

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS TROPICAL**



**“EVALUACIÓN DE CUATRO TEMPERATURAS DE
PRENSADO EN LA CALIDAD DEL ACEITE VIRGEN DE SACHA
INCHI (*Plukenetia volubilis L.*)”**

PRESENTADO POR:

PÉREZ ROMERO LEOCADIA FLOR

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERA EN CIENCIAS AGRARIAS
ESPECIALIDAD INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

SATIPO, PERÚ

2008

ASESORA

ING. NORMA NELIDA BELTRÁN CHÁVEZ.

AGRADECIMIENTOS

- A mi padre Ildauro Pérez García, por haber financiado mis estudios superiores y el presente trabajo de investigación.
- Al Ingeniero Norma Beltrán Chávez, asesora del presente trabajo, por su asesoramiento y apoyo desinteresado en el desarrollo del trabajo de investigación.

- Al Ingeniero Jorge Proaño Reaño, gerente de la Empresa Consultores Agropecuarios, por la orientación metodológica en la extracción del aceite virgen de sachá inchi.
- A la Analista técnica Karina Ccapa Ramírez, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por su orientación en los diversos análisis realizados en el trabajo de investigación.
- Al Ingeniero M. Sc. Carlos Marcelo Oyague por las sugerencias y orientaciones durante el desarrollo y culminación del trabajo de investigación.
- A mis amigos Helga, Antonio, Pedro y Edith, por sus incondicionales apoyos durante la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Descripción botánica del sachá inchi	4
2.2 Producción del sachá inchi en la provincia de Satipo	5
2.3 Composición química de la semilla	5
2.4 Definición de aceites comestibles	5
2.5 Extracción de aceites	6
2.5.1 Limpieza	8

2.5.2	Descascarado	8
2.5.3	Molienda	8
2.5.4	Tratamiento térmico	9
2.5.5	Prensado	9
2.6	Estabilidad del aceite	10
2.7	Caracterización del aceite	10
2.8	Importancia del aceite de sachá inchi	10
2.9	Propiedades fisicoquímicas	11
2.8.1	Ácidos grasos libres	11
2.8.2	Índice de acidez	11
2.8.3	Índice de peróxidos	12
2.8.4	Densidad	13
2.8.5	Humedad	13
2.8.6	Índice de refracción	14
2.8.7	Índice de yodo	14
2.8.8	Índice de saponificación	15
2.8.9	Viscosidad	15
2.8.10	Color	16
2.10	Aceite virgen	17
2.9.1	Definición	17
2.9.2	Aceite de sachá inchi	17
2.9.3	Aceite de oliva	20
2.9.4	Aceite de linaza	23
2.10	Temperaturas de prensado	24
2.11	Factores de calidad del aceite	25
2.14	Rayos biocidas	25
III. MATERIAL Y MÉTODOS		
3.1	Lugar de ejecución	26
3.2	Materiales y equipos	26
3.2.1	Materia prima	26
3.2.2	Equipos	26
3.2.3	Equipos de laboratorio	27
3.2.4	Materiales de vidrio	27
3.2.5	Reactivos	28
3.3	Evaluaciones y análisis	28
3.3.1	En la materia prima	28

3.3.2	En el aceite virgen	28
3.4	Métodos de análisis	29
3.4.1	Materia prima	29
a.	Evaluación biométrica y física	29
b.	Químico proximal	29
3.4.2	Aceite virgen de sachá inchi	29
a.	Fisicoquímico	29
3.5	Metodología experimental	30
3.5.1	Descripción del flujo de procesamiento	30
3.5.2	Tratamiento	33
3.5.3	Diseño estadístico	33
3.5.4	Modelo matemático	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES		
4.1	Características físicas de la materia prima	34
4.2	Características químico proximal de la semilla	35
4.3	Proceso de extracción del aceite virgen de sachá inchi	35
4.3.1	Análisis de varianza del efecto de la temperatura de prensado sobre el porcentaje de ácidos grasos libres (AGL)	38
4.3.2	Análisis de varianza del efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de acidez	40
4.3.3	Análisis de varianza del efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de peróxidos	41
4.3.4	Características fisicoquímicas del aceite virgen de sachá inchi	43
4.3.5	Costo de producción del aceite virgen	46
V. CONCLUSIONES		
VI. RECOMENDACIONES		
VII. BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

RESUMEN

En la investigación se determinó la temperatura adecuada de prensado en la extracción del aceite virgen de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) de buena calidad, las cuales fueron obtenidos en base a pruebas preliminares y definitivas, el proceso de extracción consistió en caracterizar el producto final. El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio del Módulo de Extracción para Caracterización de Muestras de Semillas Oleaginosas de la Empresa Consultores Agropecuarios – Lima. El proceso de extracción del aceite virgen comprendió las siguientes etapas: pesado, selección, acondicionamiento con rayos biocidas, pesado, molienda, calentamiento a temperaturas de 30, 35, 40 y 45°C, prensado, sedimentación, decantación, filtrado, envasado y almacenado. Para determinar cual de los tratamientos aplicados fue mejor en la investigación, se realizaron análisis del porcentaje de ácidos grasos libres (AGL), índice de acidez e índice de peróxidos, las cuales son los factores de calidad en el aceite, los mínimos valores son más aceptables en los tratamientos (T1: 30°C, T2: 35°C, T3: 40°C, T4: 45°C), por presentar menor deterioro en el aceite virgen. El diseño estadístico utilizado fue el de completamente al azar (DCA) mediante el programa Statgrafics, se realizó la comparación de medias de tratamientos de Duncan al 5% de significación; el tratamiento que resultó más adecuado fue el T1 (30°C) cuyas características fisicoquímicas del aceite extraído resultaron: ácidos grasos libres (%) 0,78, índice de acidez (mg KOH/g grasa) 1,55, índice de peróxido (meq O₂/Kg muestra) 0,78, índice de yodo (Wijs) 186,25, índice de saponificación (mg KOH/g grasa) 192,29, índice de refracción (20°C) 1,482, humedad (%) 0,06, densidad a 20°C (g/cc) 0,9307, viscosidad aparente (centipoise) 41,73cp a 20°C, color (CIE L*a*b*) L* = 60,07, a* = -6,00 y b* = 34,71.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) en los últimos años ha venido tomando importancia económica e industrial en el mercado local, nacional e internacional debido a la demanda de ácidos grasos esenciales (ácido linolénico, linoleico y oleico, conocidos como omega 3, 6 y 9 respectivamente) y vitamina E; sustancias que las semillas de sacha inchi concentran cantidades de 48,61% omega 3, 36,80% omega 6 y 8,28% omega 9, las cuales son superiores con respecto a otras semillas oleaginosas como la soya, maní y oliva.

El cultivo de sacha inchi tiene un buen impacto para la ecología amazónica, ya que mediante la aplicación de una tecnología apropiada en el proceso industrial, se logra preservar la alta calidad del aceite y la torta (por contener un 58% de proteína, que se puede utilizar como harinas sucedáneas), mejorar la calidad de vida de los agricultores y contribuir a la alimentación y la salud.

La calidad del aceite disminuye, cuanto mayor es la temperatura de prensado, así mismo la elevación de la temperatura aumenta el rendimiento en perjuicio de la calidad, por lo que se separa los aceites en frío y en caliente; por ello, es que se plantea como problema de investigación: ¿Cuál será la temperatura adecuada de prensado para la extracción del aceite virgen de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) de buena calidad?

Se planteó la siguiente hipótesis: la temperatura de prensado de 30°C para la extracción de aceite virgen de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) presenta buena calidad.

Los objetivos de la investigación fueron:

Objetivo general:

Evaluar la temperatura adecuada de prensado en la calidad del aceite virgen de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*).

Objetivos específicos:

- Identificar la composición químico proximal de la semilla de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*).
- Determinar la temperatura adecuada de prensado para la extracción de aceite virgen de sacha inchi de buena calidad.
- Determinar las características fisicoquímicas del producto final.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL SACHA INCHI

El sachá inchi es una planta voluble, trepadora, semileñosa y perenne. Sus frutos son cápsulas de 3 a 5cm de diámetro, dehiscentes, de color verde que cuando madura se ponen de un color marrón negruzco. Usualmente están formados por cuatro cápsulas, algunos frutos presentan de 5 a 7 cápsulas. Dentro de las cápsulas se encuentran las semillas de color marrón oscuro, con nervaduras notorias, ovales de 1,5 a 2cm de diámetro, ligeramente abultados en el centro y aplastados hacia los bordes. Al abrirlas se encuentran los cotiledones a manera de almendras y cubiertos de una película blanquecina, tal como se observa en la foto 1, (Vallés, 1992; mencionado por Arévalo, 1996).



Foto 1: Hojas, flores, semillas verdes y maduras de sachá Inchi.

El peso promedio de la semilla de sachá inchi de acuerdo a los diferentes ecotipos son: San Juan Pucallpa 1,11g, Aguaytía 1,17g, Pinto Recodo 1,14g, Cumbaza 1,13g, Oxabamba 1,22g y Asháninka 1,13g. (Peña y Lara, 2008).

El sachá inchi presenta una variabilidad muy amplia, observándose cultivares y ecotipos que difieren grandemente en área de follaje, tamaño y forma de sus hojas, semillas, así como en su capacidad de producción por planta y contenidos de aceite en grano. Actualmente se está caracterizando los ecotipos de Pinto Recodo,

Cumbaza, Tambo Yaguas y Río Putumayo y otros ecotipos en el banco de germoplasma de la Estación Experimental El Porvenir. (Arévalo, 1996).

2.2. PRODUCCIÓN DEL SACHA INCHI EN LA PROVINCIA DE SATIPO

La producción del cultivo sacha inchi en la provincia de Satipo, durante la campaña agrícola 2007 – 2008, reporta 8 200Kg/Ha. La producción de sacha inchi por distritos es: Satipo 200Kg/Ha, Río Negro 1 200Kg/Ha, Pampa Hermosa 100Kg/Ha, Coviriali 200Kg/Ha, Mazamari 800Kg/Ha, Llaylla 100Kg/Ha, San Martín de Pangoa 4 000Kg/Ha, Río Tambo 1 600Kg/Ha. (López, 2008).

2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA

El estudio de la composición química promedio de la semilla de sacha inchi reporta los siguientes resultados: humedad 5,63, proteínas 24,39, grasa 43,27, fibra 16,53, cenizas 7,72, carbohidratos 2,80. (García, 1993).

Según Mejía (1997), indica que la composición química de la semilla de sacha inchi presenta los valores siguientes: humedad 6,37, proteínas 24,21, grasa 51,40, fibra 11,30, cenizas 2,69, carbohidratos 4,03.

El contenido de proteínas de algunas semillas oleaginosas son: sacha inchi 29%, soya 28%, maní 23%, girasol 24%, algodón 33%. (Hazen y Stovesand, 1980; mencionado por Hamaker, 1992).

2.4. DEFINICIÓN DE ACEITES COMESTIBLES

Los aceites vegetales comestibles son glicéridos de los ácidos grasos obtenidos por presión mecánica en frío o en caliente, o por extracción por solventes de la materia prima, que los contenga, que sean líquidos a la temperatura de 20°C, de olor y sabor agradable y que cumplan con los requisitos generales del aceite vegetal comestible. (INDECOPI, 1971).

Los aceites y grasas comestibles se componen de glicéridos de ácidos grasos y son de origen vegetal, animal o marino. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en las grasas o aceites. (Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales, 1999).

2.5. EXTRACCIÓN DE ACEITES

La diversidad y propiedad de características de los distintos productos grasos da lugar a distintos procedimientos de extracción tales como: fusión, prensado y la extracción con disolvente. Sin embargo todos éstos procedimientos tienden a los mismos fines que son; primero, obtener el aceite sin alteraciones y desprovisto de impurezas; segundo, máximo rendimiento de acuerdo con la economía del proceso y tercero, conseguir un residuo o torta de máxima calidad. (Bailey, 1961).

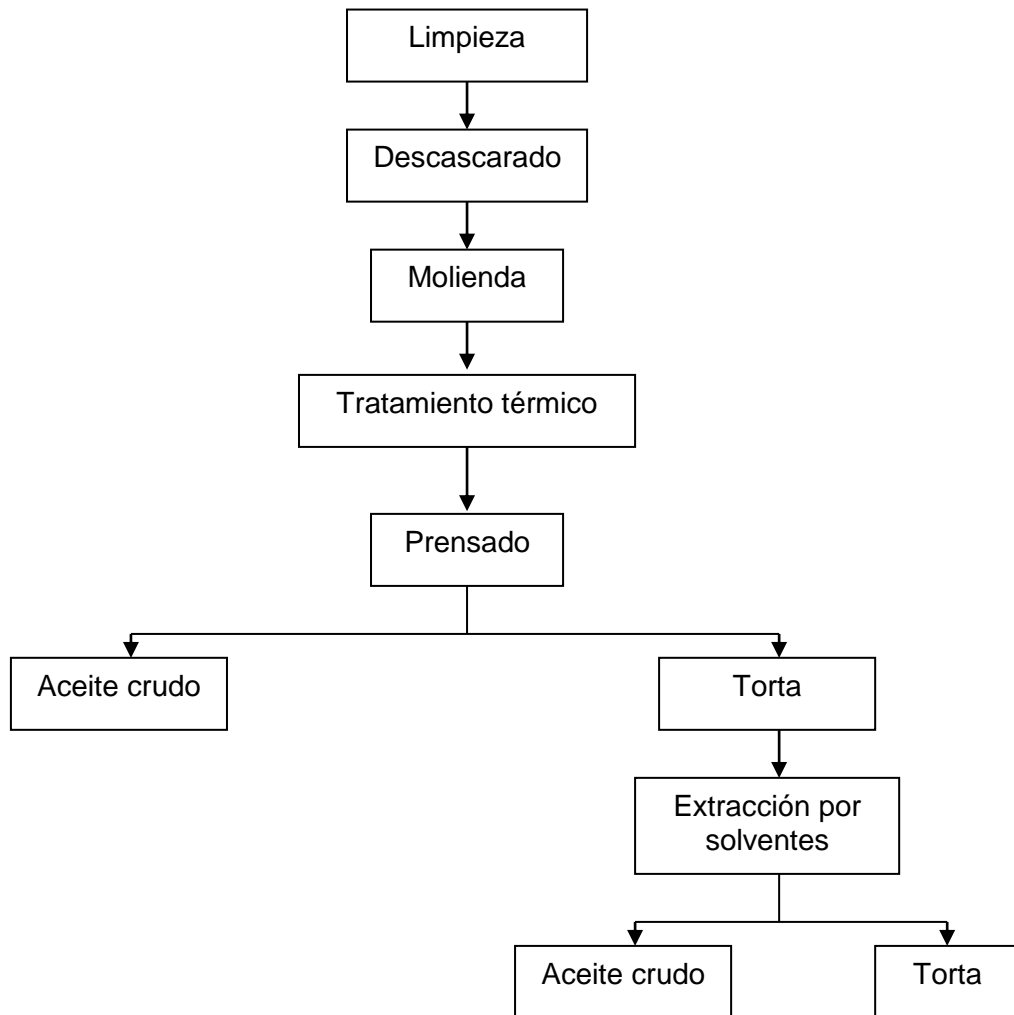
La extracción de los aceites vegetales presenta mayores dificultades, ya que las plantas y, sobre todo las semillas oleaginosas, contienen considerables cantidades de productos sólidos asociados con el aceite. Para separar eficazmente el aceite de los sólidos es necesario pulverizar cuidadosamente el material, seguido de un tratamiento térmico de éste y la aplicación de elevadas presiones. (Bailey, 1961).

