al tratamiento de 180 °C por 30 min, en 14,4 g/100 g de ácido linoleico. Además Pascual, G, et al., (2000), sobre extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), con diferentes parámetros de tratamiento térmico, concluyendo el tratamiento térmico más adecuado a una temperatura de 105°C y un tiempo de 30 minutos, se determinó el perfil de ácidos grasos insaturados en un 90,34%, destacándose el ácido linoleico con un 36,99%, que relativamente coinciden con el T3 de la presente investigación.

Sin embargo Rodríguez, G, et al., (2015), en un estudio sobre estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), sometido a 110 °C por 50 min, evidencia decaimiento de ácidos poliinsaturados, reportando ácido linoleico en composición inicial de $33,184 \pm 0,26$ g/100g y composición final de $20,038 \pm 0,09$ g/100g.

De la misma manera Guerra P, E., & Obregón L, A., (2015), en un estudio realizado sobre el efecto del tostado por método convencional y tratamiento por microondas en granos de sachá inchi (*plukenetia volubilis*), con el tratamiento convencional a temperatura de 120°C por 35 min, encontraron un ácido linoleico 38,28%, mientras Romero, L. (2014); en una investigación realizada sobre Influencia de la variación de la temperatura sobre el rendimiento y la calidad en la extracción del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), bajo condiciones de temperatura 115°C, se encontraron Ácido Linoleico de 34,67%.

4.2.2. Degradación de Ácido α -Linolénico (ω -3)

En el cuadro N° 18, se puede observar la degradación del ácido α -linolénico (ω -3), en semillas tostadas a temperaturas de 115°C y 140°C por 20 min y 30 min, con respecto a la muestra control sin tostar.

CUADRO N° 18:

Contenido de Ácido α -linolénico (ω -3) en muestra de semillas de sachá inchi sometida a diferentes temperaturas y tiempos de tostado (g/100 g de almendra, b.s.)^{1,2}

Tratamiento	Ácido α -linolénico (ω -3) (g/100 g b.s)			
	r1	r2	r3	\bar{X}
Control (Sin Tostar)	44.1200 ± 0.03	44.8600 ± 0.01	45.2300 ± 0.02	44.7367 ± 0.02 ^a
T1 (115°C por 20 min)	41.5600 ± 0.02	40.8900 ± 0.01	41.1200 ± 0.01	41.1900 ± 0.01 ^b
T2 (115°C por 30 min)	40.8700 ± 0.02	40.3400 ± 0.03	39.9800 ± 0.02	40.3967 ± 0.02 ^c
T3 (140°C por 20 min)	41.0400 ± 0.01	40.9800 ± 0.03	40.7800 ± 0.03	40.9333 ± 0.02 ^c
T4 (140°C por 30 min)	38.6700 ± 0.01	38.2300 ± 0.01	38.1400 ± 0.02	38.3467 ± 0.01 ^d

¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

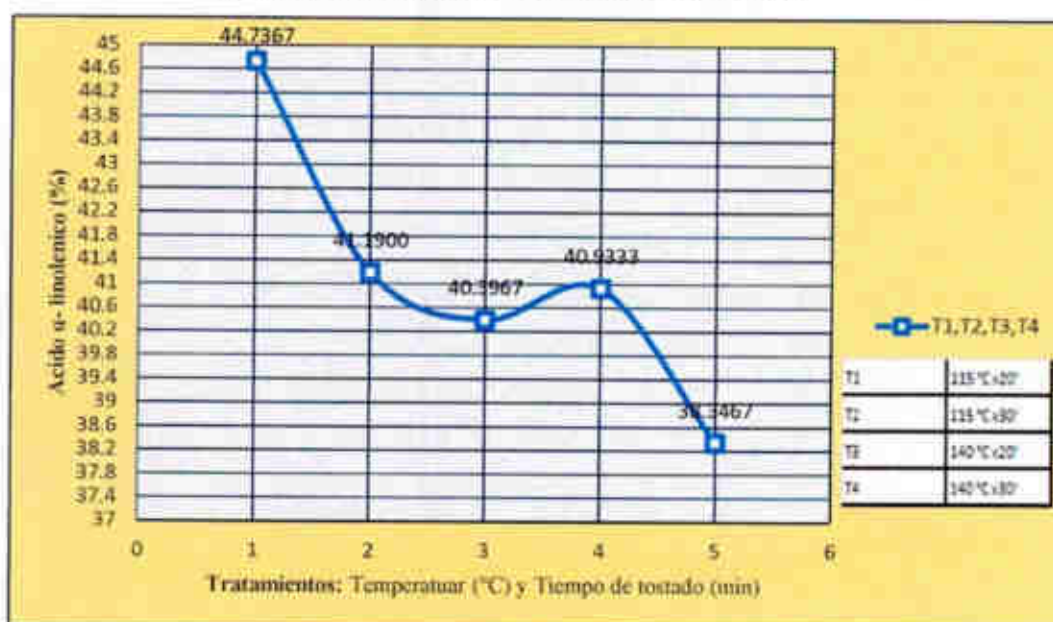
² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

A medida que incrementó la temperatura del tostado se observa disminución en el contenido del ácido α -linolénico (ω -3) con respecto a la muestra inicial (sin tostar), se puede apreciar el mayor contenido en ácido α -linolénico (ω -3) de 41.19% al tratamiento de tostado de 115°C por 20 min, y el menor contenido en ácido α -linolénico (ω -3) de 38.34% al tratamiento de 140°C por 30 min, al igual que el ácido linoléico (ω -6), ocurre que los dobles enlaces se rompen de la

configuración *cis* a *trans*, y es mucho más fácil a temperaturas mayores a 140°C, y las cadenas de carbono del ácido graso es débil cuando aumenta en sus características fisicoquímicas como índice de acidez, índice de peróxidos y de índice de iodo.

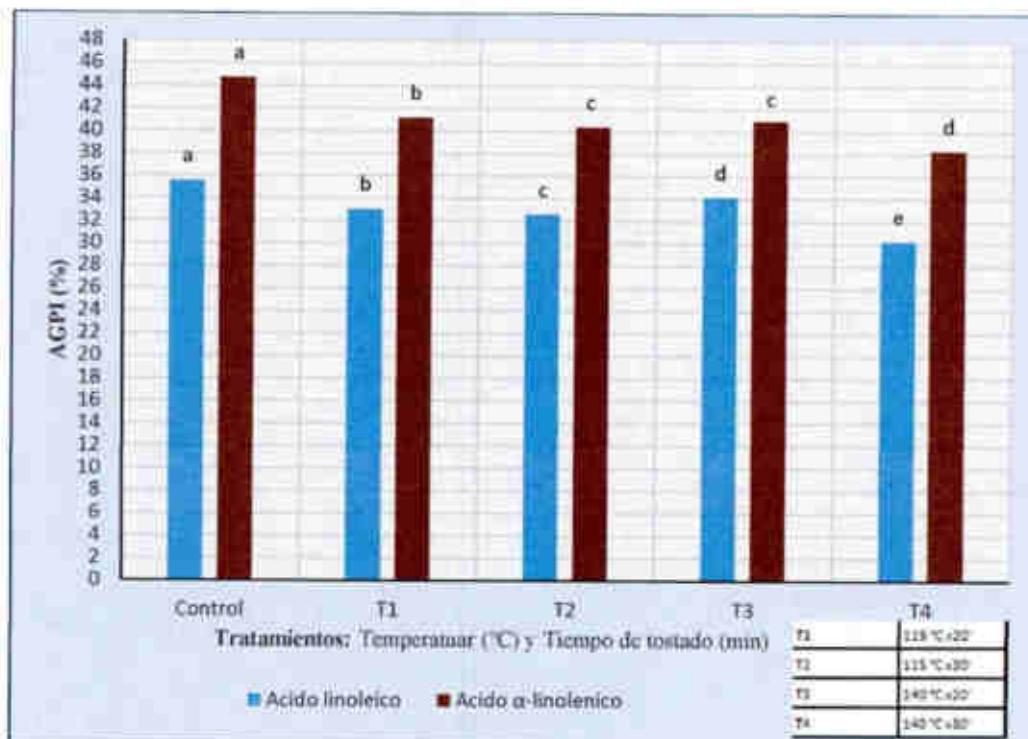
Figura N° 09:

Degradación del contenido de AGPI ácido α -linolenico (%)
Sometidas a diferentes tratamientos de tostado



En la figura se puede observar que a medida que aumenta la temperatura y tiempo de tostado, existe degradación en el contenido de ácido α -linolénico (ω -3), el tratamiento T2, T3 no existen diferencias significativas ($p < 0.05$); sin embargo con el T1 y T4 existen diferencias significativas en cuanto a la temperatura de tostado, y se teoriza que el ácido α -linolénico (ω -3), se degrada de 44.7367 ± 0.02 g/100 g a 38.3467 ± 0.01 g/100 g en base seca, recomendando que el T1 es la que conserva mejor el contenido de ácido α -linolénico en 41.1900 ± 0.01 g/100 g en base seca.

Figura N° 10:
 Degradación del contenido de AGPI (%)
 Sometidas a diferentes tratamientos de tostado



Barras con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la figura se observa la degradación de AGPI principalmente del ácido linoleico de 33.07 g/100 g a 30.28 g/100 g en base seca y de ácido α -linolénico de 41.19 g/100 g a 38.34 g/100 g en base seca, sometidas a tratamientos de tostado 115°C por 20 min y 140°C por 30 min. Cisneros, F.H., et al., (2014), en el estudio sobre el tostado de las semillas de sacha inchi, encontró que el tostado no tuvo efecto significativo sobre el perfil de ácidos grasos del aceite; sin embargo, los autores emplearon temperaturas y tiempos de tostado

inferiores (75 - 102 °C por un máximo de 10 min) a los evaluados en el presente trabajo.

Además se demuestra aún la persistencia ante el tratamiento térmico en un 85.72% que es un valor importante para la alimentación, siendo el porcentaje de degradación del ácido linoleico (ω -6) en 14.91% y ácido α -linolénico (ω -3) en 14.28%, los gráficos del perfil cromatográfico para cada tratamiento se muestran en el Anexo N°09. Donde se cuantifico un 44.73% de ácido α -linolénico y 35.59 % de ácido linoleico, tratamiento T1 sin tostar, Merino, C. (2009) reporto un 40,43 % de ácido alfa- linolénico y 41,09 % de ácido linoléico, datos provenientes del aceite de la almendra sin ningún tratamiento térmico, mientras Arana, A., & Paredes, D., (2008) reportan análisis en aceites de semillas que recibieron tratamiento térmico a 77°C, 85,2°C y 101,2°C; concluyendo que las altas temperaturas influye en la composición de ácidos grasos esenciales principalmente de ácido α - linolénico y ácido linoleico.

En un estudio realizado por Báez, L., et al., (2013), en la elaboración de barra energética a base de las semilla de Sacha Inchi, empleando la temperatura de horneado de barra energética que fue de 232°C por 10 minutos, según el perfil de ácidos grasos poliinsaturados se encontraron una relación de 1.5 de omega-3 y omega-6, el cuál no coincide con los tratamientos de la presente investigación, y se deduce que la exposición a altas temperaturas reduce considerablemente la composición de ácidos grasos. Por otro lado, en una tesis de investigación realizada por Aire Y, L., & Taipe K, S., (2011), ha encontrado los parámetros tecnológicos de procesamiento óptimo (tratamiento T3): nivel de tostado bajo con 8 min y 90 – 95 °C de temperatura; Asimismo los mismos autores evaluaron la cantidad de ácidos grasos polinsaturados hallando un 34.94 g/100 de grasa de Ácido linoleico (Omega 6) y 50.72 g/100 de grasa de Ácido linolenico (Omega 3); lo resultados de la presente investigación según en T3,

coincide con lo reportado por este autor; Según Chasquibol, N, et al.,(2013), en un estudio realizada sobre optimización del proceso de extracción de semilla de sachá inchi, en donde las temperaturas de tostado han sido de T° 80°C por un tiempo de 25 min, T° 125°C por un tiempo de 25 min y T° 140°C por un tiempo de 30 min, éstas sometidas en un horno rotatorio para semillas , encontrándose un 25% de Ácido linoleico (Omega 6) y 55% de Ácido linolenico (Omega 3), se concluye que 115°C es la temperatura optima de tostado de semillas de semillas de sachá inchi.

CUADRO N° 19:
Grado de degradación de AGPI
Ácido α -linolénico (ω -3)
Ácido linoléico (ω -6)

TRATAMIENTO	FACTOR (Tratamiento térmico)				Contenido de AGPI g/100g (b.s.)		Relación de AGPI	Grado de degradación (%)	
	Temperatura (°C)		Tiempo (min)		ω - 6	ω - 3		ω -6/ ω -3	ω - 6
	115	140	20	30					
ST (control)					35.5900	44.7367	0.80	0.00%	0.00%
T1	115		20		33.0733	41.1900	0.80	7.07%	7.93%
T2	115		30		32.6267	40.3967	0.81	8.33%	9.70%
T3	140		20		34.1833	40.9333	0.84	3.95%	8.50%
T4	140		30		30.2833	38.3467	0.79	14.91%	14.28%

La relación óptima entre el ácido linoleico y el ácido α -linolénico en la dieta, en la mayoría de casos, reportados en la literatura con valores que oscilan entre 4:1 a 5:1, sin exceder 10:1.

