

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PROTEÍNA Y ACEITE EN LA SEMILLA DE AJONJOLÍ (*Sesamun indicum*) NACIONAL DE LOS CULTIVARES CRIOLLOS (R-198, ESTÁNDAR Y TRÉBOL), EN SU ESTADO NATURAL VRS AJONJOLÍ DESCORTEZADO.

Por:

MARÍA AURA CERVANTES SOLÓRZANO

Carné: 199840494

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, MAYO 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

AUTORIDADES

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar	Presidente
---------------------------------	------------

Representantes Docentes

MSc. Alba Ruth Maldonado de León	Secretaria
Ing. Agr. Luis Alfredo tobar Píril	Vocal

Representante Graduados del CUNSUROC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos	Vocal
--	-------

Representantes Estudiantes

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
PEM. Carlos Enrique Jalel de los Santos	Vocal

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador carrera Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera Trabajo Social

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

Coordinador carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinadora Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera Agronomía Tropical

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio

Encargado Carrera Gestión Ambiental Local

Msc. Celso Morales González

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las Carreras de Pedagogía

Lic. Everardo Napoleón Rodas Ochoa

**Encargada Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la
Comunicación**

M.S.C Paola Marisol Rabanales

ACTO QUE DEDICO

- A JEHOVA:** Por ser mi maestro, que me oriento, protegió, me brindo sabiduría, y la fuerza para enfrentar cualquier situación que se me presentara.
- A VIRGEN MARIA:** Señora Hermosa, que me ha cuidado en todos los momentos de mi vida.
- A MIS PADRES:** Cupertino Antonio Cervantes fuentes †
Aunque no has estado conmigo, te he sentido siempre en mi corazón.
A mi madre Aura Solórzano Andrade, gracias por estar siempre conmigo, por sus consejos, apoyo y el gran amor que siempre me ha brindado.
- A MIS HERMANOS:** José Antonio y Sergio Alberto.
Gratitud eterna por su cariño.
- A MI ESPOSO** Erwin Romilio Alonzo.
Por su amor, paciencia y cariño
- A MIS HIJOS** Erwin Antonio y Fredy Alberto.
Regalos divinos que Dios me ha dado.
- A MIS ABUELOS** Fidelia Andrade †
José Luis Solórzano †
- A MI FAMILIA** Con Afecto y cariño.
- A MIS AMIGOS:** Priscila, Ingrid y Edyn,
Por su amistad, cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

Por brindarme los recursos necesarios para obtener el conocimiento de mi profesión.

DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS.

Por su aporte profesional y pedagógico brindado, por todos esos momentos que hoy día forman parte importante de mi vida y que en todo momentos los llevaré en mi corazón y en mi pensamiento.

ASESORES DEL PRESENTE TRABAJO.

Lic. Marco Antonio del Cid Flores

Ing. Ángel Alfonso Solórzano.

Por sus consejos, su tiempo e ideas brindadas para poder estructurar la presente investigación.

Ing. Víctor Nájera

Dr. Edgar del Cid Chacón

Lic. Gladys Calderón

Dr. Sammy Ramírez

Por siempre motivarme a culminar esta etapa de mi formación profesional.

AGRO-PACIFIC, S.A/ AGRO MUNDO S.A.

Ing. Santiago de León Rivadeneira

Por su amabilidad y apoyo

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO:

Wilson, Doña Teresa, Israel, Manuel, Don Luis, Fernando, Don Elfego, Sandra, Jorge, Jaime, Felicito, Juan Carlos.

Por su apoyo brindado para poder alcanzar esta meta de mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros de la carrera, por los momentos compartidos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	No. Página
I. RESUMEN	01
II. INTRODUCCIÓN	03
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	04
IV. JUSTIFICACIÓN	05
V. MARCO TEÓRICO	07
1. ANTECEDENTES	07
1.1 Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma	
1.2 Tesis “determinación de la incidencia del acondicionamiento del grano de ajonjolí (sesamun indicum) sobre el rendimiento en la extracción del aceite	07
2. Generalidades de la semilla de ajonjolí	08
3. Aspectos botánicos	09
a) Tallo	09
b) Hojas	09
c) Flor	09
d) Fruto	09
e) Semilla	10
4. Composición nutricional	10
4.1 Propiedades e indicaciones	10
➤ Lípidos o grasas	10
➤ Propiedades de alta valor biológico	11
➤ Vitaminas	11
➤ Minerales y oligoelementos diversos	11
➤ Problemas nerviosos	11
➤ Sobrecarga física	11
4.2 Origen citogenética	12
➤ Variedades dehiscentes	13
➤ Variedades indehiscentes	13