Como auxiliares de las operaciones de prensado o extracción, existen otras de realización más o menos delicada. Las semillas oleaginosas deben descortezarse, siempre que sea posible, antes de extraer el aceite, tanto para incrementar la capacidad de la instalación, como para evitar pérdidas por absorción en las cortezas, después de la cual se muelen o se trituran para reducirlas a finas partículas, que se someten a tratamiento térmico, a fin de hacer las paredes de las células oleaginosas permeables al aceite y obtener este en libertad; a menos que se les vaya a someter a extracción con disolventes, en cuyo caso el tratamiento térmico no es generalmente necesario. (Bailey, 1961).

En la figura 1, se observa el diagrama de flujo general para la extracción de aceite a partir de semillas oleaginosas.

Figura 1: Diagrama de flujo general para la extracción de aceite a partir de semillas oleaginosas.

Semilla oleaginosa
↓



Fuente: Acosta, 1987.

2.5.1. LIMPIEZA

El primer paso en la manipulación de las semillas oleaginosas es su limpieza, para separar los productos extraños. Por medio de cribas planas o tambores rotatorios, se separan estacas, tallos, hojas y además desechos, al igual que la tierra y suciedad. Las partículas de hierro se eliminan por imanes electromagnéticos instalados, en cintas transportadoras. Esta

limpieza de las semillas oleaginosas se debe realizar antes de su almacenamiento. (Bailey, 1961).

2.5.2. DESCASCARADO

Antes de la extracción del aceite las semillas, deben descascarillarse, si es posible. La cascarilla no suele tener aceite; corrientemente no más de 1% y sólo la linaza contienen 22%. Sin embargo, parece ser que éste elevado porcentaje de aceite no procede de la cascarilla, sino del endospermo graso de la semilla, que queda adherido a ella. Si las cascarillas no se separan de las semillas, antes de la extracción el rendimiento en aceite disminuye, por absorción en la torta. (Bailey, 1961).

En casos donde las frutas o semillas poseen una corteza o cáscara dura se lleva a cabo la separación de la cáscara de la almendra rompiendo las cortezas en descascaradoras. Existen en uso diversos tipos de descortezadoras, estos incluyen molinos de cilindros, desintegradores y las máquinas descascarilladas empleadas para las semillas de tamaño medio, con capa exterior flexible tales como: las de algodón, cacahuate y girasol, son de dos tipos de barra y de disco. (Bailey, 1961).

2.5.3. MOLIENDA

La transformación de las semillas oleaginosas en partículas pequeñas facilita la extracción el aceite, ya sea por prensado mecánico o por la acción de disolventes. Existen diversas opiniones sobre la molturación o trituración de las semillas oleaginosas. La suposición de que éste rompimiento es elevado se basa en que la semilla triturada rinde mayores fracciones de aceite extraído. Generalmente la molienda se hace en molinos de cilindros de discos moledores o muelas de molino; con el fin de convertir las semillas en partículas escamosas uniformes o de cualquier otra forma que convenga para su prensado. (Bailey, 1961).

2.5.4. TRATAMIENTO TÉRMICO

Las semillas oleaginosas se someten a un proceso de cocción, para facilitar la extracción del aceite por prensado mecánico. Los cambios producidos por la cocción sobre las semillas son muy complejos y su naturaleza es tanto química como fisicoquímica. Los efectos que se consiguen son los siguientes:

- Se favorece la reunión de las gotas pequeñas de aceite en otras mayores, las cuales pueden fluir más fácilmente de las semillas.
- Descomposición o desnaturalización de las proteínas y sustancias afines por el calor, agrupando el aceite disperso y haciendo a los sólidos de las semillas permeables al flujo de aceite.
- Disminuir la afinidad entre el aceite y la superficie de los sólidos, con el fin de conseguir el máximo rendimiento en el prensado.
- Secar la semilla con el fin de darle plasticidad apropiada para un prensado eficaz.
- Insolubilización de los fosfátidos y otras impurezas indeseables.
- Destrucción de microorganismos. (Bailey, 1961).

2.5.5. PRENSADO

El rendimiento en la obtención de aceite por prensado mecánico, depende de una serie de factores relacionados con la afinidad del aceite por los sólidos de las semillas. Entre estos factores se encuentra el grado de humedad, método de cocción y composición química de la semilla; las semillas alteradas retienen generalmente más aceite que las sanas. Para una carga determinada de las semillas, acondicionadas y listas para el prensado, el rendimiento en aceite depende de la velocidad a que se aplica la presión, el máximo de esta alcanzando tiempo de drenaje del aceite, a la presión total y temperatura o viscosidad del aceite. (Bailey, 1961).

En la tecnología de aceites y grasas comestibles se emplean dos métodos de prensado y se conocen como prensado discontinuo y continuo. Estos métodos de prensado emplean presiones altas para separar el aceite de las materias que lo contienen. Las prensas abiertas emplean una presión alrededor de 4 000Lb/plg²; las prensas de tornillo continuo conocida como expellers, que pertenecen a las prensas de tipo cerrado forman una presión de 20 000 a 40 000Lb/plg². (Kirschenbauer, 1964).

2.6. ESTABILIDAD DEL ACEITE

La estabilidad del aceite se relaciona con su composición en ácidos grasos. Las grasas saturadas son las más estables, y los aceites y grasas insaturadas las menos estables. Generalmente la estabilidad decrece cuando el número de dobles enlaces aumenta o cuando aumenta el grado de insaturación. La hidrólisis se producirá durante el almacenamiento en la mayoría de los alimentos. Los

componentes grasos que contienen aunque sea solo pequeñas cantidades de ácido láurico desarrollaran un sabor a jabón. (Lawson, 1999).

Los peróxidos comprenden los productos de descomposición primaria de la oxidación de los aceites y grasas, cualquiera sea su composición. La reacción secundaria y los productos de descomposición que resultan de la oxidación incluyen compuestos tales como peróxidos, aldehídos, cetonas, óxidos de etileno, ácidos, alcoholes y diversas combinaciones de éstos y agua. (Mehlenbacher, 1979).

2.7. CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE

Existe un gran número de análisis para evaluar las características físicas y químicas de los aceites, las más comunes son los desarrollados por la AOAC (Association of Official Chemists). La AOAC internacional es la primera organización mundial que proporciona métodos aprobados para el análisis alimentario y líder en la metodología para aceites y grasas. Entre ellos tenemos: densidad y peso específico, índice de refracción, viscosidad, índice de yodo, índice de acidez, índice de saponificación, índice de peróxido, materia insaponificable, color y prueba de frío. (Lawson, 1999).

2.8. IMPORTANCIA DEL ACEITE DE SACHA INCHI

La importancia de esta semilla radica es su composición de ácidos grasos, ya que presenta una cantidad mínima de ácidos grasos saturados que es lo que actualmente la industria aceitera busca encontrar. Además entre los ácidos grasos insaturados presenta un alto nivel de ácido linoleico y ácido linolénico considerados ácidos grasos esenciales de suma importancia para el cumplimiento de ciertas funciones fisiológicas en el cuerpo humano. (Mejía, 1997).

Los ácidos grasos esenciales cumplen varias funciones imprescindibles; su deficiencia, exceso o desproporción entre ellos, está involucrada en la aparición de problemas metabólicos relacionados con alteraciones de la piel (piel seca eczemas), arteriosclerosis, exacerbación de las complicaciones diabéticas, alteraciones de la inmunidad, fenómenos inflamatorios y trombóticos, enfermedades cardiovasculares y predisposición al cáncer. (Tivizay, 1995).

El ácido graso omega 3, está involucrado con casi todas las funciones clave del cuerpo y son una parte estructural importante de cada célula del organismo. Los roles vitales que cumplen son de cerca biológica para las células y los cimientos del

cerebro y ojos. Las actividades esenciales que realiza son la comunicación celular, encender y apagar los genes, potentes agentes de poder, lucha contra la inflamación. Además juegan roles importantes en el mantenimiento de la salud de los órganos como el cerebro, la visión, la sangre, el corazón y los huesos. (Tribole, 2007).

2.9. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

2.9.1. ÁCIDOS GRASOS LIBRES

La acidez libre de los lípidos indica fundamentalmente la alteración de los triglicéridos. Este valor también nos sirve para estimar la pérdida de un aceite crudo luego de la neutralización. (Adrian, Potus, Poiffait, Dauvillier, 2000).

La acidez o cantidad de ácidos grasos libres (AGL) en un aceite o grasa puede expresarse de diversas formas, cuando se trata de aceites y grasas comestibles es conveniente expresar la acidez en porcentaje de ácidos grasos libres. Cuando los ácidos grasos libres se expresan como porcentaje los cálculos se hacen sobre la suposición de que el peso molecular del ácido libre es igual al del ácido oleico. En casos de aceite de palma y coco se expresan en términos de ácido palmítico y láurico respectivamente, puesto que son los ácidos que predominan en estos dos tipos de aceites, (Mehlenbacher, 1979).

El contenido en ácidos grasos libres del aceite de oliva es muy variable. Los mejores aceites no contienen más que 0,5 – 1,5%, pero no es raro encontrar aceite con un contenido en ácidos libres del 3%. (Bailey, 1961).

2.9.2. ÍNDICE DE ACIDEZ

Se trata de la medida de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en un aceite o grasa alimentaria. Se expresa por el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para neutralizar la acidez presente en un gramo de aceite o grasa. (Adrian, Potus, Poiffait, Dauvillier, 2000).

La acidez, expresada como ácido oleico, es una medida del porcentaje de ácidos grasos libres en el aceite, esto está directamente relacionado con su pureza. Un bajo valor de acidez define un proceso de extracción del aceite efectuado inmediatamente después la recolección de la aceituna y con

métodos naturales y poco agresivos. De la misma forma que los ácidos grasos se colapsan, los ácidos grasos libres se transforman de manera que incrementan la acidez del aceite y degradan su calidad original. (Infoagro, 2004).

2.9.3. ÍNDICE DE PERÓXIDOS

El índice de peróxidos es una forma de medir la cantidad de oxígeno asociado a esta transformación y se expresa como la cantidad de miliequivalentes de oxígeno por gramo de aceite o grasa. Su determinación sirve como guía para juzgar la calidad de una grasa o aceite. Un aceite crudo de buena calidad deberá tener un índice de peróxidos inferior a 5. (Kirschenbauer, 1964).

El índice de peróxido es de gran importancia y de interés práctico para el reconocimiento y progreso de la descomposición autooxidativa y con ello, las posibilidades de tratamiento y predecir la capacidad de conservación o estabilidad de los aceites o grasas. En la grasa animal, el aumento en el contenido de peróxidos es muy lento y gradual hasta el final del período de inducción, en cambio los aceites vegetales, los aceites no presentan el mismo principio claro y el aumento a un máximo del contenido de peróxido es más gradual, después de lo cual, si el ensayo continua dicho contenido empieza a decrecer. (Mehlenbacher, 1979).

En la Universidad de Rioja se ha estudiado el efecto de los de los diferentes métodos de extracción del aceite de oliva en distintos parámetros de calidad del aceite, el análisis se realizó antes y durante su conservación en botellas de polietileno en ausencia de luz, con luz difusa y con luz solar. El aceite conservado en la oscuridad tuvo el índice de peróxido más bajo. En general el proceso de oxidación fue lento en la oscuridad y más rápido en luz difusa y en presencia directa de luz solar. (Comparación entre diferentes sistemas de extracción de aceite de oliva, 2001).

2.9.4. DENSIDAD

La determinación de la densidad resulta de gran utilidad para detectar adulteraciones, pues la no conformidad del peso específico indica adulteración aun cuando la conformidad no confirma en ningún caso la pureza del aceite. (Kirschenbauer, 1964).

El peso específico de los aceites vegetales es generalmente alrededor de 0,910 – 0,920g/ml a 25°C. A medida que la temperatura aumenta, el peso específico del aceite o grasa desciende. Como los aceites y grasas son más ligeros que el agua (peso específico inferior a 1,000Kg/m³), cuando las mezclas de agua y aceites se separan, el aceite se sitúa por encima del agua. (Lawson, 1999).

Las mediciones de gravedad específica son usadas en la caracterización de sustancias comestibles como aceites y grasas, vinos, jugos, bebidas y otros. En aceites vegetales, es una función del largo de la cadena carbonada de los ácidos grasos que los constituyen, del grado de insaturación y se utiliza como constante analítica en la evaluación de aceites comerciales. (Lewis, 1993).

2.9.5. HUMEDAD

La mayoría de los productos naturales probablemente presenten algo de agua, y los aceites no son la excepción. Pueden absorber humedad durante el mismo almacenamiento, por lo tanto, es casi imposible mantener un producto seco. La solubilidad en el agua de los aceites y grasas oscila entre el 0,05 – 0,30%. Los análisis de humedad son importantes en el comercio, (Lawson, 1999).

El agua es sólo muy ligeramente soluble en las grasas y por lo tanto, su presencia no es común excepto en pequeñas cantidades. Un ejemplo es el aceite de algodón que a temperaturas de 22,5°C presenta una cantidad de agua de 0,121% y a 54,5°C se tiene 0,138% de agua. (Mehlenbacher, 1979).

2.9.6. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

Los aceites y grasas tienen un índice de refracción característico que oscila generalmente entre 1,44 y 1,50; la medición de esta constante permite ayudar conjuntamente con otros índices a identificarlos o diferenciarlos de otros aceites. (Maier, 1981).

Los índices de refracción tanto de grasas y aceites como de ácidos grasos, aumentan conforme aumenta la longitud de las cadenas de hidrocarburos y el número de enlaces dobles de las cadenas. (Bailey, 1961).

Los índices de refracción en aceites y grasas varían de acuerdo a la temperatura. A temperatura de 25°C, el aceite de soya indica un índice de 1,472 a 1,474, aceite de girasol 1,467 a 1,469, aceite de algodón 1,466 a 1,472. (Bernardini, 1981).

2.9.7. ÍNDICE DE YODO

El índice de yodo es una medida del número de dobles enlaces o del grado de insaturación y por lo tanto, un indicador de la estabilidad oxidativa de los aceites y grasas. (Lawson, 1999).

El índice de yodo de un aceite o grasa es una medida de su insaturación, determina el contenido de dobles enlaces capaces de reaccionar con un halógeno. La medida de la insaturación de los aceites y grasas que se define como la cantidad de gramos de yodo que son absorbidos por 100g de grasa bajo condiciones del análisis. El índice de yodo cambia con la hidrogenación, oxidación y otras reacciones en los aceites no saturados. (Bailey, 1961).

El índice de yodo para algunos aceites vegetales son: aceite de oliva 84g de iodo/100g aceite, aceite de girasol 132g de iodo/100g aceite y aceite de linaza 186g de iodo/100g aceite. (Determinación del índice de yodo en grasas, 2005).