Valles, S, M., (2012); indica que durante el tratamiento de tostado de las semillas de sachá inchi a 103°C por 6 min, cuantificó un 42,19% de ácido linolénico, 30,93 % de ácido linoléico y 8,16% de ácido oléico. Indica que la degradación de los ácidos grasos se relaciona con un aumento de los ácidos grasos saturados.

También se observa la generación del ácido graso trans omega-6 linole-láidico (15,75%) que es un isómero geométrico del ácido linoleico, esto se debe a que los hidrógenos alílicos en doble enlace *cis* están más expuestos y accesibles para la abstracción en ácidos grasos *cis* que en sus isómeros *trans*, por lo tanto, los ácidos grasos *cis* oxidan más fácilmente que sus contra-partes *trans*.

La degradación de AGPI, afectan la composición fisicoquímica como es el índice de acidez, índice de peróxidos y de todo a medida que aumenta la temperatura de tostado, en el Anexo N°06, indica que el contenido del índice de acidez aumentó significativamente para el aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) con el incremento de temperatura y tiempo de tostado de las semillas, se incrementó de un valor de 0.3305%, para el aceite obtenido a partir de la almendra sin tostar (control) a valores entre 0.8708% a 2.2677%, para las almendras tostadas a las diferentes temperaturas. El valor obtenido en la muestra control fue similar al 0.3% de ácido oleico encontrado por Maurer, N, et al., (2012) para un aceite de sachá inchi comercial. También fue menor al 3.0% de ácido oleico del aceite de sachá inchi de procedencia colombiana, encontrado por Follegati, R, et al., (2009).

Entonces se concluye que la temperatura de tostado aparece como el factor más importante y más influyente sobre la degradación de los AGPI, la duración del proceso tiene por el contrario una influencia menor.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se determinó que el tratamiento térmico de tostado de las semillas de Sacha inchi variedad *Plukenetia volubilis L.* influyen en la degradación de ácidos grasos poliinsaturados, esencialmente del ácido linoleico (ω -6) y ácido α -linolénico (ω -3).
2. El tostado de las semillas de *Plukenetia volubilis L.*, afecta en la degradación del contenido de los ácidos grasos poliinsaturados, principalmente de ácido linoleico (ω -6) de 35.59 g/100g a 30.28 g/100g y ácido α -linolénico (ω -3) de 44.74 g/100g a 38.34 g/100g sometidas a T4 (140°C por 30 min), respecto a la muestra control (sin tostar).
3. El ANOVA al 95% de confianza, muestra que la temperatura de tostado es el factor más influyente en la degradación de ácido linoleico (ω -6) y ácido α -linolénico (ω -3), mientras que el tiempo de tostado tiene una influencia menor, no existen diferencias significativas ($p < 0.05$).
4. Se ha identificado que el tratamiento T1 (115°C por 20 min) es el que reporta mejor contenido de ácido linoleico (ω -6) de 33.07 g/100g y ácido α -linolénico (ω -3) de 41.19 g/100g.
5. El tratamiento T4 (140°C por 30 min) es el que arroja una disminución en el contenido de ácido linoleico (ω -6) un 30.28 g/100g y ácido α -linolénico (ω -3) un 38.34 g/100g, a medida que aumenta la temperatura del tostado influye en la degradación de estos ácidos grasos poliinsaturados y se debe a que los dobles

enlaces se rompen cambiando de la configuración *cis* a *trans*, y las cadenas de carbono del ácido graso es débil cuando aumenta en sus características fisicoquímicas como el índice de acidez, índice de peróxidos y del índice de iodo, siendo el grado de degradación del ácido linoleico (ω -6) en 14.91% y ácido α -linolénico (ω -3) en 14.28%, con respecto a la muestra control sin tostar.

6. El tostado de las semillas de *Plukenetia volubilis* L., provoca un deterioro oxidativo tal como se observó con el incremento del índice de acidez, índice de peróxidos y la disminución del índice de iodo a medida que aumenta la temperatura y tiempo de tostado.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda a la Asociación del Fundo Carmen Pampa y las tiendas de la ciudad de Abancay y Cusco, donde se expende productos a base de sachá inchi; los parámetros de temperatura y tiempo de tostado es de 115°C por 20 min, por reportar mejor el contenido en ácido linoleico (ω -6) y ácido α -linolénico (ω -3).
2. Se sugiere realizar un estudio para determinar la influencia del tostado en la vida de anaquel tanto de las semillas de *Plukenetia volubilis* L., y en el aceite, para determinar el tiempo de vida útil.
3. El porcentaje de aceptación de los productos a base de omegas 3 y 6, entre las personas consumidoras se amplía una demanda del mismo, por lo tanto, las semillas provenientes de los campos de siembra de sachá inchi podría ser aprovechada para producción, industrialización del aceite y exportación de la semilla.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografías

1. Acar, O. et al., (2009): Direct evaluation of the total antioxidant capacity of raw and roasted pulses, nuts and seeds. *European Food Research and Technology*. 229(6). 961-969 Pp.
2. Adrianzén, N. et al., (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. *Rev. Agroindustrial Science, Agroind Sci 2*, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.
3. Aire Y, L., & Taipe K, S., (2011): Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), Tesis para optar Título de Ingeniero de Industrias alimentarias en la Universidad Daniel Alcides Carrión, Chanchamayo. 99 Pp.
4. Alcázar, J. (2002): *Diccionario Técnico en Industrias Alimentarias*, II edición, ISBN 9972-9639-0-X. 14 Pp.
5. Anaya, J. (2003): Proyecto Omega. Plan de comercialización de aceite y harina proteica de Inca Inchi. Agroindustrias Amazónicas. Lima. 17 pp.

6. Ángeles, J. (2000): Determinación de la estabilidad del aceite crudo y semi refinado de la semilla de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) sometidas a temperatura variable y almacenamiento, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Tesis, Pp 07.
7. AOAC American Organization of Analytical Chemists (1998): International Official Methods of Analysis. 16 ed. Gaithersbur. Estados Unidos.
8. Arana, A. & Paredes, D. (2008): Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) extraído de semillas tostadas a diferentes condiciones. Tesis USIL, Lima- Perú.
9. Báez, L., *et al.*, (2013): Elaboración de una barra energética a base de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) como fuente de omegas 3 y 6, Universidad San Francisco de Quito, Facultad de ciencias e ingeniería, Ecuador, Tesis, Pp 7-11.
10. Baldeón, D. *et al.*, (2015): Utilización de *plukenetia volubilis* (sacha inchi) para mejorarlos componentes nutricionales de la hamburguesa, Universidad Estatal Amazónica, Tena – Ecuador, Enfoque UTE, V.6-N.2, pp.59 – 76, ISSN: 1390-6542.
11. Bett, K, L., & Bobylston, T, D., (1992): Effect of storage on roasted peanut quality, Lipid Oxidation in Foods, American chemical Society, USA. 322 al 343 Pp.
12. Boekel, M. *et al.*, (2010): A review on the beneficial aspects the food processing. Molecular Nutrition & Food Research 54(9). 1215-1247 Pp.
13. Bondioli, P. *et al.*, (2006): Composición del aceite peruano de *Plukenetia volubilis* (Sacha Inchi) rica en ácido alfa linolénico. Revista Italiana Delle Sostanze Grasse. N° 83, 120 al 123 Pp.

14. Burcham, P. C., & Kuhan, T., (1996): Introducción de grupos carbonilo en proteínas por el producto de la peroxidación lipídica, malonaldehído. *Biochemical and Biophysical Communications*. Edición N° 220 de 996 al 1001 Pp.
15. Chasquibol, N. *et al.*, (2013): Optimización del proceso de extracción de semilla de sacha inchi. Mejora del rendimiento, la calidad y la estabilidad de los aceites, mesa de investigadores IDIC, Lima.
16. Chirinos, R. *et al.*, (2013): Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry* 141(3). 1732-1739 Pp.
17. Cisneros F, H. (2014): Composición Química, Estabilidad Oxidativa y Capacidad Antioxidante del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) Investigación a través del fondo nacional de desarrollo, tecnológico y de innovación tecnológica. 01 Pp.
18. Codex alimentarius (2003): Norma Comercial Aplicable a los Aceites de Oliva y los Aceites de Orujo de Oliva COI/T.15/NC N° 3/Rev. 1. Español. España
19. COI (Consejo Oleícola Internacional) (2003): Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva. COI/T.15/NC N° 3/Rev. 7. Madrid. España.
20. Coultate, T. (1998): Manual de química y bioquímica de los alimentos, 2da. Edición, Edit. Acribia, S.A. Zaragoza- España.
21. Davis, J. *et al.*, (2010): Roast effects on the hydrophilic and lipophilic antioxidant capacities of peanut flours, blanched peanut seed and peanut skins. *Food Chemistry* 119(2). 539-547.

22. Dewanto, V. et al., (2002): Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(17). ISSN: 4959-4964.
23. Fennema, O. (2000): *Química de los alimentos*, 2da edición, Edit., Acribia, Zaragoza-España.
24. Follegatti, R. et al., (2009): Supercritical CO₂ Extraction of Omega-3 Rich Oil from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Seeds. *J of Supercritical Fluids*. 323 Pp.
25. García, H. (1992): Resumen de investigaciones apoyadas por Fundeagro 1988-1992. Tomo I. Proyecto de transformación de la tecnología agropecuaria- TTA, Lima, Pp.61-63.
26. Gracia, I. (2001). Obtención de aceite de orujo mediante extracción con fluidos supercríticos. Ediciones de la universidad de castilla-la mancha. España.
27. Guerra P, E., & Obregón L, A., (2015): Efecto del tostado por método convencional y tratamiento por microondas en color de granos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para la elaboración de crema de consumo humano, VIII CAIQ2015 y 3 JASP, Facultad de Ingeniería Agroindustrial-Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto-Peru.
28. Gutiérrez, L. et al., (2011): Composición química de las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y características de su fracción lipídica, art. grasas y aceites, 62 (1),ISSN: 0017-3495, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
29. Hamaker, B. et al., (1992): Amino acid and fatty acid profiles of the inca peanut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal Chemistry* 69: 436–461 Pp.

30. Huamani, T. (2009): Estrategias de Comercialización del sachá inchi, Universidad Nacional de San Marcos, Gestión en el Tercer Milenio, Rev. de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas, Vol. 12, N° 23, Lima, Pp. 43.
31. INDECOPI Norma Técnica Peruana NTP 151.400:2009: Aceite de Sachá Inchi del género *Plukenetia*, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias, Requisitos, Lima, Perú.
32. Juárez, V. et al., (2015): Fatty acids profile of sachá inchi oil and blends by ¹H NMR and GC-FID. Food Chemistry 181: 215–221 Pp.
33. Manco E. (2003): Situación y avances del cultivo de sachá inchi en el Perú. PRONIRGEB INIEA. E.E. "El Provenir", Juan Guerra, Tarapoto. 50pp.
34. Maurer, N. et al., (2012): Characterization and Authentication of Novel Vegetable Source of Omega-3 Fatty Acids, Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), Oil. Food Chemistry, 134:1173 –80 Pp.
35. McDaniel, K. (2011): Effects of different time and temperature roast combinations on peanut flavor, mechanical and nutritional properties. Tesis Mg.Sc. Food Science. North Carolina State University. Estados Unidos. 117 Pp.
36. Mejía M. (2006): Extracción y refinación de aceite de sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*). UNSM. Patrocinadora: Ing. Gloria Pascual Ch.
37. Merino, C. (2009): Caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de diez ecotipos de *Plukenetia volubilis* L. (Sachá Inchi) de la Amazonia Peruana. Tesis UNAP, Iquitos- Perú.
38. Michotte, D. et al., (2011): Linseed oil stabilization with pure natural phenolic compounds. Food Chemistry 129. 1228-1231 Pp.

39. Miller, D. (2001): Química de los alimentos, manual de laboratorio, 1ra edición, Edit. Limusa, S.A. México.
40. Muñoz, A et al., (2013): Estudio nutricional de *Plukenetia huayllabambana* sp. nov. Revista de la Sociedad Química del Perú 79(1). 847-856 Pp.
41. Muñoz, A, et al., (2010): Evaluación del contenido de fitoesteroles, compuestos fenólicos y métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), Revista Sociedad Química Peruana, 76(3) 2010, 234 Pp.
42. Obregón, A. (1996): Obtención de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) en polvo secado por atomización. Tesis UNALM Lima – Perú.
43. Oliviero, T. et al., (2009): Influence of roasting on the antioxidant activity and HMF formation of a cocoa bean model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(1). 147-152 Pp.
44. Ozuna, M. et al., (2006): Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos de omega 3 y 6, Universidad Nacional de Nordeste, Facultad de Agroindustrias, UNNE, comunicación científica y tecnológica , Resumen T-094.
45. Pantástico, P. (1984): Fisiología de la Post-recolección de manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental. México, D.F. 85 Pp.
46. Pariona, N. (2008): Obtención de los ácidos grasos del aceite de la *Plukenetia volubilis* L. "sachá inchi" para la utilización en la industria y estudio fitoquímico cualitativo de la almendra. Tesis para optar por el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú. 70 Pp.