5. Tipos de variedades de ajonjolí en América	13
5.1 Variedades que se cultivan en Estados Unidos	13
5.2 Variedades Mexicanas	14
5.3 Variedades en Nicaragua	14
5.4 Variedades de el Salvador	14
5.5 Variedades de Costa Rica	15
5.6 Variedades en Honduras	15
5.7 Variedades en Guatemala	15
➤ Maporal	15
➤ Cuyumaqui	15
➤ Aceitera	16
➤ ICTA R-198	16
6. Mercado Mundial	16
VI. OBJETIVOS	18
VII. HIPÓTESIS	19
VIII. RECURSOS, MATERIALES Y MÉTODOS	20
1. Recursos	20
2. Métodos	21
2.1 Determinación de proteínas totales en semillas de ajonjolí	
Por el método de Kjeldahl.	21
2.2 Determinación del contenido de materia grasa en una	
Semilla de ajonjolí	23
3. Diseño Experimental y modelo estadístico	24
3.1 Prueba de T-Student	24
3.2 Análisis de Varianza	25
3.3 Variables	25
3.4 Validación de la hipótesis	26
IX. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
1. Resultado de contenido de proteína y aceite mediante los	
Métodos estadísticos T-Student y Análisis de Varianza	27
1.1 Análisis t-student de contenido de proteína para las	
Variedades Guatemaltecas (R-198, Estándar y trébol).	27
1.2 Resultados del método estadístico análisis de varianza	
para contenido de proteína.	29

1.3 Resultados de contenido de aceite, método estadístico t-student.	31
1.4 Resultados del método estadístico análisis de varianza, para contenido de aceite.	33
X. CONCLUSIONES	34
XI. RECOMENDACIONES	35
XII. BIBLIOGRAFÍA	36
XIII. ANEXOS	38
XIV. GLOSARIO	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	No. Página
ANEXO 1. TABLA DE RESULTADO DE CONTENIDO DE ACEITE DE AJONJOLI NATURAL	38
ANEXO 2. TABLA DE RESULTADO DE CONTENIDO DE ACEITE EN AJONJOLI DESCORTEZADO	39
ANEXO 3. TABLA DE RESULTADO DE PROTEINA EN AJONJOLI NATURAL	40
ANEXO 4. TABLA DE RESULTADOS DE PROTEINA EN AJONJOLI DESCORTEZADO	41
ANEXO 5. AJONJOLI	42
ANEXO 6. DIAGRAMA SOBRE LA TECNICA OPERATIVA DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	43
ANEXO 7. DIAGRAMA SOBRE LA TECNICA OPERATIVA DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA GRASA EN SEMILLAS DE AJONJOLI	44
ANEXO 8. PLEGADO DEL PAPEL DE FILTRO PARA FABRICAR EL CARTUCHO DEL EXTRACTOR	45

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	No. Página
TABLA 1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	10
TABLA 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	12
TABLA 3. CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA	25
TABLA 4. ANÁLISIS DE T- STUDENT PARA EL CULTIVAR R-198 EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO.	27
TABLA 5. ANÁLISIS DE T- STUDENT PARA EL CULTIVAR ESTÁNDAR EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO	27
TABLA 6. ANÁLISIS DE T -STUDENT PARA EL CULTIVAR TRÉBOL EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO	28
TABLA 7. RESULTADO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA PROTEÍNA DE AJONJOLÍ NATURAL (R-198, ESTÁNDAR Y TRÉBOL).	29
TABLA 8. RESULTADO DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PROTEÍNA DE AJONJOLÍ DESCORTEZADO (R-198, Estándar y Trébol).	30
TABLA 9. ANÁLISIS DE T -STUDENT PARA EL CULTIVAR R-198 EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO.	31
TABLA 10. ANÁLISIS DE T - STUDENT PARA EL CULTIVAR ESTÁNDAR EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO.	31
TABLA 11. ANÁLISIS DE T- STUDENT PARA EL CULTIVAR TRÉBOL EN SU ESTADO NATURAL Y DESCORTEZADO.	31
TABLA 12. RESULTADO DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE ACEITE DE AJONJOLÍ NATURAL (R-198, ESTÁNDAR Y TRÉBOL).	33
TABLA 13. RESULTADO DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE ACEITE DE AJONJOLÍ DESCORTEZADO (R-198, ESTANDAR Y TRÉBOL).	33

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PROTEÍNA Y ACEITE EN LA SEMILLA DE AJONJOLÍ (*Sesamun indicum*) NACIONAL DE LOS CULTIVARES CRIOLLOS (R-198, ESTÁNDAR Y TRÉBOL), EN SU ESTADO NATURAL VRS AJONJOLÍ DESCORTEZADO.