El aceite de oliva se distingue de los demás aceites vegetales en que tiene un índice de yodo muy bajo y en que puede permanecer líquido a bajas temperaturas (debajo de 0°C); aunque en este aspecto el aceite de té es muy semejante. (Bailey, 1961).

2.9.8. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

El índice de saponificación es la cantidad de potasa, expresada en miligramo, necesaria para saponificar un gramo de materia grasa. Proporciona información sobre la longitud media de las cadenas de los ácidos grasos, ya que su valor es tanto más elevado cuanto menor es el

peso molecular de los ácidos grasos. (Adrian, Potus, Poiffait, Dauvillier, 2000).

Es un indicador del peso molecular o tamaño, como una fusión de las longitudes de cadena de los ácidos grasos constituyentes. (Lawson, 1999).

El índice de saponificación expresa el peso en miligramos de hidróxido de potasio necesario para saponificar un gramo de grasa y es útil para la identificación de muestras desconocidas de aceites y para la estimación de mezclas de grasas. (Martínez, 1988).

2.9.9. VISCOSIDAD

La viscosidad depende mucho de la temperatura, es importante controlar la temperatura durante su determinación experimental así como señalar la temperatura cuando se citan datos de viscosidad. Todos los líquidos disminuyen su viscosidad cuando aumenta la temperatura. En promedio hay alrededor de un 2% de cambio en la viscosidad por cada grado celsius de cambio en la temperatura, pero en algunas sustancias el cambio es superior, por ejemplo para el aceite de castor (aceite natural extraído de la semilla de la planta de castor) es del 8% (en el intervalo de 20 a 21°C). Las unidades de medidas son: centipoise (cp) y mPa.s. (Muller, 1973; mencionado por Lewis, 1993).

Es una medida de la fricción interna entre moléculas. En general la viscosidad de los aceites desciende ligeramente con un incremento en la insaturación, por lo tanto la viscosidad resulta incrementada ligeramente por la hidrogenación. Los aceites que contienen una gran proporción de ácidos grasos de peso molecular relativamente bajos son ligeramente menos viscosos que los de un grado de insaturación equivalente pero que contiene una proporción mas elevada de ácidos grasos de elevado peso molecular. La viscosidad de los aceites altamente polimerizados es mucho más elevada que los aceites normales. (Lawson, 1999).

La viscosidad de los productos grasos es muy superior a la del agua, leche y jugos de frutas con comportamiento newtoniano. Varía en un intervalo relativamente estrecho de valores para cada aceite, sin importar el hecho de ser extraídos de productos cultivados en diferentes regiones y épocas del año o luego de ser refinados. (Alvarado, 2000).

2.9.10 COLOR

El color es la propiedad más importante en los alimentos. La transparencia y la opacidad relacionada con la cantidad de luz que el material deja pasar a través o que se refleja en él y la turbiedad, relacionada con el fenómeno de difusión en el seno del material, se aprecian junto con el color. Estas propiedades conforman mayoritariamente el aspecto visual de los alimentos. (Calvo y Duran, 1997).

El color natural de las grasas es debido a la presencia de pequeñas cantidades de pigmentos solubles en grasa, tales como carotenoides y clorofilos o algunas veces a productos de oxidación y polimerización de ácidos grasos. (Kirschenbauer, 1964).

El sistema Comisión Internacional de Eclairage (CIE) define un espacio físico de colores fundado en la percepción tricrómica. Este espacio se desarrolló basándose en la igualación de colores mediante mezclas de cantidades apropiadas de tres estímulos fundamentales: rojo, verde y azul. También se desarrolló el sistema L, a, b de Hunter, con estas nuevas coordenadas se define un espacio cartesiano en el que L corresponde a la claridad a y b a la cromaticidad. Concretamente a define el componente rojo-verde, rojo para valores positivos y verde para valores negativos. El parámetro b define el componente amarillo azul, amarillo para los valores positivos y azul para los valores negativos. Los colores son tanto para saturados cuanto mas separados se encuentren del centro del gráfico los puntos que lo definen. (Minolta, 2000).

2.10. ACEITE VIRGEN

2.10.1 DEFINICIÓN

Los aceites vírgenes son aceites vegetales comestibles obtenidos, sin modificar la naturaleza del aceite, por procedimientos mecánicos, por ejemplo, extrusión y prensado, y por aplicación únicamente de calor.

Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente. (Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales, 1999).

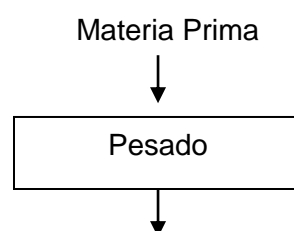
2.10.2 ACEITE DE SACHA INCHI

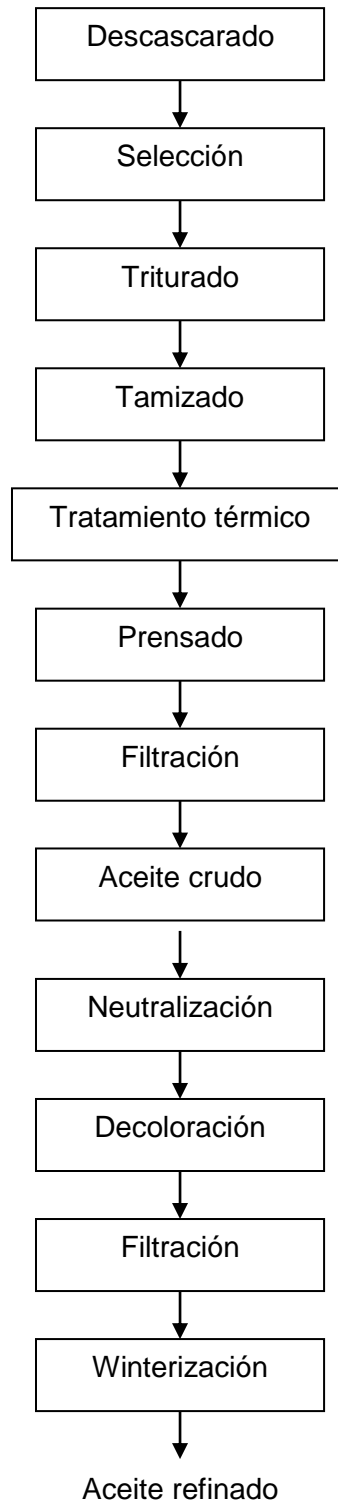
a) PROCESO DE EXTRACCION

El proceso de extracción por prensado del aceite de sachá inchi presenta operaciones de pesado, descascarado, selección, triturado, tamizado, tratamiento térmico, prensado y filtrado. La finalidad del triturado es reducir el tamaño de partícula a aproximadamente 0,8 – 1,0mm. En la figura 2, se observa el diagrama de flujo de extracción y refinación del aceite de sachá inchi. (Mejía, 1997).

La extracción de aceite de sachá inchi que ha investigado la Vela (1994), en la Universidad de San Martín, menciona las operaciones principales que se realizan mediante una extracción por prensado, las cuales son: selección, cocción, molienda, acondicionamiento, prensado y centrifugación. El autor señala que con métodos simples de cocción, molienda y separación por decantación lograron 30% de aceite y 60% de torta. En el figura 3, se indica el proceso de extracción de aceite de sachá inchi por centrifugación.

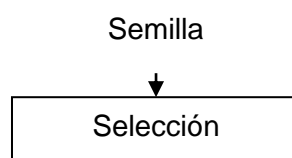
Figura 2: Diagrama de flujo de la extracción y refinación del aceite de sachá inchi

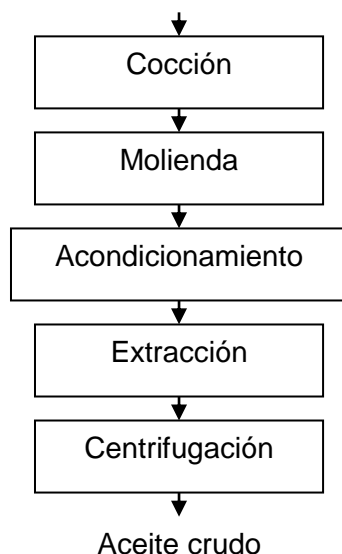




Fuente: Mejía, 1997.

Figura 3: Diagrama de flujo para la extracción de aceite de sachá inchi por centrifugación





Fuente: Arévalo, 1996.

b) INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE PRENSADO

El aceite de sachá inchi se obtiene a través de un real proceso de extracción de prensado en frío, utilizando semillas seleccionadas. La temperatura de prensado debe ser la más baja posible no mayor a 45°C, por lo general se recomienda una temperatura de 30°C sin utilizar calor o solventes químicos para conservar todo su valor nutricional. Posteriormente se efectúa un proceso de filtración para eliminar cualquier impureza y lograr el producto final. (Schneider, 2005).

La extracción de aceite de sachá inchi en cantidades industriales no es fácil. El mayor reto es obtener el aceite conservando sus propiedades. Por ello, ante un pedido de productores de Moyabamba, se desarrolló un método de extracción de aceite del sachá inchi a baja temperatura: "Si durante el proceso de extracción, la temperatura sobrepasa los 75 grados centígrados, se pueden alterar las propiedades de los aceites especiales como el omega 3". (Chávez, 2007).

c) COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA

Se realizaron estudios de análisis fisicoquímico al aceite de sachá inchi crudo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual presentó los siguientes resultados: densidad (g/cc) 25°C 0,9290852, color (U. rojo lovibond) 2,86783, índice de refracción 25°C 1,480125, viscosidad

37°C (centipoise) 41,639, índice de yodo (g de L/100g de muestra) 189, índice de peróxido (meq de O₂act./1000g muestra) 4,139, materia insaponificable 0,242, índice de saponificación (mg KOH/g muestra) 229,583, índice de acidez (mg KOH/g muestra) 1,227, ácidos grasos libres (%) 0,62, ceniza (%) 0,241 y humedad (%) 0,024. (Mejía, 1997).

El aceite de sacha inchi presenta mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados en comparación a la semilla oleaginosa del olivo. El aceite de sacha inchi está compuesto por 48,61% de alfa linolénico (omega 3), 36,80% de ácido graso linoleico (omega 6) y 8,28% de ácido oleico (omega 9). Mientras que la oliva presenta: 1% de omega 3, 10% de omega 6 y 71% de omega 9. Asimismo el aceite de sacha inchi tiene el más bajo contenido de ácidos grasos saturados realizando la comparación anterior, comprende 3,85% de palmítico y 2,54% de esteárico; en cambio, la oliva está compuesta por 13% palmítico y 3% esteárico. (Hazen y Stovesand, 1980; mencionado por Hamaker et al., 1992).

2.9.3 ACEITE DE OLIVA

a) DEFINICIÓN

El aceite de oliva virgen es el aceite obtenido del fruto del olivo por medios mecánicos u otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no alteren el aceite. El aceite de oliva virgen es un aceite que puede consumirse en estado natural. (Norma del Codex para los aceites de oliva vírgenes y refinados, 1989).

b) CLASIFICACIÓN

- **Aceite de oliva virgen extra:** aceite de oliva virgen con una acidez libre, expresada en ácido oleico, como máximo de 0,8g por 100g (acidez menor o igual a 0,8 grados). Dentro del aceite de oliva virgen extra, podemos distinguir 3 tipos:

- Monovarietal: Aquel que se obtiene a partir de una sola variedad de aceituna.
- Coupages: Aquel que se obtiene a partir de diversas variedades de aceituna.

- Denominación de Origen Protegida (D.O.P): Aquel que se obtiene a partir de aceitunas procedentes de un área geográfica concreta. El aceite debe ser también elaborado y embotellado en esa área, está sometido a ciertos controles y la D.O.P, debe estar oficialmente reconocida.

- **Aceite de oliva virgen:** aceite de oliva virgen con una acidez libre, expresada en ácido oleico, como máximo de 2g por 100g (acidez menor o igual a 2 grados),
- **Aceite de oliva lampante:** Denominado así porque en la antigüedad era el que se empleaba para las lámparas de aceite que iluminaban los hogares. Es un aceite de oliva virgen con una acidez libre, expresada en ácido oleico, superior a 2 grados. (Aceite: Concepto, forma de extracción y tipos de aceite de oliva, 2005).

c) PROCESO DE ELABORACIÓN

El proceso de elaboración de aceite de oliva se inicia en el momento mismo de la cosecha. Es importante determinar el momento óptimo en que la aceituna será recolectada ya que la maduración está vinculada con el rendimiento, con el nivel de acidez y con las características organolépticas del aceite que se obtendrá. Las operaciones principales durante la elaboración del aceite de oliva son: cosecha, recolección, transporte, recepción, limpieza, molienda, amasado, extracción (por presión y centrifugación), separación del aceite, almacenamiento, envasado y rotulado. (Proceso de elaboración del aceite de oliva, 2008).

Los métodos de extracción se pueden reunir en 3 grandes sistemas:

- **Percolación:** Es el más antiguo y consiste en separar el aceite de la masa por simple escurrimiento siguiendo el efecto de la gravedad.
- **Presión:** En este caso la pasta se carga sobre capachos circulares que se apilan en torno a una aguja y al conjunto se le aplica una fuerza vertical que permite extraer el aceite de los componentes sólidos.

- Centrifugación: La pasta de aceituna es sometida a la acción de una fuerza centrífuga que separa los distintos componentes por diferenciales de densidad. (Extracción del aceite de oliva, 1998).

Durante el proceso de extracción, aquellas aceitunas que forman emulsiones y obstaculizan la separación del aceite se denominan “difíciles”. Una de las formas más utilizadas para romper estas emulsiones es calentar la masa por circulación de agua caliente, para que disminuya la viscosidad del aceite. Si la temperatura supera los 32°C el aceite se torna más inestable por la pérdida de fenoles y antioxidantes. Asimismo se deterioran las características organolépticas. Muchas veces para que el proceso resulta eficiente, la temperatura se debe elevar por encima de los 35 a 37°C y consecuentemente se altera la calidad del aceite. (Proceso de elaboración del aceite de oliva, 2008).

d) TEMPERATURA DE PRENSADO

Para garantizar la calidad de este aceite, es necesario procesar la aceituna con las adecuadas precauciones y a la temperatura más baja posible, en cualquier caso no superior a 40°C. Debiéndose conducir la extracción en las condiciones de temperaturas indicadas, no pueden ser aplicados los procedimientos utilizados para las semillas oleaginosas en general, ya que en éstos procedimientos la temperatura que se alcanza es siempre mucho más alta. (Bernardini, 1986).

e) COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA

En el trabajo de investigación “Diagnóstico de la calidad de los aceites de oliva producidos en las diferentes zonas de Tacna”, se estudiaron las características fisicoquímicas de los aceites de oliva de las variedades Leccino y Sevillana producidos principalmente en Tacna. Los aceites vírgenes obtenidos de la variedad Leccino muestran una acidez promedio de 0,13%, índice de peróxidos de 1,97 miliequivalente de O₂/ Kg. de aceite y el de la variedad Sevillana muestra una acidez promedio de 0,3%, índice de peróxidos de 7,65 miliequivalente O₂/ Kg. de aceite. (Lanchipa, 2006).