47. Pascual, G. *et al.*, (2000): Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Anales Científicos UNALM*. 143-157 Pp.
48. Perren, R. & Escher, F. (2007): Nut roasting technology and product quality. *Manufacturing Confectionary*. 2007. N° 87 (6). 65 al 75 Pp.
49. Primo, E. (1998): *Química de los alimentos*, 1^{da} edición, Editorial: síntesis S.A., Madrid.
50. Ramos, J. (2000): Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado. Tesis 001, para optar el grado de magister scientiae – Universidad Nacional Agraria La Molina.
51. Reforesta Perú SAC (2009): Manual de producción de sachá inchi con el marco conceptual operativo del Biocomercio y la agroforestería sostenible, Perúbiodiverso. Lima, Perú, 4 Pp.
52. Rodríguez, G. *et al.*, (2015): Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), *Rev. Scientia Agropecuaria* 6 (3): 155 – 163 Pp, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
53. Romero, L. (2014): Influencia de la variación de la temperatura sobre el rendimiento y la calidad en la extracción del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico, de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil –Ecuador.
54. Ruíz, C. *et al* (2013): Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachá inchi

(*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Revista de la Sociedad Química del Perú 79(1). 29-36 Pp.

55. Saavedra, L., (1995): Ensayos para la extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el departamento de San Martín. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Tarapoto. 49 Pp.
56. Sánchez, G. (2012): Caracterización y cuantificación de los ácidos grasos omega 3 y omegas 6 presente en el aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias- escuela química, Medellín, Tesis, 115 Pp.
57. Sánchez, S. (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 para optar el Título de Ingeniero den industrias alimentarias, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tacna. 157 Pp.
58. Silvia, L. (2004): Mecanismos bioquímicos involucrados en la digestión, y absorción de los ácidos grasos de omegas. Rev. Brasileira empromocao da saude 17(4) :211-216 Pp.
59. Silvia, L. (2004): Ácidos grasos omega 3: beneficios y Fuentes. Universidad Autónoma del Estado de México, Rev redalyc 27(03):128-135 Pp.
60. Torres, I. et al., (2009): Comparación del contenido de ácidos grasos omega 3 y 6 durante la primavera y otoño en quelites comestibles de la ciudad de México. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran.

61. Valles, C.R., (1991): Cultivo de Sacha Inchi. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto – Perú.
62. Valles, S. M., (2012): Obtención de leche de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), Tesis para optar Título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. 79 Pp.
63. Velásquez, G. (2006): Fundamentos de Alimentación Saludable. I edición, Editorial Universidad de Antioquía. Medellín. Colombia. 283 Pp.
64. Wong, D. (1995): Química de los alimentos, mecanismos y teoría, Edit. Acribia, S.A. Zaragoza- España.
65. Zamorano, M. et al., (2013): Comportamiento del perfil de ácidos grasos de aceites y materias grasas hidrogenadas sometidos a calentamiento prolongado, Universidad de Santiago de Chile (USACH), Dpto. de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad Tecnológica, Santiago, Chile.
66. Zorrilla, D. C. (2015): Influencia del tostado de la semilla de *plukenetia huayllabambana* en el perfil de ácidos grasos y compuestos bioactivos, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad De Industrias Alimentarias, Tesis para optar por el título de ingeniero en industrias alimentarias, 62-63 Pp.

CAPITULO VII

7. ANEXOS

ANEXO N° 01

Método para la determinación del contenido de ácidos grasos

Michotte, D. et al.,(2011) con ligeras modificaciones:

En un tubo de vidrio pyrex con tapa rosca se pesaron 500 mg de aceite, después se le adicionó 10 ml de hidróxido de potasio (0.1 M en metanol) y se procedió a cerrar el tubo herméticamente. Los tubos fueron colocados inmediatamente en un baño maría precalentado a 70 °C, por 60 minutos, estos se agitaron vigorosamente a los 5, 20 y 40 minutos. Después de transcurrido el tiempo, estos fueron enfriados a temperatura ambiente. Luego se adicionaron 4 ml de una solución de ácido clorhídrico (1.2 N en metanol) a cada tubo, luego se agitaron vigorosamente y se colocaron en baño de maría a 70 °C durante 20 minutos, agitando vigorosamente a los primeros 10 minutos; transcurrido el tiempo, los tubos se enfriaron a temperatura ambiente. Se adicionaron 20 ml de hexano y 10 ml de agua destilada. Estos se agitaron manualmente y se homogenizaron con el vortex. Se dejaron en refrigeración a 4 °C por toda la noche.

Al día siguiente se realizó una dilución, tomando 150 µl de la fase superior (hexano) en una fiola de 10 ml. Seguidamente se agregó 1 ml del estándar interno C11:0 (0.4 mg/ml). Este ácido graso sintético permite corregir el volumen de inyección. Finalmente, se enrasó con hexano y se conservó a -20 °C hasta su inyección al CG. Las curvas de calibración para los ácidos grasos fueron construidos con diferentes concentraciones de ésteres metílicos de ácidos grasos dentro del rango de 6-90 mg/l (Anexo N°03).

ANEXO N° 02

Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos por Cromatografía de gases

Cromatógrafo: Agilent 6890N

Detector de Masas Agilent 5975B.

Inyector Automático: 7683B

Columna: DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um Film.

Condiciones del cromatógrafo:

- **Temperatura del Horno:** inicial 140°C

- **Rampa:**

Pasos	°C/min	temp °C	Final time
Inic.	0	140	
1	0	140	5.00
2	5.00	230	12.00

- **Tiempo de Corrida :** 35.00 min

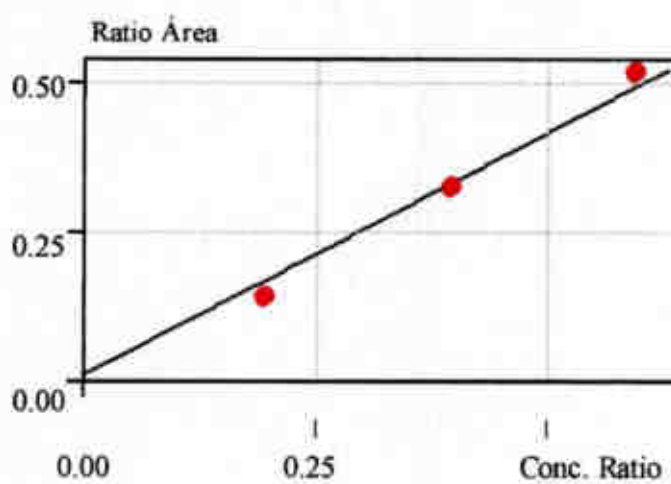
- **Puerto de Inyección:**

Modo	:	Split
Relación de Split	:	1:1
Temp. Inicial	:	225°C
Tipo de Gas	:	Helio
Flujo	:	0.8 ml/min
Volumen de Inyección	:	0.2ul

ANEXO N° 03

Curvas estándares de ácidos grasos

a. Ácido linoleico (ω -6)



$$y = ax + b$$

$$a = 0.8162432$$

$$b = 0.0$$

$$r^2 = 0.9996263$$

$$r = 0.9998131$$

Internal Standard

Calib.Curve:Linear

Origin:Force

Through

Weight:None

Mean RF : 0.7627227

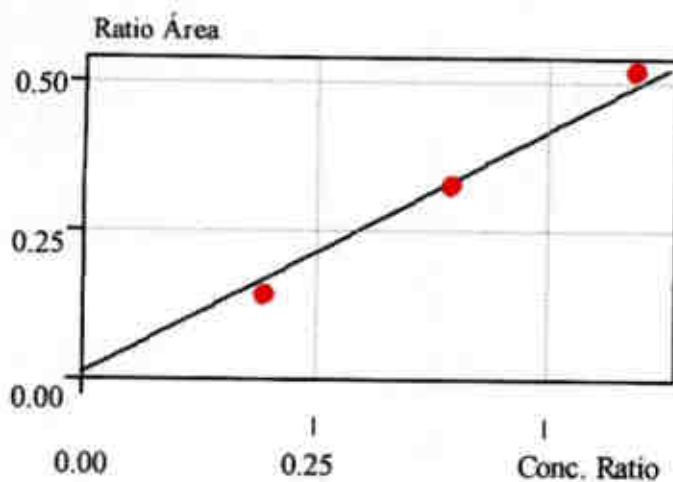
RF SD : 9.815221e-002

RF %RSD : 12.86866

Date Processed : 04/02/2009 10:05:23

ANEXO N° 03 (continuación)

b. Ácido α -linolenico (ω -3)



$$y = ax + b$$

$$a = 0.7703221$$

$$b = 0.0$$

$$r^2 = 0.9945844$$

$$r = 0.9972885$$

Internal Standard

Calib. Curve: Linear

Origin: Force

Through

Weight: None

Mean RF : 0.7188402

RF SD : 8.932286e-002

RF %RSD : 12.42597

Date Processed : 04/02/2009 10:05:23

ANEXO N° 04

Análisis Estadístico para ácido α -linolénico (ω -3)

Tabla ANOVA:

Degradación de ácido α -linolénico (ω -3) (g/100 g de almendra, b.s.) por tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Media cuadrática (CM)	FC
Tratamientos	3	14.97	4.99	4.21
Factor A	1	3.99	3.99	2.54
Factor B	1	8.57	8.57	5.46
Interacción A*B	1	3.24	3.24	2.07
Error experimental	8	12.56	1.57	
Total	11	15.80	17.37	

Pruebas de t: 95% probabilidad, con la aplicación de test de medias de Tukey.

Tratamiento	Ácido α -linolénico (ω -3) (g/100 g b.s)			
	r1	r2	r3	\bar{X}
Control (Sin Tostar)	44.1200 \pm 0.03	44.8600 \pm 0.01	45.2300 \pm 0.02	44.7367 \pm 0.02 ^a
T1 (115°C por 20 min)	41.5600 \pm 0.02	40.8900 \pm 0.01	41.1200 \pm 0.01	41.1900 \pm 0.01 ^b
T2 (115°C por 30 min)	40.8700 \pm 0.02	40.3400 \pm 0.03	39.9800 \pm 0.02	40.3967 \pm 0.02 ^c
T3 (140°C por 20 min)	41.0400 \pm 0.01	40.9800 \pm 0.03	40.7800 \pm 0.03	40.9333 \pm 0.02 ^c
T4 (140°C por 30 min)	38.6700 \pm 0.01	38.2300 \pm 0.01	38.1400 \pm 0.02	38.3467 \pm 0.01 ^d

¹ Promedio \pm SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

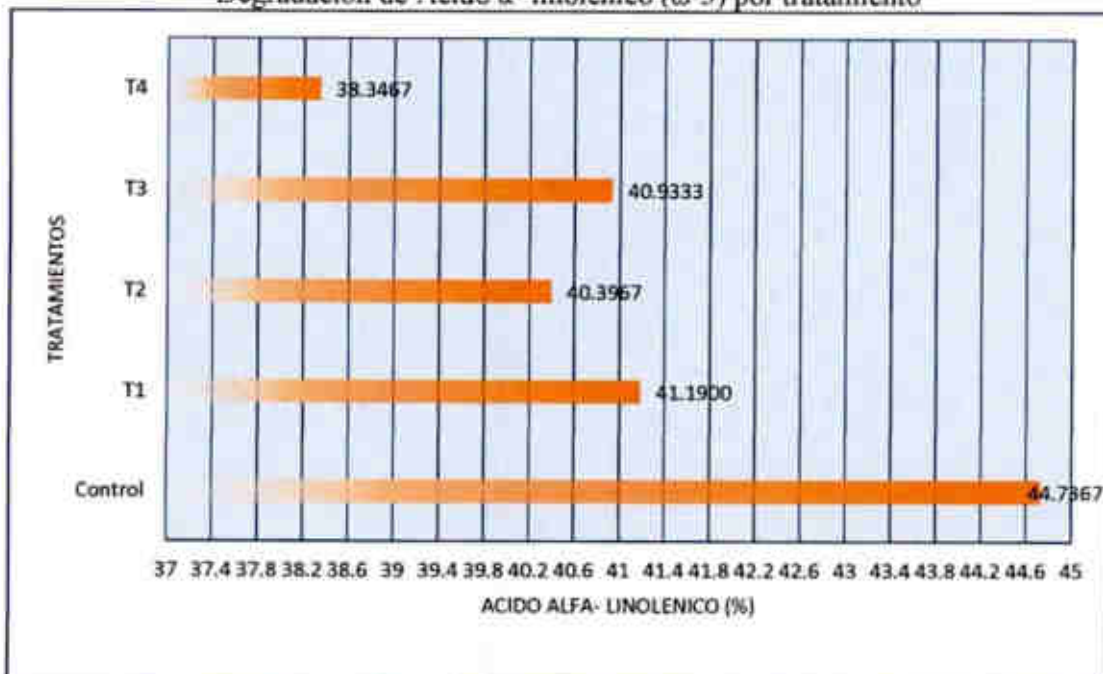
ANEXO N° 04 (continuación)