Por:

MARÍA AURA CERVANTES SOLÓRZANO

Carné: 199840494

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, MAYO 2012.

I. RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar los niveles de proteína y aceite en la semilla de ajonjolí nacional de los cultivares criollos (R-198, ESTÁNDAR Y TRÉBOL), en su estado natural vrs ajonjolí descortezado.

El ajonjolí es una semilla muy bondadosa en cuanto a sus propiedades oleaginosas. En Guatemala existen diversas cultivares de ajonjolí, sin embargo, el presente estudio constituye la primera investigación formal en lo concerniente a la evaluación de los niveles de proteína y aceite.

En esta investigación se evaluaron características químicas de las variedades criollas R-198, Estándar y Trébol, en su estado natural y después de ser sometidas al proceso de descortezado (retirar cutícula).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación cabe indicar que existe diferencia estadística significativa entre los 3 cultivares evaluados en cuanto a contenido de proteína antes del descortezado, contenido de proteína después del descortezado y contenido del aceite antes del descortezado y contenido de aceite después del descortezado.

El diseño experimental fue analizado a través del análisis de la prueba de t-Student antes y después para cada variedad criolla y variable y se aplicó análisis de varianza entre los tres cultivares antes y después de descortezado, mediante los cuales se determinó que el proceso descortezado funcionó como un mecanismo de acondicionamiento previo al sistema de extracción de la semilla de ajonjolí por lo que el proceso **sí** incide significativamente en los rendimientos de proteína y contenido de aceite.

La composición de aceite fue evaluada en los tres cultivares, en su estado natural destacó la variedad R-198 con valor promedio de 55.43%, seguido de la variedad Trébol con 53.29% y por último la variedad estándar con 51.64%,

descortezada la semilla, siguió destacando la variedad R-198 con un promedio de 63.75 % seguido nuevamente de la variedad Trébol con un valor promedio de 63.34% mientras que la menor fue la variedad estándar con 62.21 %.

La composición de proteína de las variedad, en su estado natural, destaco el R-198 con un valor estándar promedio de 23.55 %, seguido de la variedad trébol con 23.06 % y por último la variedad estándar con un valor promedio de 22.37 %, descortezada la semilla, se destaco nuevamente la variedad R-198 con un valor promedio de 24.12, seguido de la variedad trébol con 23.94 % y por último la variedad estándar con promedio de 22.62 %.

Lo antes expresado permite rechazar las tres hipótesis planteadas en la presente investigación.

II. INTRODUCCIÓN

El ajonjolí o semilla de sésamo, es una planta anual perteneciente a la familia Labiada pedaliácea es decir de un eje y ramificada, cuyo origen se desconoce. Con facilidad se adapta a suelos que se encuentran de 0 a 600 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad en Guatemala se siembran diferentes cultivares llamados criollos, entre las cuales las empresas compradoras de ajonjolí de la costa sur de Guatemala clasifican en sus bodegas las variedades: R-198, Estándar (Maporal, crema, estrella), y Trébol cuyo rendimiento de cada una dependerá del suelo y las condiciones climáticas durante el período de cultivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de proteína y aceite en los tres cultivares mencionados, tanto en estado natural como ya descortezada. Lo anterior, tomando en cuenta que en la actualidad no existe un estudio que sirva como referente de la calidad de las semillas nacionales en especial en lo que a contenido de aceite se refiere ya que la semilla destinada para producción de aceite crudo se exige un mínimo de 50 a 52% y para confitería un 48%.

La determinación del contenido de proteína en ajonjolí se realizó por el método de Kjeldalh y el contenido de aceite por el método de gravimetría. La investigación se desarrolló en una empresa guatemalteca que se dedica a la compra y proceso de la semilla de ajonjolí, durante periodo de cosecha y producción 2010-2011, con el fin de determinar si el proceso de descortezado afecta las propiedades de la semilla de ajonjolí.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ajonjolí es un producto alimenticio que puede encontrarse en el mercado en forma natural y procesada. Es una semilla muy bondadosa ya que se le puede extraer aceite, utilizarse como adorno en la industria panificadora o como ingrediente en la elaboración de comidas típicas del país.

