

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA



**Carrera de Ingeniería Agroindustrial y
Agronegocios**

**ESTABILIDAD OXIDATIVA
Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
DEL ACEITE DE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*)
EXTRAÍDO DE SEMILLAS
TOSTADAS A DIFERENTES CONDICIONES.**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial y Agronegocios

L. ADRIÁN ARANA A.

DANIEL O. PAREDES A.

Asesor:
Dr. Fausto Cisneros Zevallos

Lima - Perú

2008

A mis padres, abuelos y hermano que me apoyaron en todo momento durante este largo tramo para concretar mi carrera profesional. A Estela, que me alentó a seguir adelante corrigiendo mis errores y compartiendo mis logros. Y en especial a mi país porque que este aporte está dedicado a inspirar investigaciones como esta que promuevan el buen aprovechamiento de nuestros recursos naturales y además promover los beneficios de ellos a nivel internacional.

ADRIÁN ARANA

A mis **PADRES**, por la educación y valores que me inculcaron desde niño, y por su apoyo incondicional de siempre. A mi **ESPOSA**, quien me motiva y alienta con su optimismo; y me ayuda a ser mejor cada día con su amor y comprensión. A mi **HIJO**, quien desde el cielo, me regala maravillosos recuerdos de ternura y felicidad. Y a toda mi **FAMILIA** que siempre está conmigo acompañándome en cada acierto y desacierto.

DANIEL PAREDES

AGRADECIMIENTOS.

- Dr. Fausto Cisneros – Patrocinador de Tesis (Profesor de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios de la Universidad San Ignacio de Loyola).
- Dr. Luís Cisneros – Asesor de Tesis (Profesor Asociado de la Universidad de Texas A&M).
- Ing. Edmundo del Águila (Decano de la Facultad de Agroindustrias y Agronegocios de la Universidad San Ignacio de Loyola).
- Consejo de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).
- Sector Privado:
 - Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP-Tarapoto)
 - Agroindustrias Amazónicas S.A.
 - ONG Candela Perú
 - Fincafe E.I.R.L.

RESUMEN.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del tostado de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* Linneo) en la estabilidad oxidativa del aceite extraído de dicha semilla. Se obtuvieron 3 intensidades de tostado: tostado leve, tostado medio y tostado intenso, además se trabajó con una muestra sin tostar. Se determinó el perfil de ácidos grasos en las muestras y el contenido de tocoferoles (δ y γ) mediante cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta performance (HPLC) respectivamente. El valor de peróxido y el valor de p -anisidina se emplearon para determinar la estabilidad oxidativa. La prueba de 2,2-Difenil-1-1-picrilhidrazil (DPPH, siglas en inglés) (actividad antioxidante) y el contenido de compuestos fenólicos totales se midieron por espectrofotometría.

En el perfil de ácidos grasos, se observó una menor reducción de los ácidos grasos tipo $\Omega 3$ y $\Omega 6$ en el caso de las muestras obtenidas de semillas tostadas con respecto a la muestra de semilla sin tostar hacia el final del almacenamiento acelerado. Las muestras de aceite de semillas tostadas mostraron una mejor estabilidad oxidativa que el aceite de semilla sin tostar según el valor de peróxido y de p -anisidina. Esta condición pudo deberse al incremento en la actividad antioxidante y en el contenido de fenoles totales de las muestras obtenidas de semillas tostadas. Los tocoferoles (δ y γ) tuvieron una mayor estabilidad durante el almacenamiento acelerado en los aceites de semillas tostadas.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I.- INTRODUCCIÓN.....	2
II.- OBJETIVOS.....	4
III.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 Sacha Inchi.....	5
3.1.1 Generalidades.....	5
3.1.2 Historia.....	5
3.1.3 Distribución Geográfica.....	6
3.1.4 Usos.....	6
3.1.5 Aspectos Botánicos.....	6
3.1.6 Cultivo y Cosecha.....	7
3.2 Lípidos.....	8
3.2.1 Descripción de los Lípidos.....	8
3.2.2 Ácidos Grasos.....	9
3.2.2.1 Características.....	9
3.2.2.2 Ácidos Grasos Poliinsaturados.....	10
3.2.3 Oxidación de los Lípidos.....	16
3.2.3.1 Mecanismos de Autoxidación.....	18
3.2.4 Estabilidad Oxidativa y Capacidad Antioxidante.....	20
3.2.5 Factores que afectan la Oxidación Lipídica.....	21
3.2.6 Antioxidantes de los Aceites.....	25
3.2.6.1 Tocoferoles.....	27
3.2.6.3 Compuestos Fenólicos.....	31
3.2.6.4 Fosfolípidos.....	31
3.2.6.5 Otros Compuestos Antioxidantes (Pardeamiento no enzimático).....	32