Resultados estadísticos de la degradación de
Ácido α -linolénico (ω -3) por tratamiento

Dato estadístico	:	Resultado
Promedio	:	40.2166
Varianza	:	1.3167
Desviación estándar	:	1.1475
Coefficiente de variación	:	2.8533
Confiabilidad	:	97.1466
Error absoluto	:	0.8236
Error relativo	:	2.0481

Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

Diagrama de Pareto
Degradación de Ácido α -linolénico (ω -3) por tratamiento



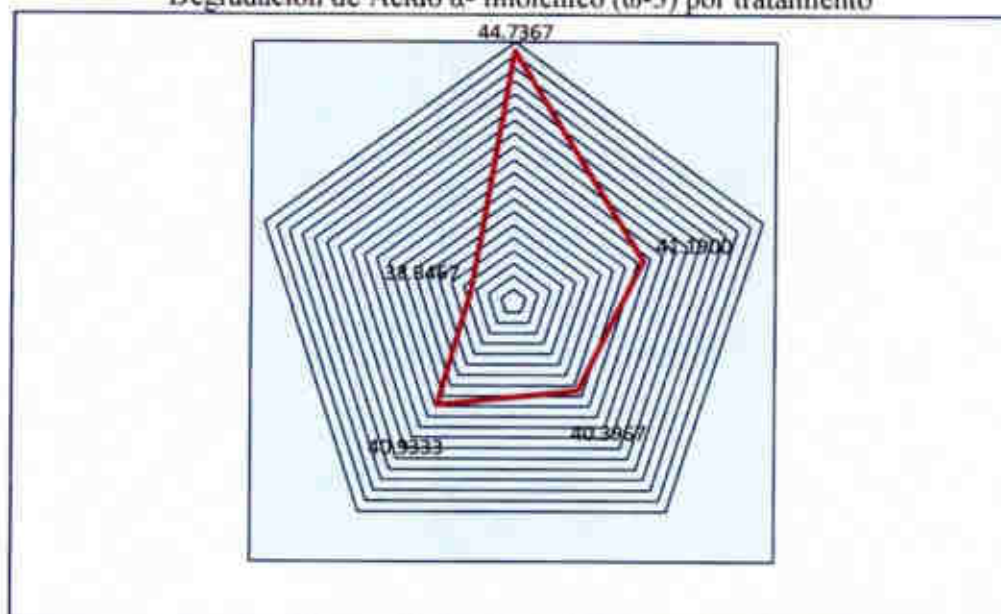
Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

Área de degradación del Ácido α -linolénico (ω -3) por tratamiento



Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

Superficie de respuesta
Degradación de Ácido α -linolénico (ω -3) por tratamiento



Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

ANEXO N° 05

Análisis Estadístico para ácido linoleico (ω -6)

Tabla ANOVA:

Degradación de ácido linoleico (ω -6) (g/100 g de almendra, b.s.) por Tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados(SC)	Media cuadrática(CM)	FC
Tratamientos	3	24.26	8.09	4.22
Factor A	1	1.14	1.14	0.60
Factor B	1	14.17	14.17	7.40
Interacción A*B	1	9.64	9.64	5.04
Error experimental	8	15.31	1.91	
Total	11	24.95	26.86	

Pruebas de t; 95% probabilidad, con la aplicación de test de medias de Tukey.

Tratamiento	Ácido linoléico (ω -6) (g/100 g b.s)			
	r1	r2	r3	\bar{X}
Control (Sin Tostar)	35.6700 ± 0.01	35.9800 ± 0.03	35.1200 ± 0.01	35.5900 ± 0.02 ^a
T1 (115°C por 20 min)	33.2400 ± 0.02	32.9700 ± 0.05	33.0100 ± 0.04	33.0733 ± 0.03 ^b
T2 (115°C por 30 min)	32.3400 ± 0.03	32.5600 ± 0.04	32.9800 ± 0.01	32.6267 ± 0.02 ^c
T3 (140°C por 20 min)	34.6500 ± 0.01	34.1200 ± 0.01	33.7800 ± 0.02	34.1833 ± 0.01 ^d
T4 (140°C por 30 min)	30.1200 ± 0.02	30.4500 ± 0.03	30.2800 ± 0.02	30.2833 ± 0.02 ^e

¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

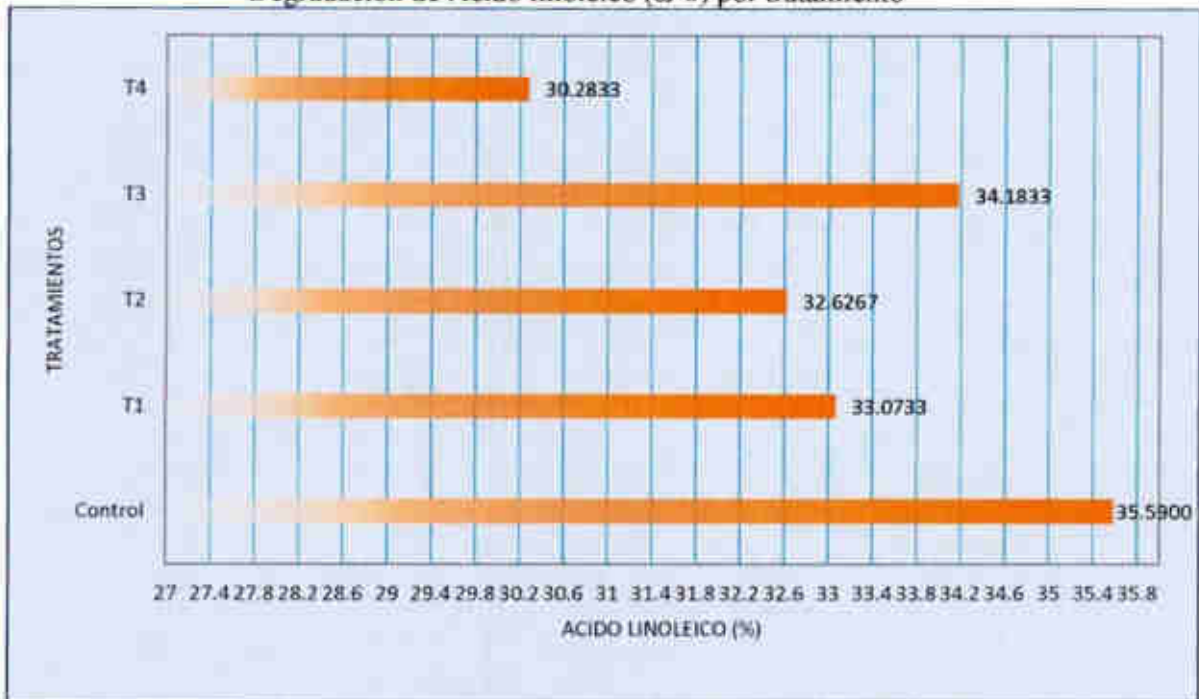
ANEXO N° 05 (continuación)

**Resultados estadísticos de la degradación de
Ácido linoleico (ω -6) por tratamiento**

Dato estadístico	:	Resultado
Promedio	:	32.5416
Varianza	:	2.0789
Desviación estándar	:	1.4418
Coficiente de variación	:	3.4308
Confiability	:	95.5691
Error absoluto	:	1.2790
Error relativo	:	3.9305

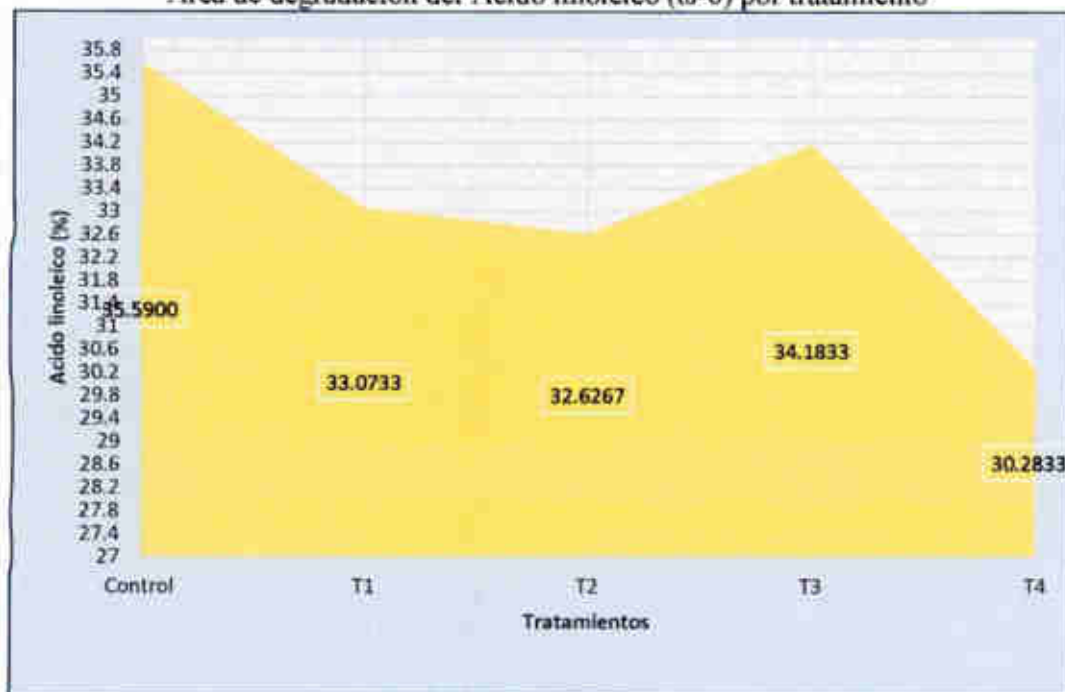
Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

**Diagrama de Pareto
Degradación de Ácido linoleico (ω -6) por tratamiento**



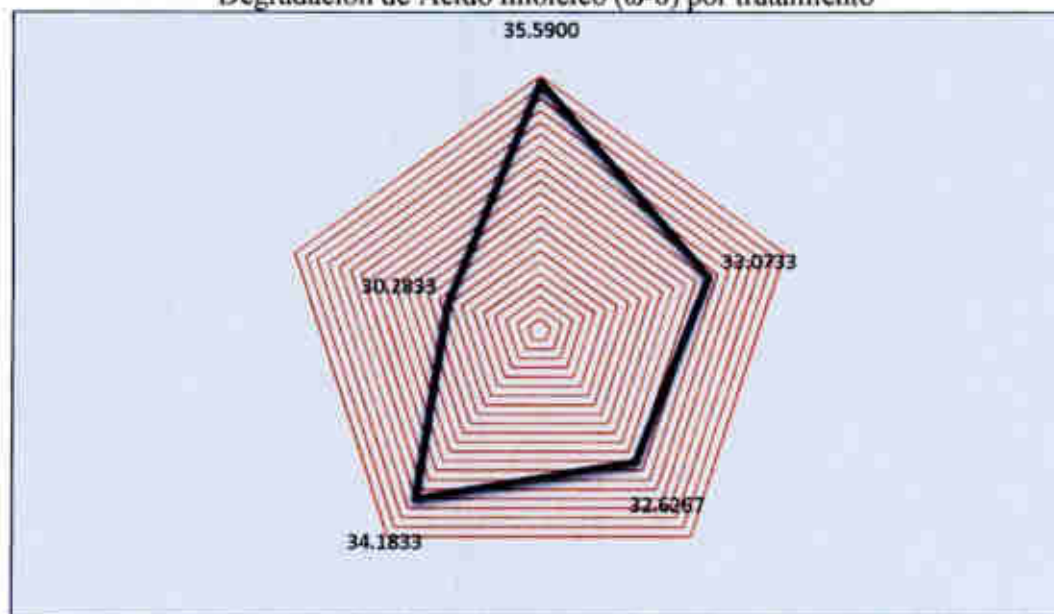
Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

Área de degradación del Ácido linoleico (ω -6) por tratamiento



Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

Superficie de respuesta
Degradación de Ácido linoleico (ω -6) por tratamiento



Análisis estadístico: IBM SPSS Statistics 22

ANEXO N° 06

Resultados complementarios

Características Biométricas de la semilla de sachá Inchi

Características	Resultado
Diámetro	16.0 mm
Espesor	9.0 mm
Peso de 100 semillas	110.0 g
Color	Marrón oscuro
Superficie	Rugosa tipo nervadura

Fuente: Datos de Laboratorio – UNAMBA 2016

Análisis del Contenido de Grasa Total

Contenido de grasa total
Muestra: Semillas de Sachá Inchi Cruda.

Semillas	Contenido de Grasa (%)			
	r1	r2	r3	Promedio
Sachá inchi	54.45	54.98	55.12	54.85 ± 0.01

Método Soxhlet - AOAC, 1984.