La composición fisicoquímica del aceite de oliva virgen de acuerdo a los diferentes lugares de origen presenta valores similares; en California, índice de yodo 85,1, refracción a 20°C 1,4690, índice de saponificación 109,6, densidad a 25°C 0,9119, índice de acidez 1,5; en Italia, índice de yodo 84,4, refracción a 20°C 1,4690, índice de saponificación 109,6, densidad a 25°C 0,9120, índice de acidez 1,8; y en España, índice de yodo 83,7, refracción a 20°C 1,4689, índice de saponificación 109,6, densidad a 25°C 0,9116, índice de acidez 1,8. (Bailey, 1961).

Bernardini (1986), menciona algunas características fisicoquímicas del aceite de oliva: índice de yodo de 80 a 88, índice de saponificación de 188 a 196, índice de refracción a 25°C de 1,466 a 1,468 y densidad a 15°C de 0,914 a 0,919.

La viscosidad dinámica del aceite de oliva a una temperatura de 37,7°C es 43,2957cp, a 98,8°C la viscosidad resulta 8,4309cp. (Mehlenbacher, 1979).

2.9.4 ACEITE DE LINAZA

La linaza es la semilla de la planta *Linum usitatissimum* (lino). De la semilla se extrae el aceite de linaza, el cual es rico en ácidos grasos, 53,3% de omega 3, 12,7 a 22,4% de omega 6 y 20,1% de omega 9. La calidad del aceite varía con la calidad de la materia prima empleada, así como el proceso de prensado utilizado para su extracción. Se pueden diferenciar básicamente el aceite obtenido en frío de mayor calidad, del obtenido con ayuda de temperatura. La calidad varía fundamentalmente en función del contenido de mucílagos. El aceite de linaza es usado en la industria cosmética, en la fabricación del linóleo y en la dilución para pintura de telas. (Linaza, 2000).

La linaza es uno de los vegetales conocidos de mayor contenido de omega 3, incluso superior al contenido de sacha inchi, según muestra el estudio realizado por la Universidad del País Vasco de España y la Universidad Agraria La Molina del Perú reportando de 45,2% a 46,8% alfa linolénico para el sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) y 58% para la linaza (*Linum ussitatisimum*). Sin embargo, el aceite de sacha inchi presenta las

siguientes ventajas: el aceite de sacha inchi tiene una alta digestibilidad mayor que la linaza, contiene antioxidantes naturales como el α tocoferol y β caroteno, no contiene antinutrientes que contiene el aceite de linaza, que incluso inhiben la absorción del hierro en el cuerpo humano. (Sacha Barrio, 2007).

2.10. TEMPERATURAS DE PENSADO DE ACEITES

La calidad del aceite disminuye, cuanto mayor es la temperatura de prensado. Al aumentar la fluidez del aceite por la temperatura, se separa las materias albuminoides y mucílagos por coagulación o simplemente por desmenuamiento, pero al mismo tiempo a una temperatura más elevada, el aceite tiene un poder disolvente mucho mayor para muchas sustancias de la materia oleaginosa, las cuales le comunican color, olor y sabor, generalmente perjudiciales. Por lo tanto con la elevación de la temperatura se aumenta el rendimiento en perjuicio de la calidad, debido a ello es que se separa los aceites en frío y en caliente. (Unilever, 1973; mencionado por Acosta, 1987).

La extracción de aceites pensados en frío se realiza llevando a las semillas descascaradas y seleccionadas a una prensa extrusor a tornillo sinfín, en la cual se controla especialmente la temperatura generada por la presión para que no supere los 45°C, a fin de asegurar la estabilidad molecular de los ácidos grasos poliinsaturados. (Pensado en frío del aceite, 2003).

El prensado en frío se efectúa a una temperatura máxima de 60°C; a continuación, se decanta y se filtra antes de ser embotellado en botellas opacas. Los aceites pensados en frío no pasan por un refinado adicional. Cabe destacar que la denominación "pensado en frío" no se ajusta a ningún precepto legal, por lo que los aceites así comercializados pueden no haber sido sometidos a este proceso. Este tipo de prensado es menos común porque deja un tercio del aceite en los residuos, mientras que el uso del calor rebaja las pérdidas alrededor de un 5% y, si se añade un disolvente, las reduce a un 1%. (Propiedades y características del aceite, 2000).

2.11. FACTORES DE CALIDAD DEL ACEITE

Los índices o factores de calidad se caracterizan por poner en evidencia el grado de maltrato que hayan podido sufrir los aceites, por la forma de manipuleo y

almacenaje de la materia prima y durante los procesos de obtención y refinación de estos lípidos para ser transformados en comestibles. (Lawson, 1999).

Las pruebas destinadas a determinar la calidad del aceite de oliva se fundamentan en el análisis de acidez, peróxidos, índice de K y una valoración organoléptica. En la actualidad un aceite ácido determina un alto grado de degradación así como el análisis de peróxidos evalúa el grado de rancidez según la exposición del aceite a la oxidación del aire y luz, mientras que el índice de k evalúa el amargor. (Cuadros y Gonzáles, 2007).

2.12. RAYOS BIOCIDAS

La acción de rayos biocidas se da en procesos de irradiación, tiene como finalidad eliminar bacterias, hongos y virus en muy corto tiempo y sin empleo de productos químicos ni calor. Este tratamiento asegura la entrega de productos naturales al mercado con baja carga bacteriana y sin contaminante químicos. Existen otros tratamientos como fumigaciones a las hojas con productos químicos (óxido metálico, dióxido de azufre, etc.) que pueden o no ser aceptados por el mercado, el producto, en este caso, deja de ser orgánico. (Cultivo de stevia, 2007).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio del Módulo de Extracción para Caracterización de Muestras de Semillas Oleaginosas de la Empresa Consultores Agropecuarios - Lima, Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias y el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina y en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agrarias Satipo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materia Prima:

- Semilla de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*), procedente del anexo de Tzancuvatziari, provincia de Satipo, con un contenido graso del 56%. La cantidad utilizada fue de 1,5Kg. por tratamiento.

3.2.2. Equipos:

- Balanza digital marca Mettler. Cáp. 5kg.
- Molino de discos de acero inoxidable marca Trapro.
- Tanque hermético de acero inoxidable marca Trapro. Cáp. 18L.
- Prensa hidráulica marca Trapro.
- Horno microondas marca DLG, 0 – 1000°C.
- Equipo de luminaria biocida marca Trapro.
- Embudo de acero inoxidable marca Trapro.
- Filtros de acero inoxidable marca Trapro, 200 mesh.
- Vernier marca Mitutoyo, 0 – 5cm.

3.2.3. Equipos de Laboratorio:

- Balanza analítica, marca Ohaus, Cáp. 500g.
- Estufa, marca Memmert 30 – 120°C.
- Cocina de digestión.

- Mufla, marca labor 0-600 °C.
- Equipo de destilación kjeldahl.
- Extractor soxhlet.
- Agitador magnético con calentamiento, marca Kossodo 0 -100°C.
- Campana extractora de gases.
- Refractómetro Abbe, marca aus Jena.
- Estufa con bomba al vacío, marca Vacuubrand.
- Viscosímetro, marca RVDV III Ultra Brookfield.
- Colorímetro, marca Minolta Chroma Meter CR-400.

3.2.4. Materiales de vidrio:

- Placas petri.
- Matraz 125, 200, 250, 1000 marca Wertern.
- Matraz microkjeldahl.
- Vaso de precipitación 50, 1000 marca Kyntel.
- Varillas, marca Pirex.
- Termómetro 0 – 150°C marca Pirex.
- Microbureta 5ml marca Fortuna.
- Soporte universal.
- Embudo buchner.
- Campana desecadora, marca Pirex.
- Refrigerante, marca pirex.
- Crisol de porcelana.
- Balones de digestión.
- Probeta 50, 100, 500 marca fortuna.
- Picnómetro con termómetro, marca Pirex.
- Bureta 50ml, marca Fortuna.
- Pipeta 1ml, 5ml marca Pirex.
- Frasco ámbar 50ml.
- Pizeta.
- Papel filtro rápido.

3.2.5. Reactivos:

- Potasio hidrogenoftalato, marca Merck.
- Hidróxido de sodio 0,1N, marca Carlo Erba.
- Alcohol absoluto anhidro 99,9^o, marca Merck.

- Indicador de fenolftaleína, marca J.T. Baker.
- Agua destilada.
- Almidón, marca Fisher.
- Acido acético glacial, marca J.T. Baker.
- Cloroformo, marca Fermi-nt.
- Ioduro de potasio, marca R&S Química.
- Sodio tiosulfato pentahidrato, marca Merck.
- Dicromato de sodio, marca J.T. Baker.
- Acido clorhídrico 1N, marca Merck.
- Tetracloruro de carbono, marca Riedel de Haen.
- Solución de Wijs, marca Merck.

3.3. EVALUACIONES Y ANÁLISIS

3.3.1. En la materia prima

- Evaluación biométrica (espesor, diámetro, peso) y física (color).
- Análisis químico proximal (humedad, grasa, fibra, proteína, ceniza, carbohidratos).

3.3.2. En el aceite virgen

- Índice de acidez
- Índice de peróxido
- Ácidos grasos libres
- Índice de yodo
- Índice de saponificación
- Índice de refracción
- Humedad
- Densidad
- Viscosidad
- Color

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1. MATERIA PRIMA

a. Evaluación biométrica y física

- Espesor (semilla y almendra) utilizando el vernier.

- Diámetro (semilla y almendra) utilizando el vernier.
- Peso (semilla y almendra) utilizando una balanza digital.
- Color (semilla y almendra) observación directa.

b. Químico proximal

- Humedad (semilla sin cáscara) método recomendado por AOAC 1998 parte 934,06.
- Grasa (semilla sin cáscara) método recomendado por AOAC 1998 parte 930,09.
- Fibra cruda (semilla sin cáscara) método recomendado por AOAC 1998 parte 930,10.
- Proteína (semilla sin cáscara) método recomendado por AOAC 1998 parte 977,02.
- Carbohidratos (semilla sin cáscara) por diferencia según Collazos 1993
- Ceniza (semilla sin cáscara) método recomendado por AOAC 1998 parte 940,26.

3.4.2. ACEITE VIRGEN DE SACHA INCHI

a. Fisicoquímico

- Humedad (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 930,09.
- Índice de acidez (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 940,28.
- Índice peróxido (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 965,33.
- Ácidos grasos libres (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 940,28.
- Índice de yodo (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1990 parte 920,159.
- Índice de saponificación (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 920,160.
- Índice de refracción (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 921,08.
- Densidad (aceite virgen) método recomendado por AOAC 1998 parte 920,212.
- Viscosidad (aceite virgen) método del viscosímetro, a 100RPM.

- Color (aceite virgen) método del colorímetro digital de acuerdo al sistema CIE (Comisión Internacional de Eclairaje), Hunter y CIELAB.

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE PROCESAMIENTO

En la figura 4, se presenta el flujo para la extracción de aceite virgen de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*).

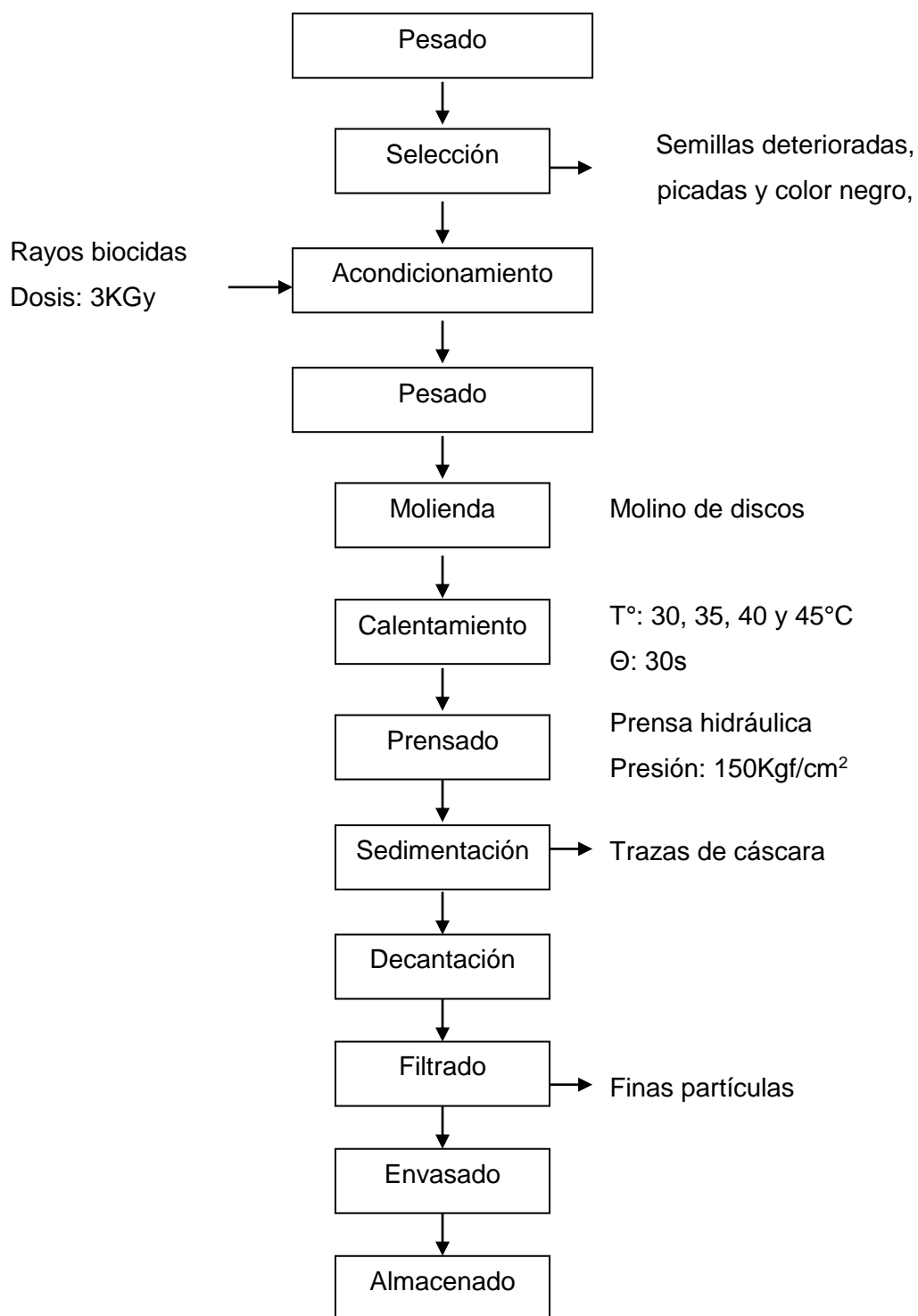
- **Pesado:** Se realizó con una balanza digital marca Mettler, se pesó 1,5Kg. de semilla de *Plukenetia volubilis L.*
- **Selección:** Se seleccionó en forma manual las semillas en buen estado, eliminando las deterioradas (polillas), las picadas (con agujeros) y las de color negro.
- **Acondicionamiento:** Se realizó en dos etapas. La primera, consistió en acondicionar la semilla a un porcentaje de humedad del 8%. En la segunda etapa se realizó el lavado, irradiación y secado de las semillas con rayos biocidas de onda corta (dosis: 3KGy) a fin de eliminar los microorganismos presentes en la cáscara, para la cual se utilizó el equipo de luminaria biocida. La potencia aplicada fue de 120watt, por un tiempo de 2 minutos.
- **Pesado:** Se realizó un segundo pesado para determinar el peso exacto de la semilla empleada en la extracción. Se pesó en una balanza digital 1,2Kg. de semilla de sachá inchi con cáscara.
- **Molienda:** Se realizó con un molino de discos para reducir el tamaño de partículas a 0,8mm, por un tiempo de 15 minutos.
- **Calentamiento:** Las muestras de sachá inchi fueron sometidas a temperaturas de 30, 35, 40 y 45°C en un horno microondas, por un tiempo de 30s.