3.3 Aceite de Sacha Inchi.....	35
3.3.1 Características del Aceite de Sacha Inchi.....	35
3.3.2 Usos del Aceite.....	35
3.3.3 Obtención del Aceite de Sacha Inchi.....	36
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
4.1 Lugar de Ejecución.....	37
4.2 Materiales Empleados.....	38
4.2.1 Materiales y Equipos Empleados en La Producción del Aceite. ...	38
4.2.2 Materiales y Equipos Empleados en los Análisis del Aceite.	40
4.3 Trabajo Experimental.....	42
4.3.1 Procesamiento para la Obtención de Aceite de sachá Inchi.....	42
4.3.1.1 Clasificación de las Semillas.....	42
4.3.1.2 Descascarado.....	44
4.3.1.3 Tostado.....	45
4.3.1.4 Extracción del aceite (Prensado).....	46
4.3.1.5 Sellado y Embalaje.....	47
4.3.1.6 Centrifugación.....	48
4.3.2 Variables de Estudio.....	48
4.3.3 Estudio de Almacenamiento Acelerado de las Muestras de Aceite.....	48
4.3.4 Evaluación de las muestras de aceite.....	49
4.3.4.1 Desarrollo de Color.....	50
4.3.4.2 Perfil de ácidos Grasos.....	50
4.3.4.3 Estabilidad Oxidativa.....	51
4.3.4.4 Actividad Antioxidante por Prueba de DPPH.....	52
4.3.4.5 Fenólicos Totales.....	54
4.3.4.6 Contenido de Tocoferoles.....	56

V.- Resultados y Discusión.	57
5.1 Rendimientos del Procesamiento de las Semillas.	57
5.1.1 Descascarado.....	57
5.1.2 Tostado.....	57
5.1.3 Extracción del Aceite (Prensado).....	59
5.2 Análisis de las muestras de aceite.	60
5.2.1 Desarrollo de color.....	60
5.2.2 Perfil de Ácidos Grasos.	61
5.2.3 Estabilidad Oxidativa.	66
5.2.3.1 Valor de Peróxido.	66
5.2.3.2 Valor de ρ -Anisidina.....	70
5.2.4 Actividad Antioxidante por Prueba de DPPH.....	73
5.2.5 Fenólicos totales.....	76
5.2.6 Tocoferoles.	79
VI.- CONCLUSIONES.	84
VII.-. RECOMENDACIONES.	85
VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	86
IX.- ANEXOS.	90

ÍNDICE DE CUADROS.

	Pgs.
Cuadro 3.1 Ácidos Grasos más comunes.....	11
Cuadro 3.2 Síntesis de ácidos grasos poliinsaturados a partir de ácidos grasos esenciales.....	13
Cuadro 3.3 Composición media de los principales aceites alimenticios vegetales.....	17
Cuadro 3.4 Resumen de Estabilidad de los Tocoferoles y β -carotenos.....	27
Cuadro 3.5 Contenido de Tocoferoles en aceites.....	30
Cuadro 3.6 Perfil de Aminoácidos del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	34
Cuadro 4.1 Relación tiempo-temperatura de la operación de tostado.....	44
Cuadro 5.1 Balance de masa y rendimientos de la operación de descascarado manual.....	58
Cuadro 5.2 Pesos de las almendras de sachá inchi antes y después del tostado.....	58
Cuadro 5.3 Balance de masa y rendimientos de la operación de prensado.....	59
Cuadro 5.4 Resultados del Perfil de Ácidos Grasos Saturados e Insaturados en el Aceite de Sachá Inchi y de Linaza.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Pgs.
Figura 3.1 Grupos principales de ácidos grasos insaturados.....	12
Figura 3.2 Pasos en la autoxidación de los lípidos.	19
Figura 3.3 Esquema Simplificado de la Autoxidación.....	20
Figura 3.4 Vías del pardeamiento no enzimático.....	32
Figura 3.5 Condensación de Maillard.....	33
Figura 4.1 Flujo del Proceso para Obtener Aceite Prensado a partir de Almendras Tostadas de Sacha Inchi.....	43
Figura 4.2 Fotografía de la tostadora empleada en el proyecto. ...	45
Figura 4.3 Fotografía de las prensas tipo expeller usado para la extracción de aceite.....	46
Figura 4.4 Fotografías de almendras de sachá inchi con diferentes grados de tostado.....	49
Figura 5.1 Producto del proceso de descascarado manual.....	58
Figura 5.2 Fotografía de las muestras de aceite de sachá inchi procesadas.	60
Figura 5.3 Cambio en el contenido de Ácido Linolénico en las muestras de aceite por efecto del tostado.....	63
Figura 5.4 Cambio en el contenido de Ácido Linoleico en las muestras de aceite por efecto del tostado.....	64
Figura 5.5 Variación en el contenido de Ácido Linolénico en las muestras de aceite durante el almacenamiento acelerado (60°C).....	66

	Pgs.
Figura 5.6 Variación en el contenido de Ácido Linoleico en las muestras de aceite durante el almacenamiento acelerado (60°C).....	67
Figura 5.7 Efecto del tostado en el valor de peróxido de las muestras de aceite.....	69
Figura 5.8 Evolución del valor de peróxido en las muestras de aceite durante el almacenamiento acelerado (60°C).....	70
Figura 5.9 Efecto del tostado en el valor de ρ -anisidina en las muestras de aceite en el día de prueba 0.....	72
Figura 5.10 Variación en el valor de ρ -anisidina en las muestras de aceite durante el almacenamiento acelerado (60°C)....	73
Figura 5.11 Cambios en la actividad antioxidante en las muestras de aceite producto de la intensidad en tostado de las semillas.....	75
Figura 5.12 Variación en el contenido de fenólicos totales en las muestras de aceite producto de la intensidad en el tostado de las semillas de sacha inchi.....	77
Figura 5.13 Χαμβιοσ εν ελ χοντενιδο δε δ -Tocoferol en las muestras de aceite sometidas al Almacenamiento Acelerado (60°C).....	79
Figura 5.14 Cambios en el contenido de γ -Tocoferol en las muestras de aceite sometidas al Almacenamiento Acelerado (60°C).....	80