Índice de acidez (IA)

Muestra: Aceite obtenido a partir de la semillas de sachá inchi
Sometida a diferentes tratamientos de tostado

Tratamiento	Índice de Acidez: Ácido oleico (% g/ 100 g de aceite) ^{1,2}			
	r1	r2	r3	Promedio
Control	0.3305	0.3298	0.3312	0.3305 ± 0.02 ^a
T1	0.8671	0.8756	0.8698	0.8708 ± 0.01 ^b
T2	1.2612	1.1345	1.0456	1.1471 ± 0.05 ^c
T3	2.1446	2.15678	2.2118	2.1711 ± 0.02 ^d
T4	2.2356	2.2256	2.3419	2.2677 ± 0.02 ^d

¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

ANEXO N° 06 (continuación)

Curva del índice de acidez

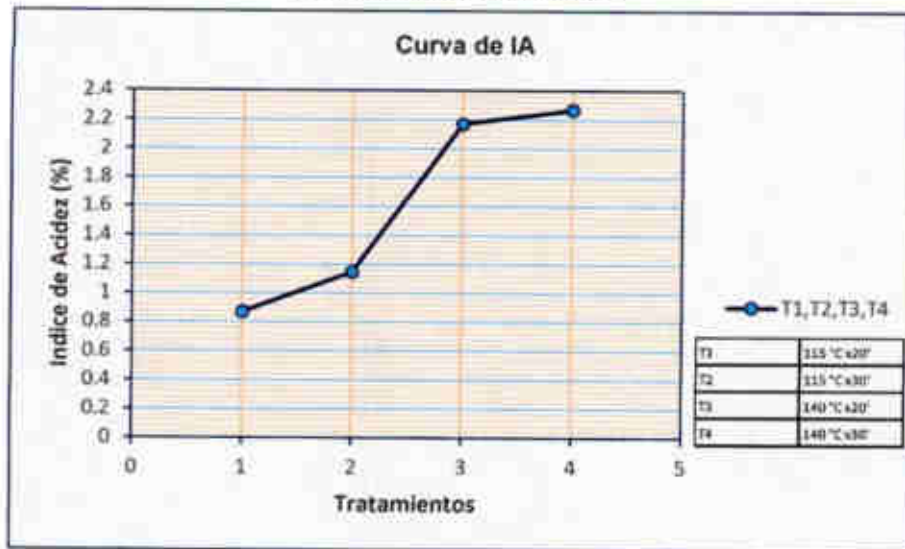


Tabla ANOVA para % de Índice de Acidez por Tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados(SC)	Media cuadrática(CM)	FC
Tratamientos	3	4.52	1.51	2.68
Factor A	1	4.40	4.40	7.81
Factor B	1	0.10	0.10	0.19
Interacción A*B	1	0.06	0.06	0.10
Error experimental	8	4.50	0.56	
Total	11	4.56	5.12	

Pruebas de "t": 95% probabilidad, con la aplicación de test de medias de Tukey.

ANEXO N° 06 (continuación)

Índice de Peróxidos (IP)

Muestra: Aceite obtenido a partir de la semillas de sachu inchi
Sometida a diferentes tratamientos de tostado.

Tratamiento	Índice de peróxido (meq O ₂ /Kg aceite) ^{1,2}			
	r1	r2	r3	Promedio
Control	6.7891	6.8234	6.7892	6.8006 ± 0.02 ^c
T1	11.3426	11.0987	11.3167	11.2527 ± 0.01 ^d
T2	13.6754	13.6934	13.4562	13.6083 ± 0.02 ^c
T3	20.4578	20.1265	20.9867	20.5237 ± 0.03 ^b
T4	23.9876	23.4523	23.6541	23.6980 ± 0.01 ^a

¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

Curva del índice de peróxidos



ANEXO N° 06 (continuación)

Tabla ANOVA para Índice de peróxido (meq O₂/Kg aceite) por Tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados(SC)	Media cuadrática(CM)	FC
Tratamientos	3	304.56	101.52	2.67
Factor A	1	281.13	281.13	7.40
Factor B	1	22.94	22.94	0.60
Interacción A*B	1	1.10	1.10	0.03
Error experimental	8	304.06	38.01	
Total	11	305.16	343.17	

Pruebas de t: 95% probabilidad, con la aplicación de test de medias de Tukey.

Índice de Yodo (IY)

Muestra: Aceite obtenido a partir de la semillas de sachá inchi.
Sometida a diferentes tratamientos de tostado.

Tratamiento	Índice de yodo (g Iodo/100g aceite) ^{1,2}			
	r1	r2	r3	Promedio
Control	195.25	194.98	195.07	195.1000± 0.01 ^a
T1	192.15	192.45	192.32	192.3067± 0.03 ^b
T2	191.45	191.89	191.12	191.4867± 0.03 ^c
T3	163.89	162.97	163.45	163.4367± 0.01 ^d
T4	157.54	157.34	156.98	157.2867± 0.02 ^e

¹ Promedio ± SD de tres repeticiones

² Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0.05)

ANEXO N° 06 (continuación)

Curva del índice de yodo

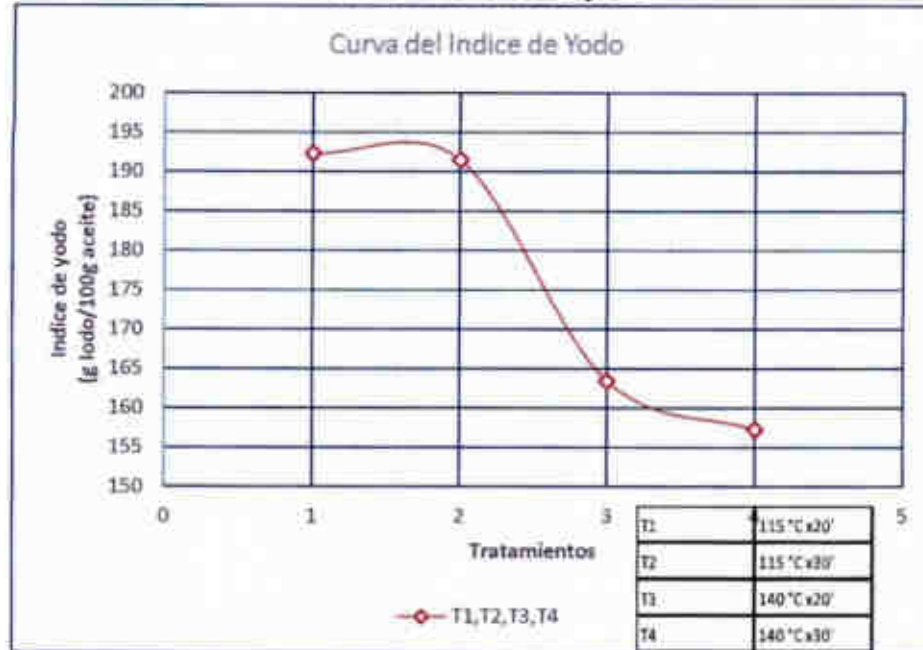


Tabla ANOVA para Índice de yodo (g Iodo/100g aceite) por Tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados(SC)	Media cuadrática(CM)	FC
Tratamientos	3	3,041.11	1,013.70	2.69
Factor A	1	2,983.37	2,983.37	7.90
Factor B	1	36.44	36.44	0.10
Interacción A*B	1	22.23	22.23	0.06
Error experimental	8	3,019.80	377.48	
Total	11	3,042.04	3,419.51	

Pruebas de t: 95% probabilidad, con la aplicación de test de medias de Tukey.

ANEXO N° 07

Certificate of composition Grain Fatty Acid Methyl Ester Mix

Certificate of Composition

DESCRIPTION: Grain Fatty Acid Methyl Ester Mix

CATALOG NO.: 47801
LOT NO.: 1A-37100

MFG. DATE: Feb 2008
EXP. DATE: Feb 2009

ANALYTE	CAS NO.	PURITY (1)	WEIGHT% (2)	SUPELCO LOT NO.
MYRISTIC ACID METHYL ESTER	54213-04-8	99.7	1.894	1A04976
METHYL OCTANOATE	111-11-5	99.9	1.895	1A05405
METHYL DECANOATE (CAPROATE)	110-42-9	99.7	3.191	1A05235
METHYL LAURATE	111-82-0	99.7	4.332	1A12645
METHYL TRIDECANOATE	1731-88-0	99.9	3.194	1A11058
METHYL MYRISTATE	124-10-7	99.9	3.190	1A05590
METHYL PENTADECANOATE	7122-44-1	99.9	1.894	1A18233
METHYL PALMITATE	112-79-0	99.9	11.088	1A13475
METHYL HEPTADECANOATE	1721-92-4	99.7	3.194	1A22647
METHYL STEARATE	112-81-8	99.2	4.481	1A28141
METHYL ARACHIDATE	929-77-1	99.9	1.894	1A05079
METHYL PALMITOLEATE (METHYL CI)	1129-25-8	99.9	4.382	1A22815
CIS-9-OLEIC METHYL ESTER	112-42-9	97.9	19.648	1A04950
METHYL LINOLEATE	112-41-0	97.7	17.945	1A11010
METHYL BEHEATE (C18-13-DOCOSEN)	1129-34-9	99.7	1.912	1A22815
METHYL ARACHIDATE	1129-28-1	99.7	1.913	1A22818
TRANS-9-ELAIDIC METHYL ESTER	2442-84-2	99.9	2.572	1A04932
METHYL LINGOATE	701-90-8	99.4	4.183	1A13488
METHYL DODECANOATE	1126-89-2	99.3	1.901	1A22970

(1) Determined by GC-FID unless otherwise noted.

(2) Weight percent of analyte, calculated by using analyte weights. The total may not equal 100% due to rounding. Weight concentrations may not remain stable after opening, even if resealed.

NOTE: Traceable weights are used to verify balance calibration with the preparation of each lot.


Edward Doughty
QA Manager

Supelco warrants that its product conforms to the information contained in this publication. Purchasers must determine the suitability of the product for its particular use. Please see the latest listing of order invoice and packing slip for additional terms and conditions of sale.