- **Prensado:** Se utilizó una prensa hidráulica compuesta por colector, pistón y filtro. Se empleó 1115g de muestra; cada muestra se sometió a temperaturas de 30, 35, 40, y 45 °C con 4 repeticiones cada una. La presión empleada fue de 150Kgf/cm².
- **Sedimentación:** Se realizó en un tanque de acero inoxidable provista de un caño con capacidad de 18L. Se realizó con la finalidad de retener las partículas indeseables (trazas cáscara) del aceite. Por un tiempo de 24h.
- **Decantación:** Se realizó en el mismo equipo utilizado para la operación de sedimentación, ésta operación consistió en la salida del flujo de aceite, la cual se realizó de separar el aceite virgen del tanque. El tiempo utilizado en esta operación fue 30s.
- **Filtrado:** Se realizó a fin de eliminar las finas partículas en suspensión aun presentes en el aceite, utilizando filtros de mallas de 200mesh (medida que indica hilos por pulgada).
- **Envasado:** Se realizó en envases de vidrio color ámbar de capacidad 160mL.
- **Almacenado:** A una temperatura ambiente de 25°C durante 3 meses.

Figura 4: Flujo de extracción de aceite virgen de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Semilla de *Plukenetia volubilis* L.





Fuente: Elaboración propia

3.5.2. TRATAMIENTO

Se evaluó cuatro temperaturas de prensado durante la extracción del aceite virgen de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.):

Tratamientos

Temperaturas de prensado (°C)

1	30
2	35
3	40
4	45

En cada tratamiento se evaluó el porcentaje de ácidos grasos libres (AGL), índice de acidez e índice de peróxidos.

Las características fisicoquímicas de índice de acidez, índice de peróxido, ácidos grasos libres, índice de yodo, Índice de saponificación, índice de refracción, humedad, densidad, viscosidad y color se evaluaron en el tratamiento T1: 30°C.

3.5.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la evaluación de la temperatura de prensado sobre el índice de acidez y peróxido en el aceite virgen obtenido se utilizó el diseño experimental DCA (diseño completamente al azar) con 4 repeticiones. Para la comparación de medias de los tratamientos se empleó la prueba de Duncan al 5% de nivel de significación.

3.5.4. MODELO MATEMÁTICO

Para analizar los datos registrados en cada una de las unidades experimentales del trabajo de investigación se describe el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación del porcentaje de ácidos grasos libres, índice de acidez e índice de peróxidos.

U : Media global o general.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento de la temperatura de prensado.

E_{ij} : Error aleatorio o experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

Cuadro 1: Características físicas de la semilla y almendra de sachá inchi.

CARACTERÍSTICAS	SEMILLA					ALMENDRA
	M1	M2	M3	M4	(\bar{x})	
Espesor (mm)	9,95	10,3	10,6	10,0	10,21	7,9
Diámetro (mm)	17,4	18,1	18,2	17,8	17,88	15,0
Peso (g)	1,1241	1,1135	1,1264	1,1124	1,1191	0,772
Color	Marrón					Crema

Fuente: Elaboración propia

Donde:

M1, M2, M3, M4 = muestras

(\bar{x}) = promedio

La semilla de sachá inchi que se utilizó en la investigación tiene un peso promedio de 1,1191g, éste valor es similar al reportado por Peña y Lara (2008), quien reporta los valores del peso promedio de diferentes ecotipos de sachá inchi: San Juan Pucallpa 1,11g, Aguaytía 1,17g, Pinto Recodo 1,14g, Cumbaza 1,13g, Oxabamba 1,22g y Asháninka 1,13g.

4.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA

Cuadro 2: Resultado del análisis químico proximal de sachá inchi en base húmeda y seca expresadas en porcentaje.

COMPONENTE	B. HÚMEDA (%)	B. SECA (%)
Humedad	3,98	-
Grasa	56,33	58,66
Fibra cruda	7,03	7,32
Proteína	23,84	24,83
Ceniza	2,69	2,80
Carbohidratos	6,13	6,38

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 2, se muestra el contenido de humedad de la semilla de sachá inchi 3,98%, valor inferior a Mejía (1997) quien reporta un valor de 6,37. La grasa de la semilla tiene un valor de 56,33%, este valor es mayor comparando con 43,27% mencionado por García (1993) y 51,40% reportado por Mejía (1997), debido a la gran variabilidad del sachá inchi, ya que existen cultivares y ecotipos que difieren grandemente en el contenido de aceite mencionado por Arévalo (1996). La materia prima en estudio posee un valor de 7,03 de fibra, valor que es inferior en comparación con 16,53 establecido por García (1993) y 11,30% citado por Mejía (1997). El resultado de la proteína de la semilla de sachá inchi es 23,84%, es menor al valor dado por Hazen y Stovesand (1980) mencionado por Hamaker (1992), 29%. Con respecto al dato de la ceniza presente en la semilla por Mejía (1997) 2,69%, valor igual al obtenido en la investigación. En cuanto a los carbohidratos 6,13% es mayor a los resultados obtenidos por García (1993) 2,8% y Mejía (1997) 4,02%.

4.3. PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE VIRGEN DE SACHA INCHI

En la figura 5, se muestra el diagrama de flujo definitivo utilizado en el proceso de extracción del aceite virgen de sachá inchi, en la que se utilizaron diferentes temperaturas de prensado: 30, 35, 40 y 45°C; en el figura 6, se observa el balance de materia del proceso de extracción de aceite virgen investigado.

Figura 5: Diagrama de flujo definitivo para la extracción de aceite virgen de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*).

Semilla de sachá inchi



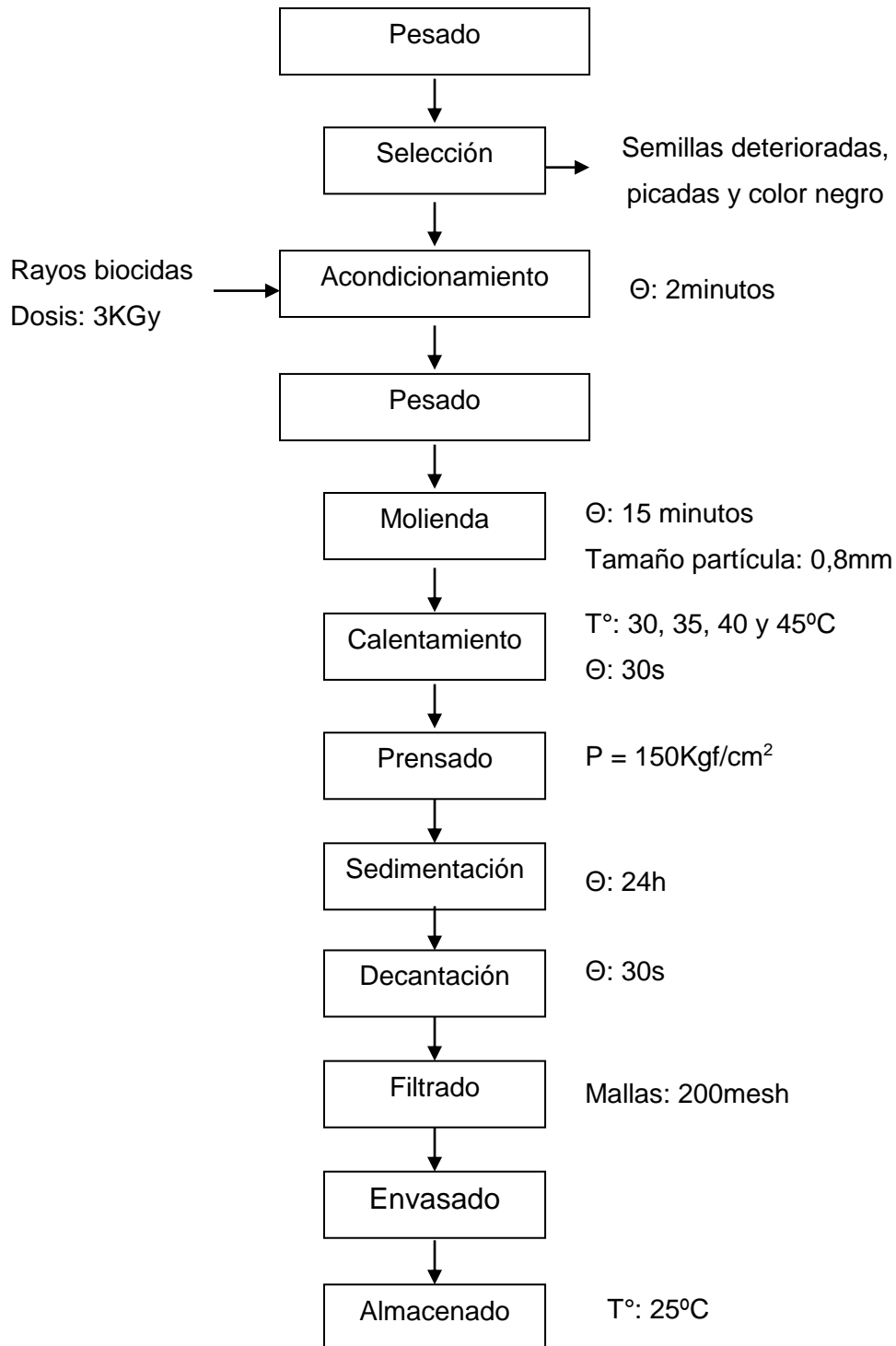
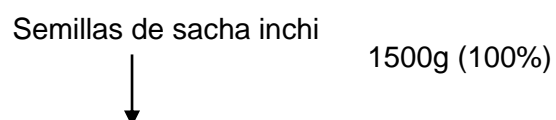
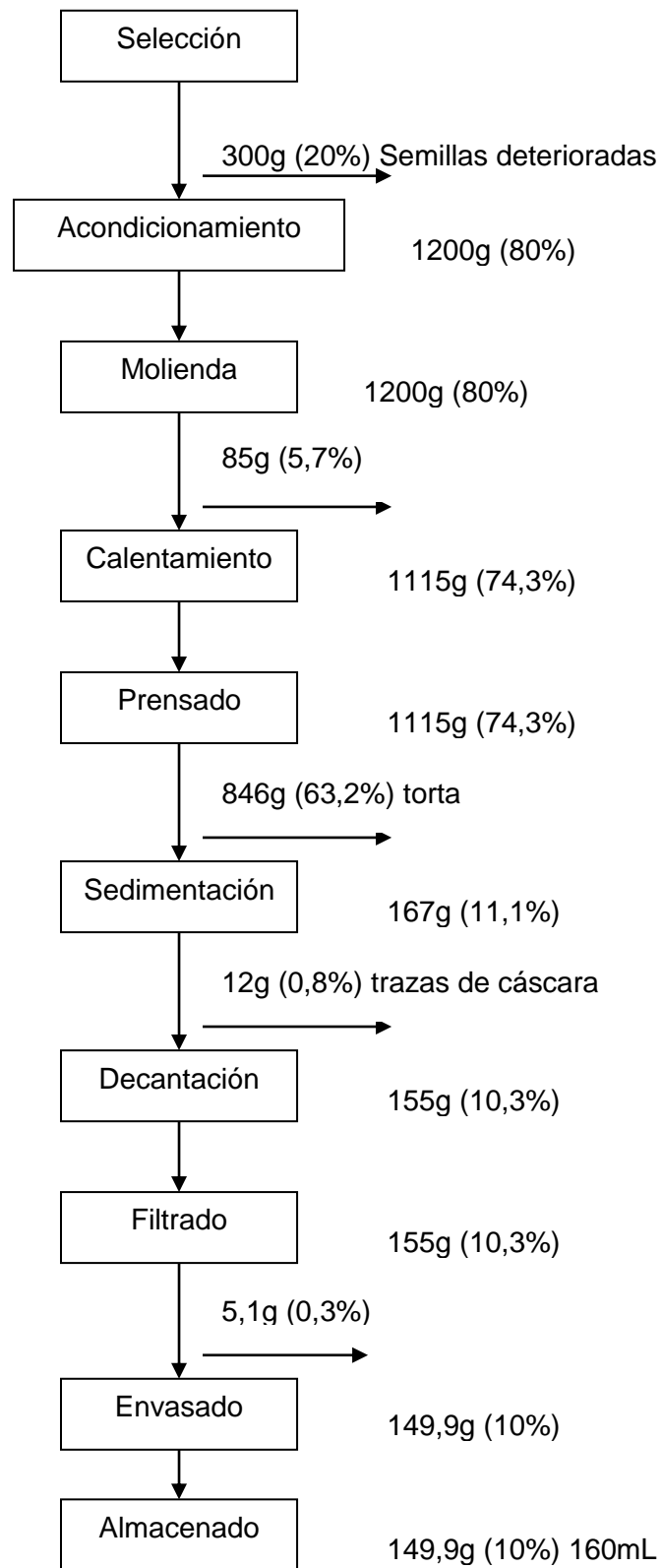


Figura 6: Balance de materia en el proceso de extracción de aceite virgen de sachá inchi



**Rendimiento:**

$$\eta = (149,9\text{g} / 1500\text{g}) \times 100$$

$$\eta = 9,99 = 10\%$$

4.3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PENSADO SOBRE EL PORCENTAJE DE ÁCIDOS GRASOS LIBRES (AGL)

Cuadro 3: Análisis de varianza de la temperatura de prensado sobre el porcentaje de ácidos grasos libres (AGL).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig,
					0,05	0,01	
Temperatura	3	0,00975	0,003250	45,88	3,49	5,95	**
Error	12	0,00085	0,000071				
Total	15	0,0106					

S = 0,0084163 Prom. = 0,77 CV = 1,09 %

En el cuadro 3, el análisis de varianza del porcentaje de ácidos grasos libres (AGL), se observa que entre temperaturas de prensado existe diferencia estadística altamente significativa, la cual nos indica que al menos a una temperatura de prensado el porcentaje de ácidos grasos libres es diferente.

El coeficiente de variación de 1,09%, es considerado como muy bajo, lo que indica que el porcentaje de ácidos grasos libres dentro de las temperaturas de prensado es muy homogéneo.

Cuadro 4: Prueba de comparación de medias de Duncan del efecto de la temperatura de prensado sobre el porcentaje de AGL.

OM	T°	Promedio	Sig.
1	30	0,730	a
2	35	0,758	b
3	40	0,775	c
4	45	0,798	d

Valores con letras de promedio varían estadísticamente ($p < 0,05$)

Según el cuadro 4, las temperaturas de 30, 35, 40 y 45°C, tienen efectos estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento 1 (0,73), el más recomendable a emplearse por ser significativamente menor en el tratamiento 2, 3 y 4. Ello concuerda con Bailey (1961), que afirma que el contenido en ácidos grasos libres del aceite de oliva

virgen es muy variable; los mejores aceites no contienen más que 0,5 – 1,5%, pero no es raro encontrar aceite con un contenido en ácidos libres del 3%.