Debido a las bajas producciones nacionales y a las altas demandas internacionales de ajonjolí, las empresas guatemaltecas que lo procesan, se ven en la necesidad de importarla principalmente de América del Sur, siendo los principales países Venezuela, Paraguay, Bolivia.

Los cultivares criollos de Guatemala como el R-198, Estándar y Trébol, poseen características que logran distinguirlas de variedades de otros países tales como su color blanco, su sabor y tamaño uniformes. Sin embargo, aún no se les ha realizado algún tipo de análisis para poder determinar el contenido de aceite y proteína, tanto en su estado natural como descortezado. Todo lo contrario de las variedades venezolanas que ya poseen este tipo de estudios. Por tal razón, el mercado internacional para el ajonjolí guatemalteco es aún restringido.

De acuerdo a lo expuesto y al proceso de descortezado que se practica en las industrias de ajonjolí en Guatemala se planteó la siguiente interrogante. ¿Será que existe diferencia estadística entre los niveles de proteína y aceite en la semilla de ajonjolí antes y después del descortezado?

IV. JUSTIFICACIÓN

El ajonjolí o semilla de sésamo (***Sesamun indicum***), es una planta oleaginosa utilizada en la industria alimenticia, siendo una semilla tan noble que permite disfrutar de su calidad en distintas formas: como aderezo (Tahine), como adorno en el pan, o mediante la extracción de su aceite y en la actualidad en variedad de confites.

En Guatemala existen cultivares como R-198, Estándar, Trébol o Guajaqueño, todos ellos codiciados por América del Norte y Japón. Para que el ajonjolí guatemalteco sea competitivo en los mercados internacionales es necesario darle la importancia debida al estudio de las características organolépticas de la semilla. El producto debe ser de color blanco uniforme y tener un sabor a nuez.

Debido a la alta demanda de esta semilla, las empresas guatemaltecas han tenido la necesidad de importar semilla de otros países siendo Venezuela el mayor abastecedor con sus variedades DV-9 y el Fonucla, semillas que al ser procesadas presentan una baja calidad por tener una presentación de grano manchado y amarillo. Sin embargo, la semilla es codiciada en la industria por su alto contenido en aceite y proteínas, razón por la cual existen estudios sobre estas variedades, de las diferentes regiones que la cosechan en Venezuela.

En la actualidad las semillas criollas guatemaltecas son codiciadas en el extranjero, en especial, por los países europeos y Japón que desean utilizarla para confitería y extracción de aceite, pero para ello requieren análisis cuantitativo del contenido de proteína y aceite para que la semilla guatemalteca sea competitiva ante otras variedades de semillas.

El rendimiento del aceite y nivel de proteína es requisito de los clientes Europeos y Asiáticos compradores de ajonjolí, mercados que en la actualidad Guatemala se encuentra compitiendo para poder entrar, sin embargo en las empresas guatemaltecas no se realizan estos estudios de los cultivares criollos ya que la finalidad de las ellas es la de la compra, limpieza y proceso descortezado para luego exportarla a Estados Unidos para el uso en panadería.

Por la tanto y ante la ausencia de estudios que permitan establecer las propiedades cuantitativas de contenido de proteína y aceite de los cultivares de ajonjolí criollo guatemalteco, fue necesario realizar investigaciones con el objeto de determinar éstos componentes en ajonjolí de los cultivares R-198, Estándar y Trébol.

V. MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES

Guatemala importa semillas de otros países, siendo Venezuela el mayor abastecedor con sus variedades DV-9 y el Fonucla, semillas que al ser procesadas tienen una baja calidad por tener una presentación de grano manchado y amarillo. Sin embargo ésta semilla es codiciada en la industria por su alto contenido aceite y proteínas, razón por la cual existen estudios sobre ésta, de las diferentes regiones que la cosechan en Venezuela y algunos estudios en Guatemala sobre el ajonjolí, su suelo y sobre rendimientos de producción.

1.1 Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma.

El propósito de este trabajo era evaluar el grano los rasgos químicos germoplasma de sesame del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP-FONAIAP). Las Determinaciones de aceite, proteína y reduciendo los volúmenes de azúcar se hicieron en las muestras compuestas de tres repeticiones a dos regiones (Turén, el Estado de Portuguesa y Maracay, el Estado de Aragua). Donde se demostró que los cinco cultivares evaluados son excelentes para la calidad de grano y los rasgos agronómicos.