SUPELCO

305 North Harman Road • Bellefonte, PA
16823 • USA • Phone: 814-338-0841

ANEXO N° 08

Fotografías de la investigación



Presidente de fundo Carmen pampa, recogiendo sacha inchi



Planta de sacha inchi



Semillas de sacha inchi, en fundo Carmen pampa



Semillas tetralobulares de sacha inchi, en fundo Carmen pampa



Socios recogiendo semillas de sachá inchi para la investigación

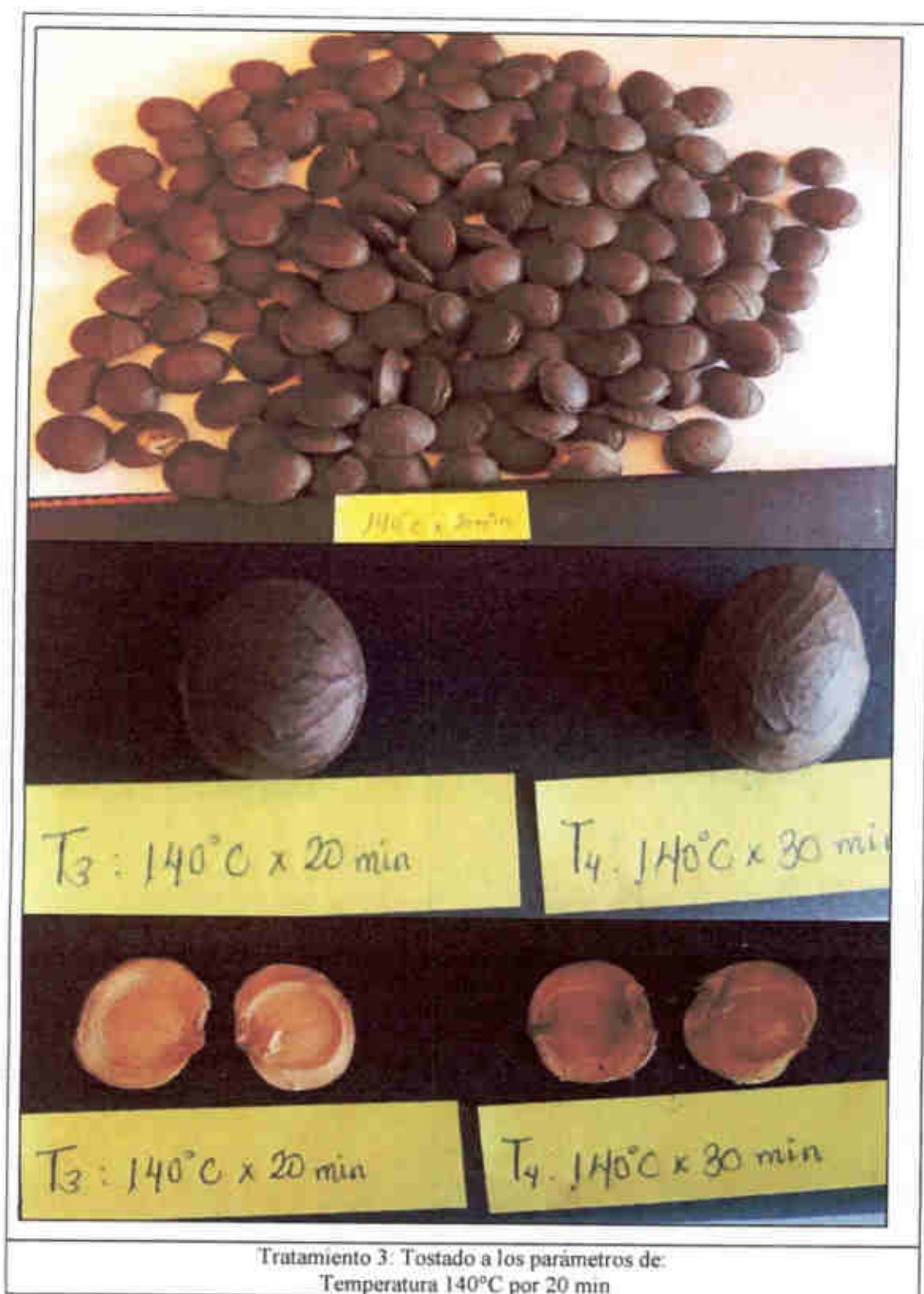


Recolección de semillas de sachá inchi para la investigación

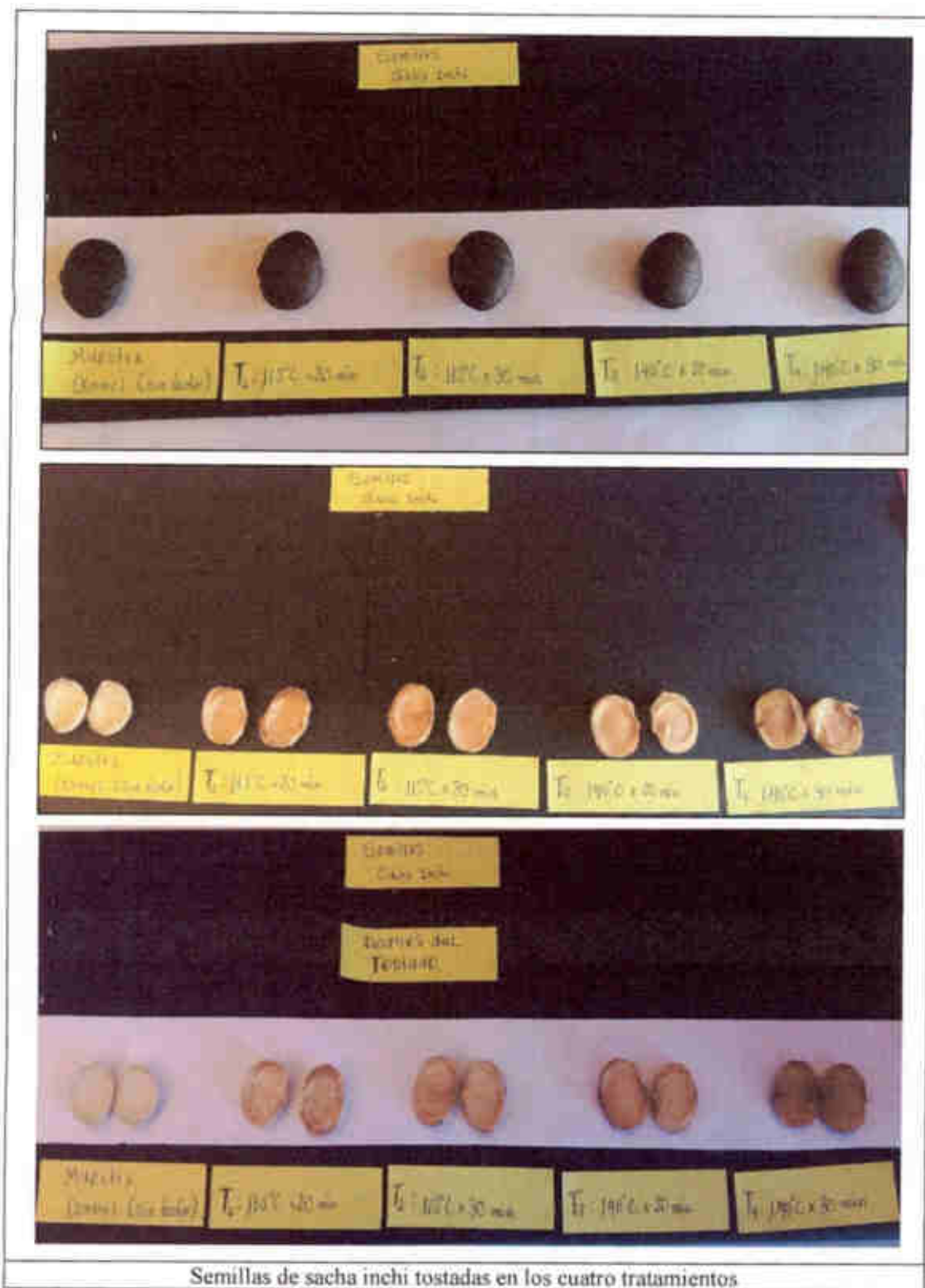




Tratamiento 2: Tostado a los parámetros de:
Temperatura 115°C por 30 min







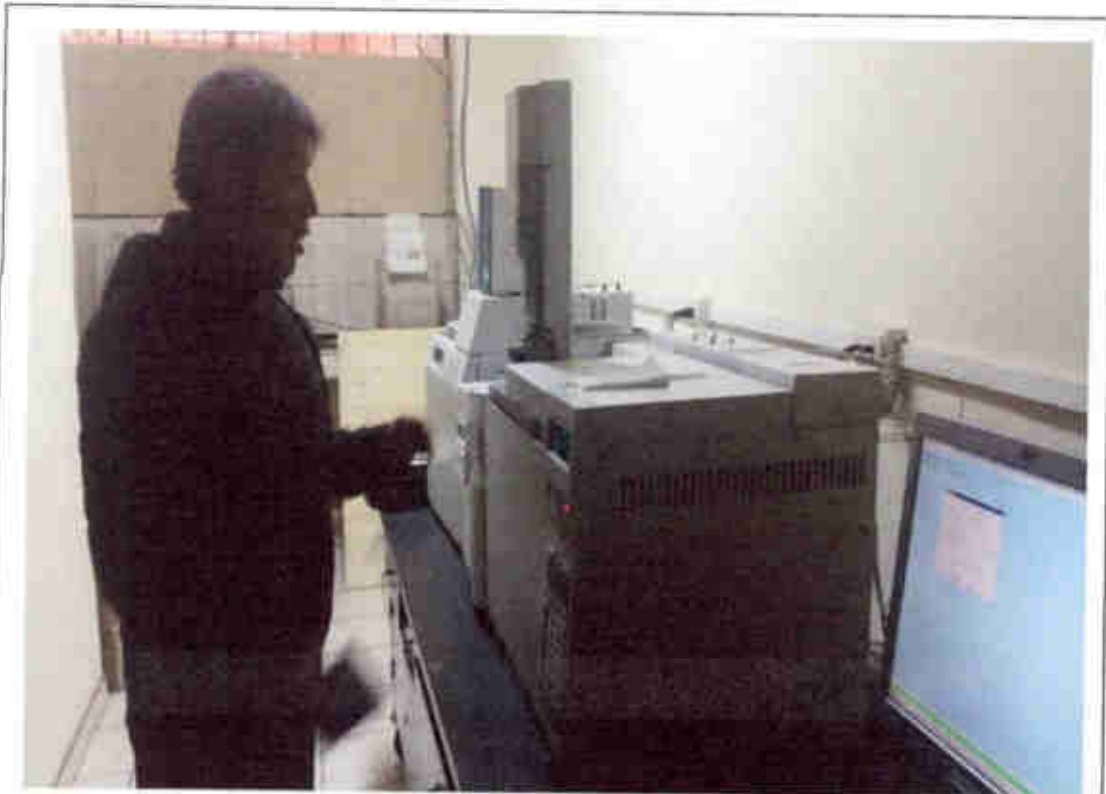
Semillas de sachá inchi tostadas en los cuatro tratamientos



Condiciones del equipo cromatógrafo de gases Agilent 6890N



Análisis de AGPI en CG Agilent 6890N



Análisis de AGPI en CG Agilent 6890N en UNSAAC

ANEXO N° 09

Glosario:

Ácidos grasos esenciales: Son ácidos grasos indispensables, porque el organismo no los puede sintetizar y se requiere del 1 al 2% de los lípidos totales consumidos.

Ácidos grasos poliinsaturados: Son biomoléculas orgánicas que tienen más de un doble enlace y que son consideradas como ácidos grasos esenciales que el cuerpo requiere para realizar las funciones vitales.

Ácidos grasos: Son biomoléculas orgánicas de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.

Alimentos funcionales: Se define como aquel que es similar en apariencia a un alimento convencional, ya que es consumido como parte de la dieta, adicionalmente aporta beneficios fisiológicos más allá de su función básica nutricional por lo que su consumo reduce el riesgo de enfermedades crónicas.

Antioxidantes: son sustancias que se caracterizan por impedir ó retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo.

Cromatografía: Método de separación, aislamiento e identificación de los componentes de mezclas. Básicamente consiste en el paso del material a examinar disuelto en un transportador, a través de un lecho de fase estacionaria, que retarda el movimiento de los distintos compuestos presentes en el material a examinar.

Horno Rotatorio: Es un equipo circulatorio, controlada con escalas de temperaturas que varían desde 60° C hasta 250 °C, es diseñado especialmente para tostar granos y semillas.

Omegas 3 y 6: son ácidos grasos poliinsaturados que están compuestas por el ácido alfa linolénico (omega 3) y el linoléico (omega 6) los cuales son esenciales para el ser humano. Tienen un efecto beneficioso en general, disminuyendo el colesterol total, se pueden encontrar en pescados azules y vegetales como maíz, soja, girasol, calabaza y nueces.

Temperatura: Es una medida del nivel energético de los cuerpos, es el grado de calor. Las escalas de temperatura se establecen asignando un valor a ciertas temperaturas que se pueden reproducir fácilmente como es el punto de congelación y el punto de vaporización del agua.

Tostado: Es un tratamiento térmico aplicado a cereales que consiste en calentar los granos en seco a temperaturas entre 135 a 180°C por periodos de tiempo que varían entre 20 a 30 minutos, hasta que los granos presenten una apariencia caramelizada y un aroma a tostado.

Parámetro de proceso: Se denomina parámetros de procesos a aquellos que no cambian ó no pueden cambiar su valor durante el rango de validez del modelo matemático ó físico de un proceso.

ANEXO N° 10

Constancia de Análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
Av. De la Cultura 723 CUSCO-PERU Contacto: 973464913

CONSTANCIA DE ANÁLISIS

El que suscribe, analista responsable del Laboratorio de Cromatografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, deja Constancia:

Que la Bachiller, **Cleofe Soria Serrano** de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ha presentado al laboratorio de Cromatografía cinco muestras de semillas de Sachainchi como parte de su trabajo de investigación, para su caracterización e identificación de Ácidos grasos presentes, para tal fin se ha utilizado el Cromatógrafo de Gases Agilent 6890N acoplado a un Espectrómetro de Masas Agilent 6890N, la identificación se basó en la comparación de las señales del espectro de masas de las muestras de Sachainchi con los datos compilados en la librería FAME DB23 y NIST v011 Wiley.

Se expide la siguiente constancia a solicitud de la interesada para los fines que viera por conveniente.

Cusco, 09 de Noviembre del 2017

Atte

Quim Jorge Choquevarra Pari
Analista en Cromatografía y Espectrometría
UNSAAC
CDP- 014



CONSTANCIA DE ANÁLISIS

El que suscribe, analista responsable del Laboratorio de Cromatografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, deja Constancia.

Que la Bachiller, **Cleofé Soria Serrano** de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ha presentado al laboratorio de Cromatografía cinco muestras de semillas de Sacha inchi como parte de su trabajo de investigación, para su caracterización e identificación de Ácidos grasos presentes, para tal fin se ha utilizado el Cromatógrafo de Gases Agilent 6890N acoplado a un Espectrómetro de Masas Agilent 6890N, la identificación se basó en la comparación de las señales del espectro de masas de las muestras de Sacha inchi con los datos compilados en la librería FAME DB23 y NIST v011 Wiley.

Se expide la siguiente constancia a solicitud de la interesada para los fines que viera por conveniente.