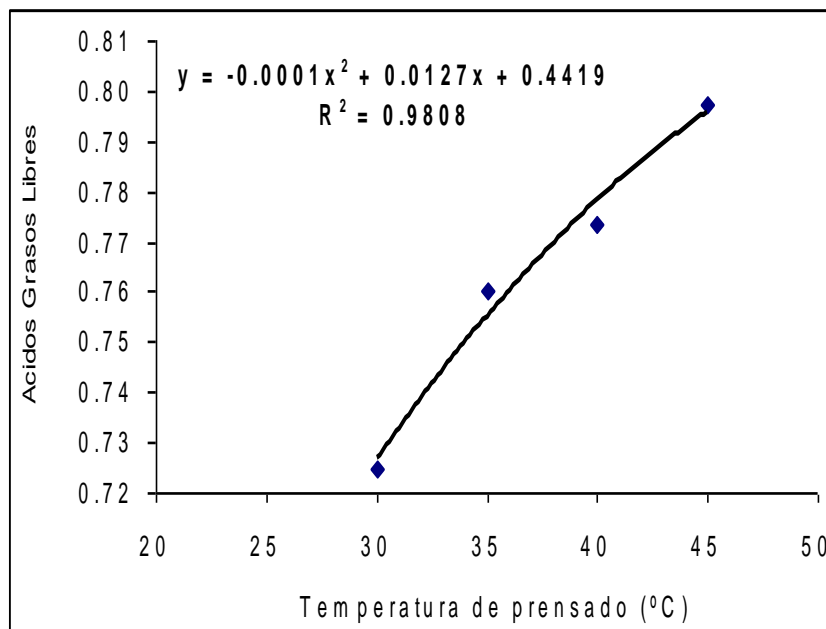


Figura 7: Efecto de la temperatura de prensado sobre el porcentaje de ácidos grasos libres.

En la figura 7, el efecto de la temperatura de prensado sobre el porcentaje de ácidos grasos libres, se observa que a medida que se incrementa la temperatura de prensado el porcentaje de ácidos grasos libres se incrementa. A elevadas temperaturas de prensado se obtiene mayor contenido de ácidos grasos, la cual es perjudicial tal como indica Adrian, Potus, Poiffait, Dauvillier, (2000), la acidez libre de los lípidos indica fundamentalmente la alteración de los triglicéridos.

El coeficiente de determinación nos indica que el 98,08% de la variación del porcentaje de ácidos grasos libres se ajusta al modelo matemático $y = -0,0001x^2 + 0,0127x + 0,4419$.

4.3.2. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PENSADO SOBRE EL ÍNDICE DE ACIDEZ

Cuadro 5: Análisis de varianza de la temperatura de prensado sobre el índice de acidez.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig,
					0,05	0,01	
Temperatura	3	0,0390	0,0130	45,88	3,49	5,95	**
Error	12	0,0034	0,0003				
Total	15	0,0424					

S = 0,0168325 Prom. = 1, 52 CV = 1,11%

En el cuadro 5, análisis de varianza del índice de acidez, se observa que entre temperaturas de prensado existe diferencia estadística altamente significativa, la cual nos indica que al menos a una temperatura de prensado el índice de acidez es diferente.

El coeficiente de variación de 1,11%, es considerado como muy bajo, lo que indica que el índice de acidez dentro de las temperaturas de prensado es muy homogéneo.

Cuadro 6: Prueba de comparación de medias de Duncan del efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de acidez

OM	T°	Promedio	Sig.
1	30	1,450	a
2	35	1,505	b
3	40	1,540	c
4	45	1,585	d

Valores con letras de promedio varían estadísticamente ($p < 0,05$)

Según el cuadro 6, las temperaturas de 30, 35, 40 y 45°C, tienen efectos estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento 1 (1,45), el más recomendable a emplearse por ser significativamente menor en el tratamiento 2, 3 y 4. Estos datos concuerdan con el Codex Alimentario para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales (1999), que señala las características de calidad para aceites vírgenes, el índice de acidez deberá tener la dosis máxima de 4,0mg de KOH/g de aceite.

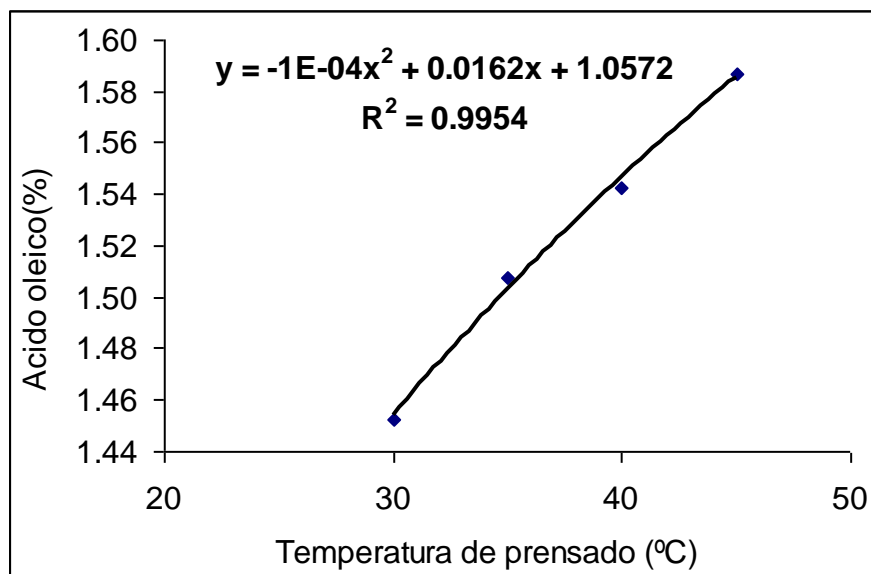


Figura 8: Efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de acidez.

En la figura 8, el efecto de la temperatura de prensado sobre índice de acidez, se observa que a medida que se incrementa la temperatura de prensado el índice de acidez se incrementa.

El coeficiente de determinación nos indica que el 99,54% de la variación del índice de acidez expresado en porcentaje de ácido oleico se ajusta al modelo matemático $y = -1E-04x^2 + 0,0162x + 1,0572$.

4.3.3. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PENSADO SOBRE EL ÍNDICE DE PERÓXIDO

Cuadro 7: Análisis de varianza del efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de peróxido.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig,
					0,05	0,01	
Temperatura	3	1,4958	0,49860	2849,14	3,49	5,95	**
Error	12	0,0021	0,00018				
Total	15	1,4979					

S = 0,013228757

Prom.= 1, 29

CV = 1, 03 %

En el cuadro 7, análisis de varianza del índice de peróxido, se observa que entre temperaturas existe diferencia estadística altamente significativa, esto nos indica que al menos a una temperatura el índice de peróxido es diferente.

El coeficiente de variación de 1,03% es considerado como muy bajo, lo que indica que el índice de peróxido dentro de las temperaturas de prensado es muy homogéneo.

Cuadro 8: Prueba de comparación de medias del efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de peróxido.

OM	T°	Promedio	Sig.
1	30	0,7875	a
2	35	1,3125	b
3	45	1,4525	c
4	40	1,5975	d

Valores con letras de promedio varían estadísticamente ($p < 0,05$)

Según el cuadro 8, las temperaturas de 30, 35, 45 y 40°C, tienen efectos estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento 1 (0,7875), el más recomendable a emplearse por ser significativamente menor en el tratamiento 2, 3 y 4. Dicho valor incluye en el Codex Alimentario para aceites de oliva vírgenes, que menciona el índice de peróxidos en aceite de oliva virgen ≤ 20 .

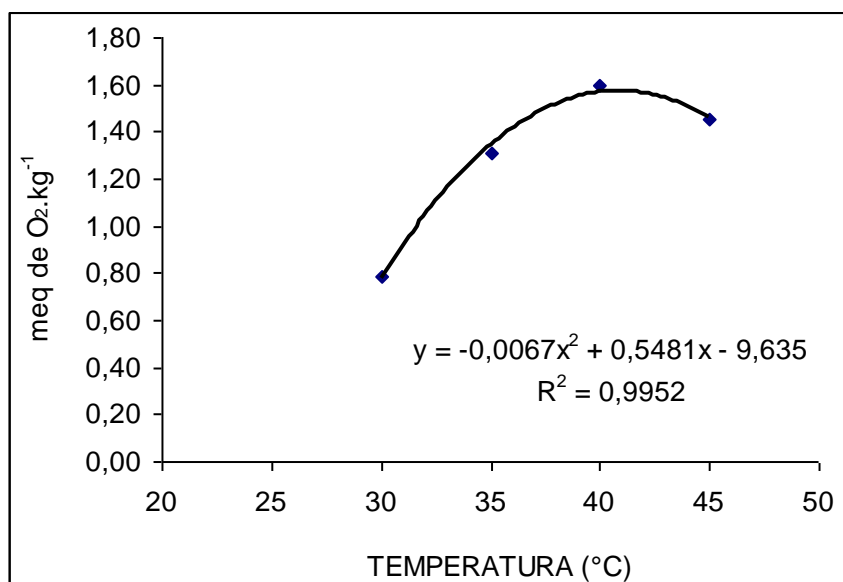


Figura 9: Efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de peróxido,

En la figura 9, el efecto de la temperatura de prensado sobre el índice de peróxido, se observa que a medida que se incrementa la temperatura el índice de peróxido se

incrementa hasta una temperatura de 41°C, a temperaturas mayores el índice de peróxidos empieza a disminuir, tal como establece Mehlenbacher (1979), en los aceites vegetales el contenido de peróxido es más gradual, después de lo cual, si el ensayo continua dicho contenido empieza a decrecer.

El coeficiente de determinación nos indica que el 99,52% de la variación del índice de peróxidos se ajusta al modelo matemático $y = - 0,0067x^2 + 0,5481x + 9,635$.

4.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE VIRGEN DE SACHA INCHI

En el cuadro 9, se observa los resultados fisicoquímicos que se realizaron al aceite virgen que presentó mejores resultados de calidad; fue el tratamiento 1, cuya temperatura de prensado fue 30°C.

Cuadro 9: Resultado del análisis fisicoquímico del aceite virgen de sachá inchi a una temperatura de prensado de 30°C.

CARACTERÍSTICAS	VALORES DETERMINADOS
Ácidos grasos libres (%)	0,78
Índice de acidez (mg KOH/g aceite)	1,55
Índice de peróxido (meq O ₂ /Kg aceite)	0,78
Índice de yodo (Wijs)	186,25
Índice de saponificación (mg KOH/g aceite)	192,29
Índice de refracción (20°C)	1,482
Humedad (%)	0,06
Densidad a 20°C (g/cc)	0,9307
Viscosidad aparente a 20°C (centipoise)	41,73cp
Color (CIE L*a*b*)	L* = 60,07 a* = -6,00 b* = 34,71

El índice de acidez obtenido para el aceite virgen de sachá inchi fue de 1,55mg KOH/g aceite, este valor es similar al reportado por Bailey (1961), quien menciona que el aceite de oliva virgen presenta un índice de acidez entre 1,5 a 1,8mg KOH/g muestra, debido al proceso de extracción del aceite efectuado inmediatamente después la recolección de la aceituna y con métodos naturales y poco agresivos que define un bajo valor de acidez, mencionado por la página web Infoagro (2004). Mejía (1997) expresa un valor de 1,227 (mg KOH/g muestra) de índice de acidez en

el aceite crudo de sachá inchi, éste valor es inferior al hallado en la investigación, puede ser por el diferente método utilizado en el proceso de extracción de aceite virgen de sachá inchi.

Según la Norma del Codex Alimentario para aceite de oliva virgen (1981), el índice de peróxido máximo es de 20 miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite, en este caso el aceite investigado presenta un valor de 0,78meq O₂/Kg. aceite, éste valor incluye al establecido por dicha norma. Mejía (1997) menciona un valor 4,139 (meq de O₂act. /1000g muestra) de índice de peróxido en el aceite crudo de sachá inchi, valor superior al determinado en el trabajo de investigación, puede ser debido diferente tiempo de envasado y almacenamiento, exposición de los rayos solares durante la conservación.

La acidez libre de los lípidos indica fundamentalmente la alteración de los triglicéridos por hidrólisis química o enzimática Adrian, Potus, Poiffait, Dauvillier, (2000); la cual indica que a menor contenido de ácidos grasos libres resulta un aceite menos alterado químicamente; en el estudio se tuvo un valor de 0,78%; este valor es mayor al reportado por Lanchipa (2006), quien manifiesta un valor de 0,13% (variedad Leccino) y 0,3 (variedad Sevillana) en el aceite virgen de oliva, debido a la diferente materia prima y variedad utilizada. Mejía (1997) menciona 0,62% de ácidos grasos libres en el aceite crudo de sachá inchi, valor inferior al hallado en la investigación, puede ser por el distinto método utilizado en el proceso de extracción de aceite virgen de sachá inchi.

El índice de yodo del aceite virgen de sachá inchi presenta un contenido de 186,25g de yodo/100g aceite, la cual es superior al índice de yodo reportado por Bailey (1961), quien expresa que el aceite de oliva virgen contiene 85,1(California), 84,4(Italia) y 83,7(España) gramos de yodo por cien gramos de aceite respectivamente; puede ser debido a los distintos lugares en donde se realizaron la investigación. El índice de yodo determinado por Mejía (1997) en el aceite crudo de sachá inchi es 189(g de yodo/100g de aceite), éste valor es superior al hallado en la investigación, puede ser por el distinto método del proceso de extracción de aceite de sachá inchi.

Según el Codex Alimentario para aceite de oliva virgen (1981), menciona el índice de saponificación para el aceite de oliva virgen, es de 184 a 196mg de KOH/g aceite. En el aceite virgen de sachá inchi estudiado se encontró un índice de

saponificación de 192,29mg KOH/g aceite, éste valor se incluye en el rango que expresa dicha norma. Por otro lado el valor determinado en la investigación es inferior al valor de 229,583mg KOH/g aceite, determinado en el aceite crudo de sachá inchi mencionado por Mejía (1997), puede ser por el distinto método utilizado en el proceso de extracción de aceite de sachá inchi.

El valor del índice de refracción del aceite virgen estudiado es 1,482 a 20°C, la cual está dentro del rango establecido por Maier (1981), quien manifiesta que las grasas y aceites tienen un índice de refracción característico que oscila generalmente entre 1,44 y 1,50. Así mismo el valor hallado es similar al índice de refracción 25°C 1,480125 del aceite crudo de sachá inchi reportado por Mejía (1997), los resultados diferentes es debido a la distinta temperatura del aceite empleada en la determinación del índice de refracción, Bailey (1961), menciona que el aceite de oliva virgen (en California) presenta un valor de 1,4601 a 20°C, éste valor es inferior al determinado en la investigación puede ser por los diferentes lugares de estudio.

El porcentaje de humedad presente en el aceite virgen de sachá inchi es de 0,06%, la cual es superior al valor de humedad 0,024%, reportado por Mejía (1997), debido a la diferente composición química de la semilla de sachá inchi y método utilizado en el proceso de extracción de aceite de sachá inchi.

Según el Codex Alimentario para aceite de oliva virgen (1981), la densidad (20°C/agua a 20°C) es 0,910 a 0,916; el aceite virgen de sachá inchi reporta una densidad a 20°C de 0,9307, éste valor es superior al establecido por dicha norma. Bernardini (1986), expresa la densidad del aceite de oliva a 15°C de 0,914 a 0,919, valor inferior al aceite virgen estudiado debido a la diferente temperatura utilizada en la extracción de aceite virgen; así mismo la densidad determinada en la investigación es superior al reportado por Mejía (1997) a 25°C 0,9290852, puede ser debido a la diferente temperatura empleada en la determinación de la densidad.

La viscosidad determinada en el aceite en estudio fue 41,73cp a 20°C, valor inferior al hallado por Mejía (1997), quien expresa una viscosidad a 37°C de 41,639cp en el aceite crudo de sachá inchi, lo cual concuerda con Muller (1973), mencionado por Lewis (1993), quien refiere que todos los líquidos disminuyen su viscosidad cuando aumenta la temperatura. Mehlenbacher (1979) reporta la viscosidad del aceite de oliva a 37,7°C de 43,2957cp, éste valor es superior al hallado en la investigación,

debido a la diferente temperatura empleada durante la determinación experimental, expresado por Muller (1973), mencionado por Lewis (1993).

El sistema de Hunter L, a, b define un espacio cartesiano en el que L corresponde a la claridad a y b a la cromaticidad; a define el componente rojo-verde, rojo para valores positivos y verde para valores negativos y el parámetro b define el componente amarillo azul, amarillo para los valores positivos y azul para los valores negativos según indica Minolta (2000). El aceite virgen presentó una coloración de $L^* = 60,07$ (claridad), $a^* = -6,00$ (ligeramente verdosa) y $b^* = 34,71$ (cantidad del color amarillo).

4.5. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ACEITE VIRGEN

Cuadro 10: Costo de producción del aceite virgen de sachá inchi.

Rubro	Cantidad (2600mL aceite)	Precio Unitario S/.	Total S/.
Semillas de sachá inchi	24,0Kg.	3,00	72,00
Envases (200mL)	13unid.	0,40	5,20
Etiquetas	13unid.	0,20	2,60
Mano de obra	1 persona	20,00	20,00
Servicios (energía y alquiler)	1	7,00	7,00
Subtotal			106,80
Imprevistos (10%)			10,68
Total			117,48
Costo de producción			
Gasto total			S/. 117,48
Cantidad producida			2 600mL
Costo Unitario (por litro)			S/. 45,18
Costo Total (por 2 600mL)			S/. 117,50
Ingresos			
Cantidad producida			2 600mL
Precio (200mL)			S/. 20,00
Precio total (2 600mL)			S/. 260,00
Rentabilidad			
Ingresos			S/. 260,00
Egresos			S/. 117,50
UTILIDAD			S/. 142,50

V. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis formulada, que indica que la temperatura de prensado de 30°C para la extracción de aceite virgen de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) presenta buena calidad (ácidos grasos libres, índice de acidez e índice de peróxido).

1. La composición química proximal determinada en la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), presentó los siguientes valores: 3,98% de humedad, 56,33% de grasa, 7,03% de fibra, 23,84% de proteínas, 2,69% de ceniza y 6,13% de carbohidratos, expresados en base húmeda.
2. La temperatura adecuada de prensado en la extracción de aceite virgen de sachá inchi de buena calidad es de 30°C, por presentar valores mínimos de deterioro expresados en ácidos grasos libres 0,73%, índice de acidez 1,45(mg KOH/g aceite) e índice de peróxidos 0,7875 (meq O₂/Kg aceite) frente a las demás temperaturas de prensado 35, 40, y 45°C, evaluadas en el aceite virgen.
3. Los valores determinados (en los análisis fisicoquímicos a los que se sometieron el producto final) se encuentran dentro de las especificaciones para aceites de oliva vírgenes, según la **NORMA DEL CODEX ALIMENTARIO (1981)** para los aceites vírgenes. El aceite virgen obtenido como producto final a una temperatura de prensado de 30°C, presentó las siguientes características fisicoquímicas: 0,78% de ácidos grasos libres, 1,55(mg KOH/g aceite) de índice de acidez, 0,78(meq O₂/Kg aceite) de índice de peróxidos, 186,25 de índice de yodo, 192,29(mg KOH/g aceite) de índice de saponificación, 1,482 de índice de refracción a 20°C, 0,06% de humedad, 0,9307(g/cc) de densidad a 20°C, 41,73cp viscosidad aparente a 20°C y L* = 60,07 a* = -6,00 b* = 34,71 de color.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar extracciones de aceites vírgenes de sachá inchi a temperaturas de prensado de 30°C, a fin de asegurar la calidad fisicoquímica, sensorial y nutricional.
2. Investigar el período de vida útil del aceite virgen de sachá inchi a diferentes temperaturas de almacenamiento y en diferentes envases.
3. Desarrollar trabajos de investigación en el aceite de sachá inchi relacionado a la importancia del contenido de ácido graso linolénico (omega 3).
4. La torta de sachá inchi contiene un elevado contenido de proteínas (29%), razón por la cual se recomienda desarrollar trabajos de investigación, para aprovechar su consumo mediante la transformación en otros productos tales como harinas sucedáneas y sus derivados en productos de panadería y pastelería.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aceite: Concepto, forma de extracción y tipos de aceite de oliva. [base de datos en línea]. 2005. [fecha de acceso 28 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.oleohispana.com/aceite.htm.
2. Acosta E. Ensayo experimental de extracción y refinación de aceite del fruto de unguurahui (*Jessenia polycarpa*). [Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1987.
3. Adrian J, Potus J, Poiffait A, Dauvillier P. Análisis nutricional de los alimentos. Zaragoza: Acribia; 2000.
4. AOAC. Manual official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Vol. 2, USA: Arlington; 1998.
5. Alvarado J, Aguilera J. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Zaragoza: Acribia; 2001.
6. Arévalo G. El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en la amazonía. Lima: INIA; 1996.
7. Bailey A. Aceites y grasas industriales. Barcelona: Reverté; 1961.
8. Bernardini E. Tecnología de aceites y grasas. Madrid: Alhambra; 1986.
9. Calvo C, Duran L. Propiedades físicas II. Ópticas y color en: temas en tecnología de alimentos. Vol. 1. México: CYTEC – IPN; 1997.

10. Chávez E. Proceso para extraer aceite de sachá inchi. [base de datos en línea]. 2007. [fecha de acceso 29 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.elcomercio.com.pe/EdicionImpresa/Html/2007-07-29/ImEcMiNegocio0762029.html.
11. Comparación entre diferentes sistemas de extracción de aceite de oliva. [base de datos en línea]. 2001. [fecha de acceso 26 de enero de 2008]. URL disponible en: www.dialnet.unirioja.es./servlet/articulo?codigo=284349.
12. Cuadros, Gonzáles. [base de datos en línea]. 2007. [fecha de acceso 26 de enero de 2008]. URL disponible en: www.prensa.ugr.es/prensa/investigacion.
13. Cultivo de stevia. [base de datos en línea]. 2007. [fecha de acceso 28 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.diabetesstop.wordpress.com/2007/03/11/como-cultivar-la-stevia.
14. Determinación del índice de yodo en grasas. [base de datos en línea]. 2005. [fecha de acceso 29 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.uniovi.es/QFAnalitica/trans/LabAvQuimAn/Practica2II.pdf.
15. Extracción del aceite de oliva. [base de datos en línea]. 1998. [fecha de acceso 10 de junio de 2008]. URL disponible en: www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/calidad.
16. García H. Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): una alternativa para mejorar la nutrición animal y humana. Investigaciones apoyadas por Fundeagro. 1ra parte. Perú; 1993.
17. Hamaker B, Valles C, Gilman R, Hardmeier R, Clark D, García H, Gonzáles A, Kohlsted I, Castro M, Valdivia R, Rodríguez T, Lescano M. Amino acid and fatty acid profiles of the inca peanut (*Plukenetia volubilis* L); 1992.
18. INDECOPI. Aceites vegetales comestibles. Lima – Perú; 1971.
19. INFOAGRO. [base de datos en línea]. 2004. [fecha de acceso 26 de enero de 2008]. URL disponible en: www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp.

20. Kirschenbauer H. Grasas y aceites: química y tecnología. México: Continental; 1964.
21. Lanchipa L. Diagnóstico de la calidad de los aceites de oliva producidos en las diferentes zonas de Tacna. [base de datos en línea]. 2006. [fecha de acceso 29 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.inia.cl/intihuasi/olivos/06/lanchipa.pdf.
22. Lawson H. Aceites y grasas alimentarios, tecnología, utilización y nutrición. Zaragoza: Acribia; 1999.
23. Lewis M. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. Zaragoza: Acribia; 1993.
24. Linaza. [base de datos en línea]. 2000. [fecha de acceso 30 de junio de 2008]. URL disponible en: www.es.wikipedia.org/wiki/Aceite_de_linaza.
25. López F. Diagnóstico del cultivo de sacha inchi en la provincia de Satipo. Satipo; 2008.
26. Martínez. Producción, análisis y control de calidad de aceites y grasas comestibles. Madrid: Madrid; 1988.
27. Maier H. Métodos modernos de análisis de alimentos. Tomo I. Zaragoza: Acribia; 1981.
28. Mehlenbacher V. Análisis de grasas y aceites. Bilbao: Urmo; 1979.
29. Mejía M. Extracción y refinación de aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). [Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1997.
30. Minolta. Aplicaciones del colorímetro Minolta CR. Tokio: Minolta; 2000.
31. Norma del Codex para los aceites de oliva vírgenes y refinados. [base de datos en línea]. 1981. [fecha de acceso 29 de mayo de 2008]. URL disponible en: www.alimentosargentinos.gov.ar/foros/olivo/biblio/5-junio/CXS_033s.pdf.

32. Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales. [base de datos en línea]. 1999. [fecha de acceso 24 de setiembre de 2007]. URL disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/74/CXS_019s.pdf.
33. Peña S, Lara I. Adaptación y validación participativa de paquete tecnológico para la producción competitiva del sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) en la Cuenca del Perené: Protocolo técnico del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*). La Merced; 2008.
34. Prensado en frío del aceite. [base de datos en línea]. 2003. [fecha de acceso 24 de setiembre de 2007]. URL disponible en: www.alimentacion-sana.com.
35. Proceso de elaboración del aceite de oliva. [base de datos en línea]. 2008. [fecha de acceso 2 de junio de 2008]. URL disponible en:
www.proceso_elabor_aceite_de_oliva_20080401.
36. Propiedades y características del aceite. [base de datos en línea]. 2000. [fecha de acceso 29 de mayo de 2008]. URL disponible en:
www.lavidaencasa.com/recetario/Alimentos/A-D/aceite.htm.
37. Sachá B. Wira sachá inchi omega oil. [base de datos en línea]. 2007. [fecha de acceso 8 de noviembre de 2007]. URL disponible en:
http://www.uhtco.ca/Sacha_Inchi_Oil_vs_Flax_Seed_Oil.aspx?lang=es.
38. Schneider M. Artículo de sachá inchi. [base de datos en línea]. 2005. [fecha de acceso 26 de enero de 2008]. URL disponible en:
www.uhtco.ca/Vista_Sacha_Inchi_Article.asp.
39. Tivizay M. Terapéutica nutricional natura medicatrix. Barcelona: Barna; 1995.
40. Tribole E. Omega 3: la dieta esencial. Bogotá: Norma; 2007.
41. Vela S. 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 de Ingeniero agroindustrial]. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín; 1994.

ANEXOS

ANEXO 1: MÉTODOS DE LOS ANÁLISIS FISIQUÍMICOS

1. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDEZ Y ÁCIDOS GRASOS LIBRES (MÉTODO: AOAC 1998)

- En una fiola de 1000mL preparar hidróxido de sodio al 0,1N (4g en 1000mL de agua destilada).
- Neutralizar 600mL de alcohol a 60°C agitando constantemente.
- Preparar el indicador de fenolftaleína al 1% en alcohol.
- En un matraz de 125mL pesar 7g de muestra por triplicado.
- Agregar 2 gotas de fenolftaleína y 50mL de alcohol a la muestra.
- Titular la muestra con el hidróxido de sodio hasta lograr una coloración rosada y anotar el gasto.

Normalidad:

- Para corregir la normalidad, pesar 1g de biftalato ácido de potasio y secar en una estufa a 105°C durante 3h, luego enfriar en la campana desecadora.
- Pesar 0,2g de biftalato ácido de potasio y colocar en un matraz de 125mL. Luego agregar 30mL de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína.
- Titular con la solución del hidróxido de sodio y anotar el gasto.
- Realizar los cálculos correspondientes.
- La normalidad corregida es igual a:

$$NC = (P \times 1000) / (G \times 204,229)$$

Donde:

NC = normalidad corregida.

P = peso del biftalato ácido de potasio.

G = gasto del biftalato ácido de potasio.

204,229 = peso molecular del biftalato ácido de potasio.

- El porcentaje de ácidos grasos libres se determina por la fórmula siguiente:

$$\%AGL = (G \times N \times 28,2) / (P)$$

Donde:

%AGL = porcentaje de ácidos grasos libres.

G = gasto de la muestra problema.

N = normalidad corregida.

28,2 = milliequivalente del ácido predominante (ácido oleico).

P = peso en gramos de la muestra problema.

- El índice de acidez es igual a %AGL x 1,99.

2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO (MÉTODO: AOAC 1998)

- En una fiola de 1000mL, preparar tiosulfato de sodio al 0,01N (2g en 1000mL de agua destilada).
- Preparar el almidón al 1% y hervirlo.
- En un erlenmeyer de 200mL pesar 5g de muestra problema, realizar esta operación por triplicado.
- Preparar la solución ácido acético: cloroformo (3:2, 300mL ácido acético y 200mL de cloroformo) en una bureta de 500mL, agitando constantemente; trabajar en la campana extractora de gases.
- Saturar el yoduro de potasio con agua destilada, se realiza incorporando el yoduro a un envase pequeño, la cual se mezcla con agua agitando hasta que no se disuelva el yoduro.
- A cada muestra problema añadir 0,5mL de yoduro de potasio, se agita durante 1min, luego incorporar 30mL de agua destilada, 1mL de almidón, mezclar bien y titular con el tiosulfato de sodio al 0,01N.

Normalidad:

- Pesar 1g de dicromato de sodio y secar en una estufa a 105°C x 3h, dejar enfriar en la campana desecadora.
- Pesar 0,02g de dicromato y colocar en un erlenmeyer de 250mL, realizar esta operación por triplicado.
- Incorporar 0,2g de yoduro de potasio, 8mL de agua destilada y 2mL de ácido clorhídrico.
- Guardar durante 10min en un ambiente oscuro la solución anterior.
- Transcurrido el tiempo adicionar 1mL de almidón.
- Titular la mezcla con el tiosulfato hasta alcanzar una coloración verde clara, anotar el gasto y realizar los cálculos correspondientes.
- La normalidad corregida se determina mediante la formula citada a continuación:

$$NC = (P \times 1000) / (G \times 49,032)$$

Donde:

NC = normalidad corregida.