Cusco, 09 de Noviembre del 2017

Atte

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista en Cromatografía y Espectrometría
UNSAAC
CQP-914

**Resultados de Laboratorio por Tratamiento
ST, T1, T2, T3 y T4**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº 0450-17-LAQ

SOLICITANTE: CLEOFE SORIA SERRANO
MUESTRA : SACHA INCHI
SEMILLA SIN TRATAMIENTO
FECHA : C/07/08/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====

Humedad %	7.80
Grasa %	54.85

=====

Cusco, 16 de Agosto 2017


Laboratorio de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestaciones de Servicios Químicos
MELQUIADES MARRÓN ACEVEDO
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

NR0449-17-LAQ

SOLICITANTE: CLEOFE SORIA SERRANO
 MUESTRA : SACHA INCHI
 PROCESOS : 1.- TRATAMIENTO A 115°C POR 20 MINUTOS
 2.- TRATAMIENTO A 115°C POR 30 MINUTOS
 3.- TRATAMIENTO A 140°C POR 20 MINUTOS
 4.- TRATAMIENTO A 140°C POR 30 MINUTOS
 5.- SIN TRATAMIENTO

FECHA : 07/08/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2	3	4	5
INDICE DE YODO *	192.3	191.5	163.4	157.3	195.1
INDICE DE PEROXIDOS**	11.25	13.61	20.52	23.69	6.80
INDICE DE ACIDEZ ***	0.8708	1.1471	2.1711	2.2677	0.3305

- * Análisis de Alimentos . WINTON WINTON
- ** NTP 206.016
- ***NTP 206.013

Cusco, 16 de Agosto 2017

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

 Melquiades Herrera Arisales
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\

Data File : T5.D

Acq On : 18 Aug 2017 13:16

Operator : JCHP

Sample : ST

fisc :

ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e

Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\methods\Acido Graso-14.M

Title :

Signal : TIC: T5.D\data.ms

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	18.471	2324	2339	2357	BB 2	115589	3343159	8.62%	4.161%
2	21.895	2962	2985	3000	BB 2	80365	2332854	6.01%	2.903%
3	22.307	3040	3063	3078	BV 2	233073	6707122	17.29%	12.610%
4	23.122	3194	3217	3235	BV	930795	29173211	75.20%	35.590%
5	24.138	3373	3409	3442	BB	1096856	38794423	100.00%	44.737%

Sum of corrected areas: 80350768

Acido Graso-14.M Fri Aug 18 16:13:22 2017 UNSAAC

Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\

Data File : T5.D

Acq On : 18 Aug 2017 13:16

Operator : JCHP

Sample : ST

Disc :

ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex

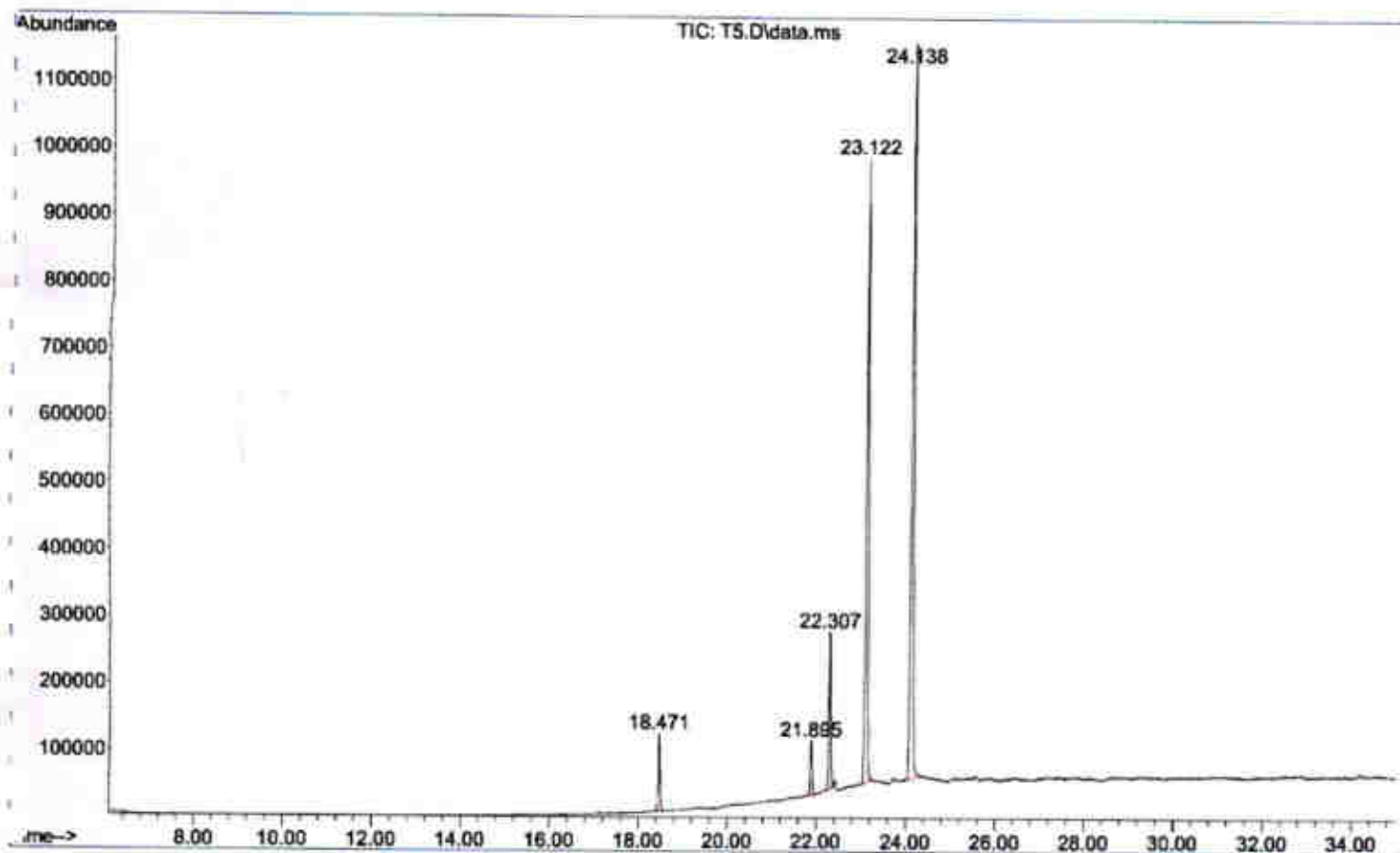
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
18.473	4.16	C:\Database\Famedb23.L			
		C 16:0	12	000112-39-0	99
		C 15:0	10	007132-64-1	72
		C 14:0	8	000124-10-7	72
21.893	2.90	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:0	16	000112-61-8	98
		C 10:0	4	000110-42-9	60
		C 16:0	12	000112-39-0	49
22.306	12.61	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
		C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
		C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	64
23.122	35.59	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
		C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
		C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	2
24.139	44.74	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:3 (alpha) (all cis - 9,12,15) (omega 3)	22	000301-00-8	99
		C 20:3 (cis-11,14,17) (omega 3)	29	055682-88-7	87
		C 18:3 (gamma) (all cis - 6,9,12) (omega 6)	21	002676-41-7	46

7 do Graso-14.M Fri Aug 18 15:15:03 2017 UNSAAC



F :D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\T5.D
Operator : JCHP
Acquired : 18 Aug 2017 13:16 using AcqMethod ACIDO GRASO-17.M
Instrument: UNSSAC
Sample Name: ST
Misc Info :
Vial Number: 5



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
 Data File : T1.D
 Acq On : 18 Aug 2017 15:36
 Operator : JCHP
 Sample : T1
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\methods\Acido Graso-14.M
 Title :

Signal : TIC: T1.D\data.ms

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	18.462	2324	2337	2355	BB	130763	3762411	9.98%	4.450%
2	21.887	2943	2984	2999	BV 2	102439	3106176	8.24%	3.674%
3	22.300	2999	3062	3075	PV 2	265042	7890742	20.94%	17.612%
4	23.116	3190	3216	3240	BV	998413	32103137	85.18%	33.073%
5	24.128	3387	3407	3431	PV	1079970	37689208	100.00%	41.190%

Sum of corrected areas: 84551675

Acido Graso-14.M Fri Aug 18 16:19:30 2017 UNSAAC



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
 Data File : T1.D
 Acq On : 18 Aug 2017 15:36
 Operator : JCHP
 Sample : T1
 Disc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

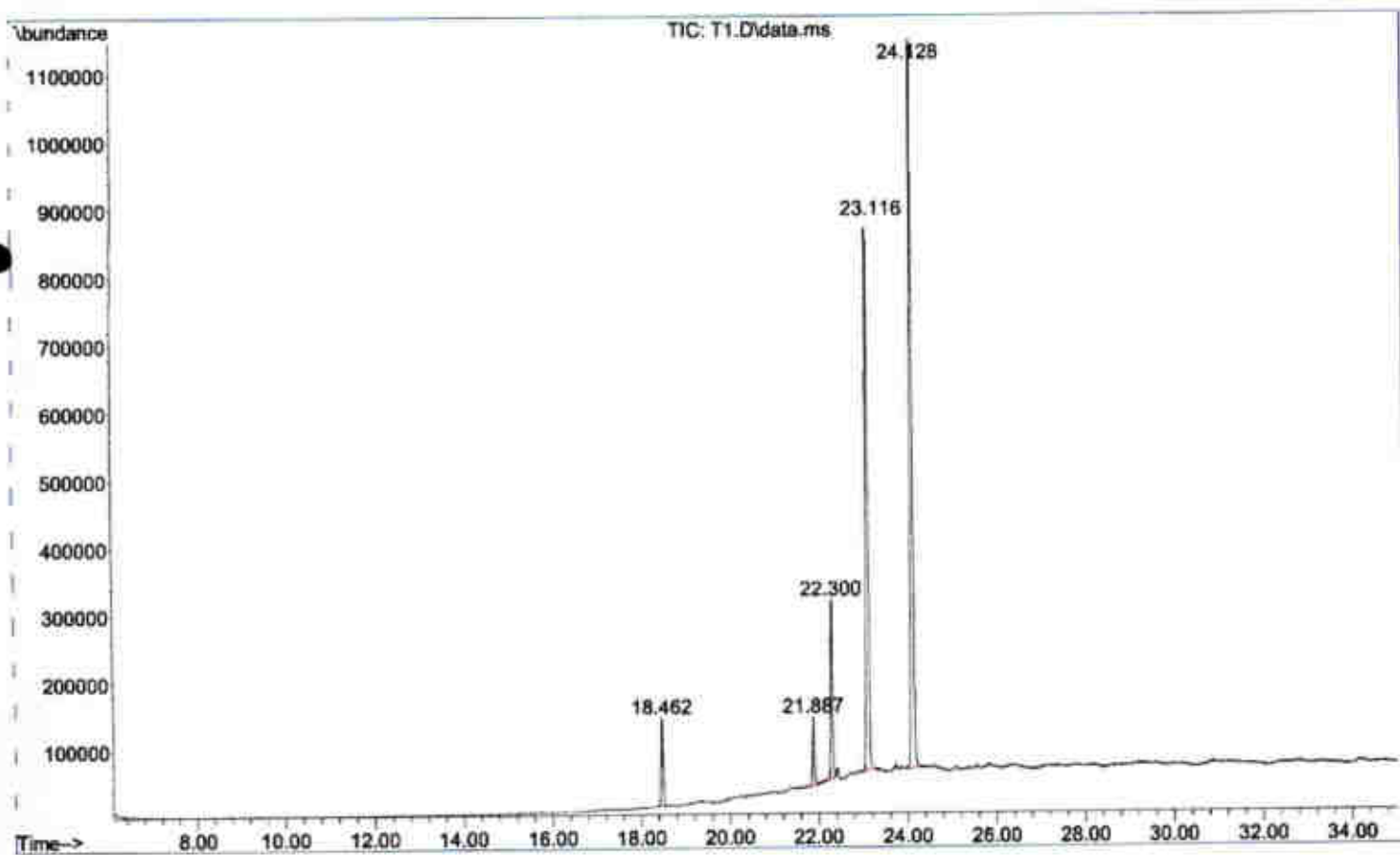
Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
18.462	4.45	C:\Database\Famedb23.L			
		C 16:0	12	000112-39-0	99
		C 14:0	8	000124-10-7	72
		C 13:0	7	001731-88-0	72
21.888	3.67	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:0	16	000112-61-8	99
		C 10:0	4	000110-42-9	64
		C 16:0	12	000112-39-0	52
22.301	17.612	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
		C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
		C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	60
23.116	33.07	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
		C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
		C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	4
24.128	41.19	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:3 (alpha) (all cis - 9,12,15) (omega 3)	22	000301-00-8	99
		C 20:3 (cis-11,14,17) (omega 3)	29	055682-88-7	87
		C 18:3 (gamma) (all cis - 6,9,12) (omega 6)	21	002676-41-7	49

do Graso-14.M Fri Aug 18 16:18:37 2017 UNSAAC

File: D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\T5.D
Operator: JCHP
Acquired: 18 Aug 2017 15:36 using AcqMethod ACIDO GRASO-17.M
Instrument: UNSSAC
Sample Name: T1
Meth Info:
Vial Number: 1



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\

Data File : T2.D

Acq On : 18 Aug 2017 12:34

Operator : JCHP

Sample : T2

Vial : 2

ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e

Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\methods\Acido Graso-14.M

Title :

Signal : TIC: T2.D\data.ms

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	18.495	2330	2343	2362	BB	129676	3703602	10.63%	4.708%
2	21.917	2972	2989	3009	BB	84016	2485450	7.13%	3.159%
3	22.330	3048	3067	3080	BV 2	234400	6840247	19.63%	19.107%
4	23.142	3187	3221	3260	BB	958452	30804461	88.42%	32.627%
5	24.153	3384	3412	3442	BB	1007565	34840264	100.00%	40.397%