P = peso en gramos del dicromato de sodio.

G = gasto del dicromato de sodio.

49,032 = peso molecular del dicromato de sodio.

- El índice de peróxido se halla mediante la fórmula siguiente:

$$IP = [(GM - GB) \times N \times 1000] / [P]$$

Donde:

IP = índice de peróxido.

GM = gasto de la muestra problema.

GB = gasto del blanco.

N = normalidad corregida.

P = peso en gramos de la muestra problema.

3. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE IODO (MÉTODO: AOAC 1990)

- En un matraz con tapa de 500mL pesar 0,2g de muestra por triplicado, y matraz sin muestra para el blanco.
- Agregar 20mL de tetracloruro de carbono y 25mL del reactivo de wijs a cada muestra, agitando suavemente; colocar en un lugar oscuro para evitar la oxidación con los rayos de luz durante 30 minutos.
- En una fiola de 100mL, preparar el ioduro de potasio al 15%.
- En un vaso de precipitación, preparar almidón al 1% y luego hervirlo.
- Preparar tiosulfato de sodio al 0,1N.
- Transcurrido los 30 minutos sacar las muestras de la oscuridad y adicionar 20mL de yoduro de potasio, 100mL de agua destilada y 1mL de almidón, agitar bien y titular con tiosulfato de sodio hasta un color transparente. Anotar el gasto.
- Realizar un blanco (B).
- El índice de yodo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$IY = [(B - G) \times N \times 12,69] / [P]$$

Donde:

IY = índice de iodo

B = blanco

G = gasto

N = normalidad

P = peso de muestra problema en gramos

4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN (MÉTODO: AOAC 1998)

- En un matraz de 1000mL mezclar 40g de hidróxido de potasio, 45g de óxido de aluminio y 1000mL de alcohol etílico, agitando hasta disolverse bien.
- Luego filtrar la mezcla anterior utilizando un embudo buchner y papel tissue.
- En unos matraces pesar 5g de muestra, por triplicado.
- A cada muestra agregar 50mL de la solución del alcohol filtrado y calentarlo hasta una temperatura de 50°C. Controlar un tiempo de 30 minutos desde la ebullición, agitando lentamente.
- Es necesario evitar la salida del alcohol (ya que el alcohol hierve a 60°C) utilizando un tubo de vidrio con tapa de corcho.
- Luego enfriar en agua fría.
- Preparar el ácido clorhídrico al 0,5N (43mL en 1000mL de agua).
- Para el blanco, en un matraz de 250mL agregar 50mL de hidróxido de potasio y 3 gotas de indicador de fenolftaleína; mezclar y titular con la solución del ácido clorhídrico hasta obtener un color transparente. Anotar el gasto.
- El índice de saponificación es igual a:

$$IS = [28,05 (GB - GM)] / [P]$$

Donde:

28,05 = factor.

GB = gasto del blanco.

GM = gasto de la muestra problema.

P = peso en gramos de la muestra problema.

5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN (MÉTODO: AOAC 1998)

MÉTODO DEL REFRACTÓMETRO:

- Limpiar los prismas con agua y en caso necesario con benceno.
- Chequear que el refractómetro este calibrado, para lo cual se mide el índice de refracción del agua destilada a 20°C, debiendo obtenerse un valor de 1,3330.
- Después de chequear el refractómetro secar cuidadosamente los prismas con papel tissue, sin restregarlos, ya que esta acción los raya, con lo cual se hace difícil la lectura del índice de refracción.
- Colocar 2 ó 3 gotas de la muestra, la cual debe ser lo suficientemente transparente para que deje pasar la luz. Si la temperatura de la muestra es

diferente a 20°C debe hacerse correcciones al índice de refracción de acuerdo a tablas para los productos específicos.

6. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO: AOAC 1998)

- Pesar la placa petri vacía, agregarle 5g de muestra.
- Colocar es una estufa a temperatura 105 - 110°C o estufa al vacío, según sea el caso, hasta peso constante.
- Este procedimiento se debe hacer por triplicado.
- Por la diferencia de peso se obtiene la cantidad de agua que hay en la muestra y luego se lleva a porcentaje.
- El porcentaje de humedad se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\%H = [(PA)/(PM)] \times 100$$

Donde:

%H = porcentaje de humedad.

PA = peso en gramos del agua de la muestra.

PM = peso en gramos de la muestra.

7. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD (MÉTODO: AOAC 1998)

MÉTODO DEL PICNÓMETRO

Masa del picnómetro vacío: Lavar el picnómetro con solución sulfocrómica y enjuagar varias veces con agua destilada, secar a temperatura ambiente. Después de poner el tapón se deja reposar durante 15 minutos en la balanza y después se pesa con cuatro cifras decimales. Se debe realizar la medida de tres determinaciones.

Masa del picnómetro lleno de agua: Se llena el mismo picnómetro con agua destilada recién hervida un poco por encima del enrase, se tapa y se deja en baño maría a 20 = 0,05°C. Alcanzada la temperatura indicada con ayuda de un capilar se enrasa exactamente. A continuación, la parte vacía del picnómetro se seca de cualquier resto de agua con papel tissue, se coloca el tapón y después de sacarlo del baño de agua se seca bien con un paño suave que no deje pelusas, se coloca en la balanza durante 30 minutos y se pesa con una precisión de cuatro cifras decimales. Debe realizarse la medida de tres determinaciones.

Masa del picnómetro con la muestra: El picnómetro se vacía y se lava cuidadosamente varias veces con pequeñas fracciones de la muestra problema (5 a

10mL). Después de llenarlo con la muestra ligeramente por encima del enrase, se sigue lo indicado en el punto anterior.

La densidad se determina con la fórmula siguiente:

$$D_{20/20} = (M3 - M1) / (M2 - M1)$$

Donde:

D = densidad relativa.

M1 = masa en gramos del picnómetro vacío.

M2 = masa en gramos del picnómetro lleno de agua a 20°C.

M3 = masa en gramos del picnómetro lleno de la muestra problema a 20°C.

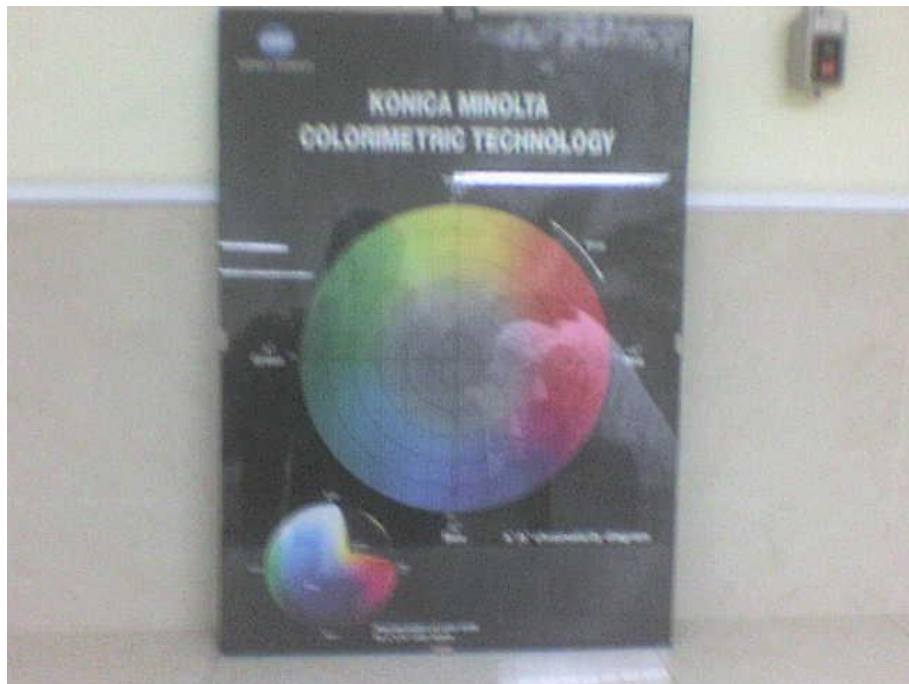
ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

La determinación de la viscosidad se realizó a través del viscosímetro RVDV III ULTRA – Brookfield, a una temperatura de 20°C y una velocidad de 100RPM (revoluciones por minuto). La muestra de aceite se coloca en el equipo y este empieza a girar, la fuerza opuesta que sufre la muestra a dicha velocidad viene a ser la viscosidad, la cual se expresó en unidades de centipoise. A continuación se observa el viscosímetro de Brookfield utilizado en la investigación.



ANEXO 3: DETERMINACIÓN DEL COLOR

El color del aceite virgen de sacha inchi se determinó con un colorímetro triestímulo Minolta Chroma Meter CR-400, expresándose los valores de cromaticidad en las coordenadas L^* , a^* y b^* propuestas por la Comisión Internacional de Eclairage. El valor L^* indica brillo, el valor a^* indica la variación del color rojo al verde y el b^* del color amarillo al azul, dentro de un espacio esférico uniforme. La muestra se coloca en el colorímetro, el resultado es reportado por una base de datos instalada al equipo. A continuación se muestra el gráfico de coordenadas de la tecnología colorimétrica aplicada en la determinación del color.



ANEXO 4: NORMA DEL CODEX ALIMENTARIO PARA ACEITES DE OLIVA VIRGENES

a) Índices físicos y químicos

- Densidad relativa (20°C/agua a 20°C)
 - Aceite de oliva virgen: 0,910 - 0,916
 - Aceite de oliva refinado: 0,910 - 0,916
 - Aceite refinado de orujo de aceituna: 0,910 - 0,916
- Índice de refracción
 - Aceite de oliva virgen: 1,4677 - 1,4705
 - Aceite de oliva refinado: 1,4677 - 1,4705
 - Aceite refinado de orujo de aceituna: 1,4680 - 1,4707
- Índice de saponificación (mg de KOH/g de aceite)
 - Aceite de oliva virgen: 184 - 196
 - Aceite de oliva refinado: 184 - 196
 - Aceite refinado de orujo de aceituna: 182 - 193
- Índice de yodo (Wijs)
 - Aceite de oliva virgen: 75 - 94
 - Aceite de oliva refinado: 75 - 94
 - Aceite refinado de orujo de aceituna: 75 - 92
- Materia insaponificable (empleando éter de petróleo)
 - Aceite de oliva virgen: No más de 15 g/kg.
 - Aceite de oliva refinado: No más de 15 g/kg.
 - Aceite refinado de orujo de aceituna: No más de 30 g/kg.

b) Características de calidad

- Color, olor y sabor
 - Aceite de oliva virgen: Aceite claro, color entre amarillo y verde, con olor y sabor específicos, exento de sabores u olores que indiquen alteración o contaminación del aceite.
- Acidez libre
 - Aceite de oliva virgen: acidez máxima expresada como % de ácido oleico 3,3 e índice de ácido expresado como mg KOH/g aceite 6,6.
- Índice de peróxido (miliequivalentes de oxígeno peróxidico/kg. aceite)
 - Aceite de oliva virgen ≤ 20 .

c) Aditivos alimentarios

- Aceite de oliva virgen: no se permite.

d) Etiquetado

- Nombre del producto

-Todos los productos designados por "aceite de oliva" deberán ajustarse a las disposiciones de esta norma relativas al aceite de oliva virgen o al aceite de oliva refinado, y habrán de ser o bien aceite de oliva virgen o bien aceite de oliva refinado, o bien una mezcla de aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado.

- Todos los productos designados por "aceite de oliva virgen" deberán ajustarse a las disposiciones para el aceite de oliva virgen.

(Norma del Codex para los aceites de oliva virgenes y refinados, 1981).

ANEXO 5: Valores del porcentaje de ácidos grasos libres a diferentes temperaturas de prensado: 30, 35, 40 y 45°C.

Temperatura (°C)	Repetición	Ácidos grasos libres (%)
30	1	0,71
	2	0,73
	3	0,74
	4	0,74
35	1	0,76
	2	0,76
	3	0,75
	4	0,76
40	1	0,77
	2	0,78
	3	0,77
	4	0,78
45	1	0,79
	2	0,80
	3	0,80
	4	0,80

ANEXO 6: Valores del índice de acidez a diferentes temperaturas de prensado: 30, 35, 40 y 45°C.

Temperatura (°C)	Repetición	Índice de acidez (mg KOH/g aceite)
30	1	1,41
	2	1,45
	3	1,47
	4	1,47
35	1	1,51
	2	1,51
	3	1,49
	4	1,51
40	1	1,53
	2	1,55
	3	1,53
	4	1,55
45	1	1,57
	2	1,59
	3	1,59
	4	1,59

ANEXO 7: Valores del índice de peróxido a diferentes temperaturas de prensado: 30, 35, 40 y 45°C.

Temperatura (°C)	Repetición	Índice de peróxido (Meq de O₂.kg⁻¹)
30	1	0,79
	2	0,78
	3	0,78
	4	0,80
35	1	1,31
	2	1,31
	3	1,32
	4	1,31
40	1	1,60
	2	1,60
	3	1,60
	4	1,59
45	1	1,42
	2	1,45
	3	1,47
	4	1,47

ANEXO 8: VALORES DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL ACEITE VIRGEN DE SACHA INCHI OBTENIDO A UNA TEMPERATURA DE PENSADO DE 30°C.

HUMEDAD

MUESTRA	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Placa + muestra (g)	Peso final (g)	Humedad (%)	Promedio	Desviación Estándar
Aceite de sachá inchi a T° 30°C.	58,5895	5,1569	63,7464	63,7429	0,07	0,06	0,00801974
	61,7408	5,0861	66,8269	66,8242	0,05		
	57,2203	5,1621	62,3824	62,379	0,07		

DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO

MUESTRA	T (°C)	Peso Picnómetro vacío (g)	Peso Picnómetro con agua (g)	Peso Picnómetro + muestra (g)	Densidad	Promedio	Desviación Estándar
Aceite de sachá inchi a T° 30°C.	20	29,4306	39,2435	38,5543	0,9298	0,9307	0,0009
	20	29,4306	39,2435	38,5721	0,9316		
	20	29,4306	39,2435	38,5635	0,9307		

INDICE DE YODO

MUESTRA	Blanco	Peso muestra (g)	Gasto (mL)	Normalidad	Índice de iodo	Promedio	Desviación Estándar
Aceite de sachá inchi a T° 30°C.	46,4	0,224	13,5	0,1	186,38	186,25	0,19
	46,4	0,2349	11,95	0,1	186,11		

ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

MUESTRA	Blanco	Peso muestra (g)	Gasto (mL)	Índice de saponificación	Promedio	Desviación Estándar
Aceite de sachá inchi a T° 30°C.	61,5	5,1298	26,4	191,93	192,29	0,52
	61,5	5,0376	26,9	192,66		

COLOR

COORDENADAS DE COLOR				Promedio
L	60,06	60,08	60,08	60,07
a	5,99	6	6,02	6,00
b	34,71	34,71	34,72	34,71

ANEXO 9: SEMILLA CAPSULADA DE SACHA INCHI



ANEXO 10: SEMILLAS DESCAPSULADAS DE SACHA INCHI.**ANEXO 11: PRENSA HIDRÁULICA.**

ANEXO 12: LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO – UNALM.**ANEXO 13: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDEZ POR TITULACIÓN.**

ANEXO 14: ACEITE VIRGEN DE SACHA INCHI.