Sum of corrected areas: 78674024

Acido Graso-14.M Fri Aug 18 15:07:54 2017 UNSAAC

Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\

Data File : T2.D

Acq On : 18 Aug 2017 12:34

Operator : JCHF

Sample : T2

Disc :

ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex

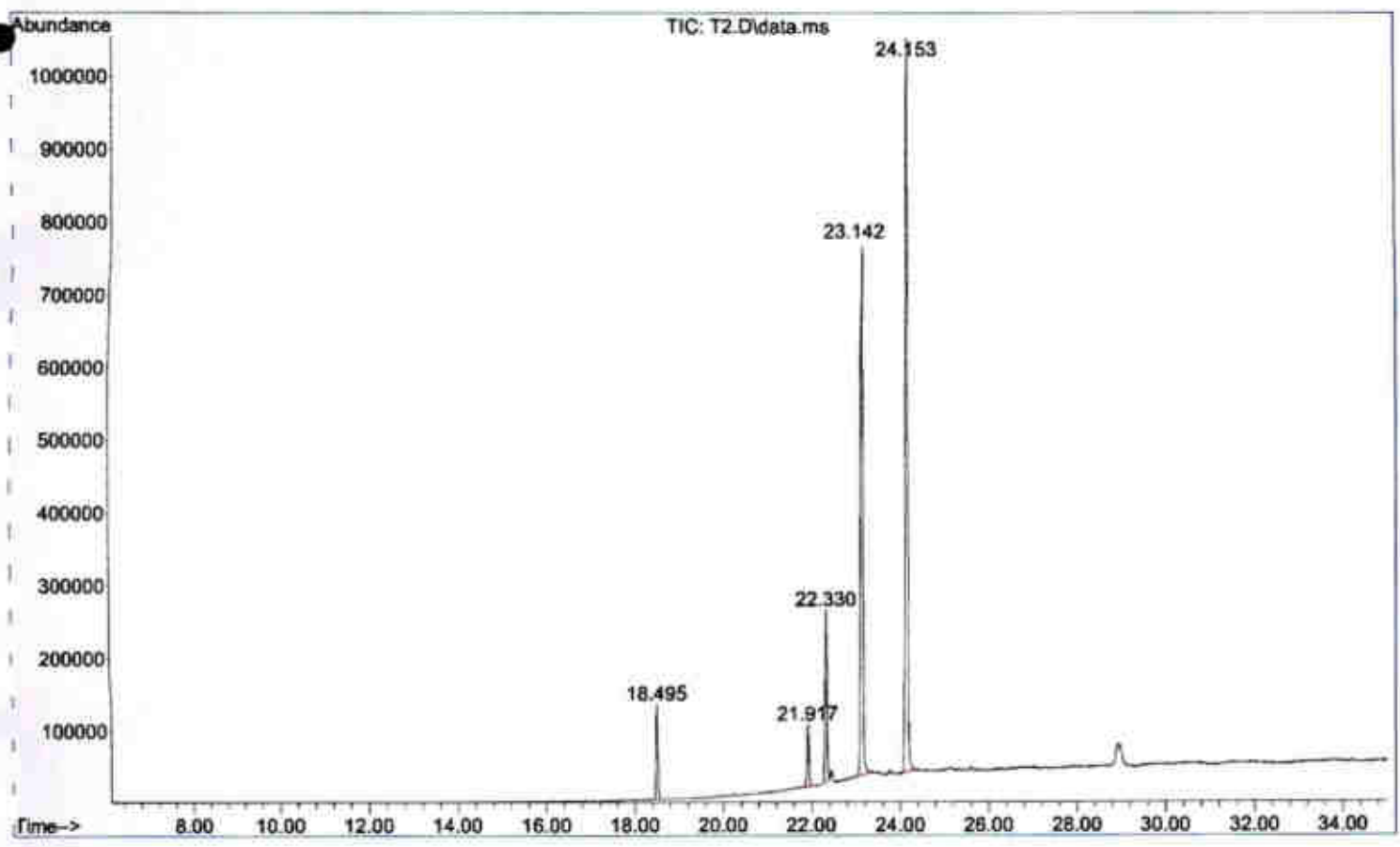
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
18.494	4.71	C:\Database\Famedb23.L			
		C 16:0	12	000112-39-0	99
		C 12:0	6	000111-82-0	80
		C 14:0	8	000124-10-7	78
21.914	3.16	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:0	16	000112-61-8	98
		C 16:0	12	000112-39-0	52
		C 15:0	10	007132-64-1	52
22.328	19.11	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
		C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
		C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	70
23.143	32.63	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
		C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
		C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	2
24.154	40.40	C:\Database\Famedb23.L			
		C 18:3 (alpha) (all cis - 9,12,15) (omega 3)	22	000301-00-8	99
		C 20:3 (cis-11,14,17) (omega 3)	29	055682-88-7	91
		C 18:3 (gamma) (all cis - 6,9,12) (omega 6)	21	002676-41-7	49

Ido Graso-14.M Fri Aug 18 15:06:51 2017 UNSAAC



F :D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\T2.D
Operator : JCHP
Acquired : 18 Aug 2017 12:34 using AcqMethod ACIDO GRASO-17.M
Instrument : UNSSAC
Sample Name: T2
Misc Info :
Vial Number: 2



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
Data File : T3.D
Acq On : 18 Aug 2017 14:11
Operator : JCHP
Sample : T3
disc :
ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\methods\Acido Graso-14.M
Title :

Signal : TIC: T3.D\data.ms

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	18.486	2323	2341	2357	BB	121385	3496629	11.36%	4.682%
2	21.907	2961	2988	3003	BB 2	88849	2557602	8.31%	3.424%
3	22.320	3045	3066	3080	BV 3	297146	8585827	27.89%	16.777%
4	23.132	3193	3219	3251	BB	909415	29270261	95.10%	34.183%
5	24.140	3359	3409	3435	BV 2	908379	30779409	100.00%	40.933%

Sum of corrected areas: 74689727

Acido Graso-14.M Fri Aug 18 16:14:43 2017 UNSAAC



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
 Data File : T3.D
 Acq On : 18 Aug 2017 14:11
 Operator : JCHP
 Sample : T3
 Misc :
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0

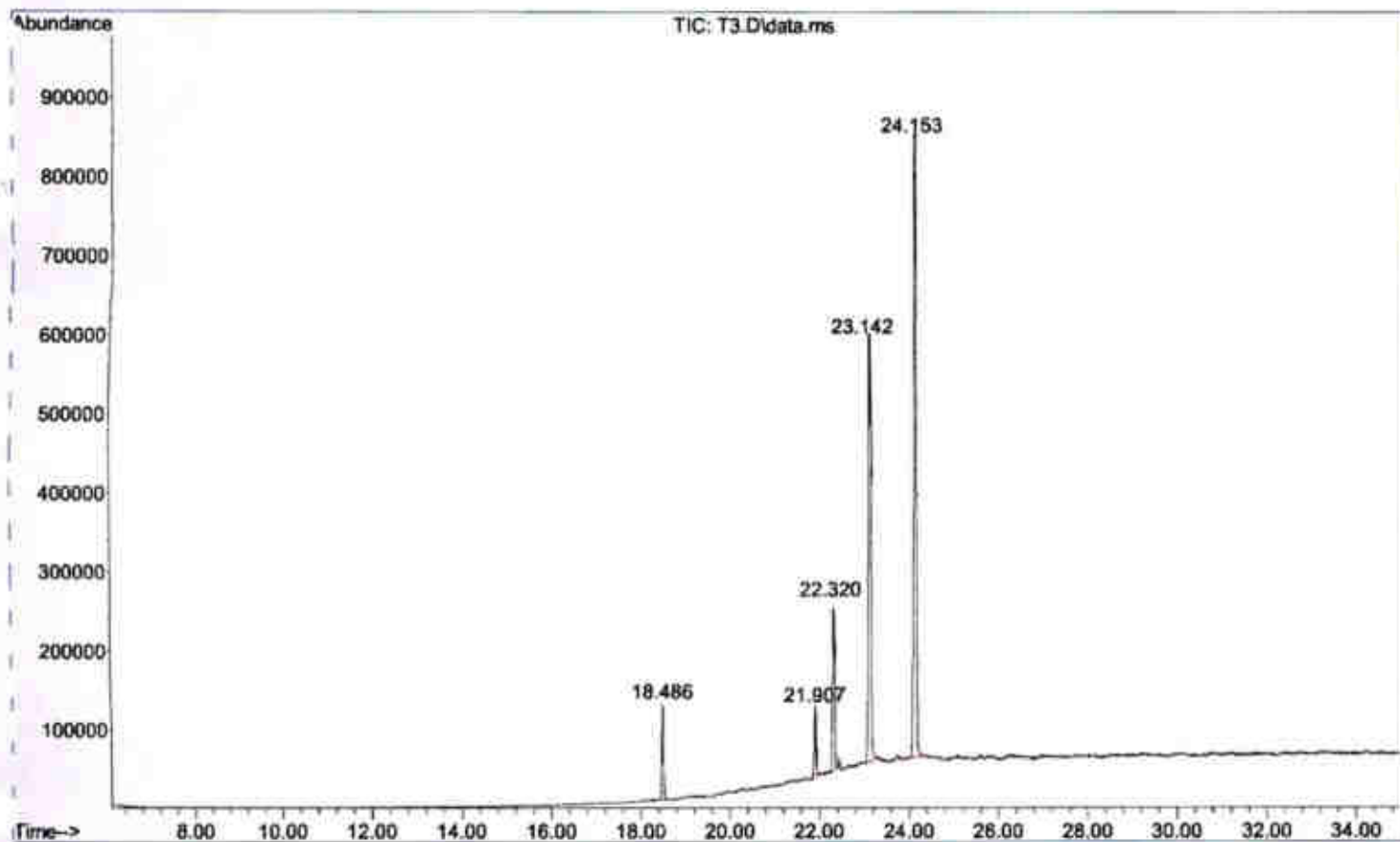
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	18.483	4.68	C:\Database\Famedb23.L			
			C 16:0	12	000112-39-0	99
			C 15:0	10	007132-64-1	72
			C 14:0	8	000124-10-7	72
2	21.909	3.42	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:0	16	000112-61-8	99
			C 10:0	4	000110-42-9	60
			C 13:0	7	001731-88-0	49
3	22.322	16.78	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
			C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
			C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	64
4	23.132	34.18	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
			C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
			C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	2
5	24.139	40.93	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:3 (alpha) (all cis - 9,12,15) (omega 3)	22	000301-00-8	99
			C 20:3 (cis-11,14,17) (omega 3)	29	055682-88-7	94
			C 18:3 (gamma) (all cis - 6,9,12) (omega 6)	21	002676-41-7	43

ido Graso-14.M Fri Aug 18 16:14:05 2017 UNSAAC



Path: D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\T3.D
Operator: JCHP
Acquired: 18 Aug 2017 14:11 using AcqMethod ACIDO GRASO-17.M
Instrument: UNSSAC
Sample Name: T3
Misc Info:
Vial Number: 3



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
 Data File : T4.D
 Acq On : 18 Aug 2017 14:54
 Operator : JCHP
 Sample : T4
 Misc :
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\methods\Acido Graso-14.M
 Title :

Signal : TIC: T4.D\data.ms

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	18.466	2325	2338	2353	BB	130083	3746273	9.86%	4.632%
2	21.890	2964	2984	3000	BB	98126	2793040	7.35%	3.454%
3	22.303	3024	3062	3077	BV 2	270066	7929071	20.88%	23.284%
4	23.123	3189	3217	3251	BB	1122600	37978411	100.00%	30.283%
5	24.123	3380	3406	3437	BV	837585	28427292	74.85%	38.347%

Sum of corrected areas: 80874087

Acido Graso-14.M Fri Aug 18 16:16:52 2017 UNSAAC

Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\
 Data File : T4.D
 Acq On : 18 Aug 2017 14:54
 Operator : JCHP
 Sample : T4
 Misc :
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	18.467	4.63	C:\Database\Famedb23.L			
			C 16:0	12	000112-39-0	99
			C 15:0	10	007132-64-1	64
			C 14:0	8	000124-10-7	64
2	21.888	3.45	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:0	16	000112-61-8	99
			C 14:0	8	000124-10-7	83
			C 10:0	4	000110-42-9	64
3	22.301	23.29	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
			C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
			C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	60
4	23.122	30.28	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
			C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
			C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	2
5	24.123	38.35	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:3 (alpha) (all cis - 9,12,15) (omega 3)	22	000301-00-8	99
			C 20:3 (cis-11,14,17) (omega 3)	29	055682-88-7	91
			C 18:3 (gamma) (all cis - 6,9,12) (omega 6)	21	002676-41-7	49

ido Graso-14.M Fri Aug 18 16:16:10 2017 UNSAAC



File : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2017\CSS\T4.D
Operator : JCHP
Acquired : 18 Aug 2017 14:54 using AcqMethod ACIDO GRASO-17.M
Instrument : UNSSAC
Sample Name: T4
Scan Info :
Scan Number: 4