La composición de aceite se estableció que cuatro cultivares mostraron más de 55% de aceite satisfecho (como la media de ambas situaciones). Estos cultivares eran 67-181, DV-2, el amarillo de China y Felicidad. El rango de la variación era de 49,40% a 55,60% (Píritu) a Turén y de 49,20% a 57,20% (67-181) a Maracay. El volumen de la proteína, a Turén varió de 18,09% a 28,11% (el voi Negro), mientras a Maracay varió de 17,75% a 27,21% (87-747).

(Elena Mazzani y Alfredo Layrisse, 1998).

1.2 Tesis “Determinación de la incidencia del acondicionamiento del grano de ajonjolí (*sesamun indicum*) sobre el rendimiento en la extracción de aceite. El resultado de la investigación fue: Que un acondicionamiento previo al sistema de extracción del grano de ajonjolí si incide significativamente sobre el rendimiento en la extracción del aceite.

Lima José, 2001.

2. GENERALIDADES DE LA SEMILLA DE AJONJOLI

El ajonjolí es una planta cuya especie botánica es de la familia *Sesamum indicum*, su cultivo es anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas. La producción promedio es entre 12- 14 quintales por manzana. Se caracteriza por ser una planta herbácea que soporta temperaturas que fluctúan entre 20° y 35° C, requiere de precipitaciones pluviales entre 400 y 900 mm. Sus hojas son verdes y flores blancas o rosas, su tronco es erguido produce cápsulas con numerosas semillas lisas. Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son de texturas ligeras: franco, franco arenoso y franco arcilloso, su pH es 5.5-7. Se adapta al clima con altitud entre 0- 600 metros sobre el nivel del mar. No se conoce con precisión el origen, pero su cultivo es desde tiempos remotos en Etiopía (África), y se expandió a India, China, Japón. Con el descubrimiento de América, los esclavos del África trajeron la semilla a México y Centroamérica. La semilla era utilizada por los indios y chinos como aceite de sésamo para embellecer la piel y como consumo en sustitución del aceite de oliva. Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México. Sin embargo, las semillas de mayor calidad son procedentes de Centroamérica, principalmente de Guatemala.

Hay diferentes cultivares de ajonjolí, se pueden dividir por su color y su precocidad, las más comunes son de color blanco y negro o tostado. Las semillas de color blanco, se caracterizan por su buen desarrollo y por ser exigente en nutrientes del suelo, por tanto reciben mejor precio y se usan para la panificación y reposterías. Las de color negro o tostado, corresponden a las semillas mezcladas (coloraciones) entre amarillo a marrón oscuro (la más cultivada en México), la planta es más pequeña con menores rendimientos, y se desarrolla en suelos pobres en nutrientes, es más rústica que la blanca y se usa para la producción de aceites y harinas.

El ajonjolí es una oleaginosa que provee más hierro que el huevo, es una fuente de lecitina (mayor que la soya), es de fácil digestión para el organismo humano, sabor agradable, y rico en potasio y sodio. Se utiliza como especia para la preparación de

pan, galletas, confitería, aceite comestible, aderezo para ensaladas, en la elaboración de margarinas, en la industria farmacéutica, en la fabricación de jabones, cosméticos y pinturas. Después de la extracción del aceite la parte residual (pasta) se puede usar para la alimentación del ganado y aves de corral. El aceite de ajonjolí es apetecido por ser de larga duración, debido a que contiene un antioxidante llamado Sesamol.

(Revista de Comercio Internacional, 2005)

3. ASPECTOS BOTÁNICOS

Es una planta anual, de la familia Labiada pedaliácea (de un eje y ramificada)

a) Tallo

El tallo es erecto, cilíndrico y cuadrangular y en algunos casos puede tener seis lados. El corte transversal del tallo muestra un área externa dura y una médula blanca. La médula está compuesta de parénquima suave; en los tallos adultos ésta tiende a desaparecer dejando un hueco al centro.

b) Hojas

Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, es decir que en un par salen opuestas en los surcos y en el siguiente con un ángulo de 90 grados con respecto al primero. El tamaño es de 3 a 17 centímetros de largo, por uno a cinco centímetros de ancho, pecíolo largo, de formas lobuladas en la base y lanceoladas en la parte apical.

c) Flor

La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, campanulada, limbo irregular con cinco lóbulos, pubescente en su interior. Tiene ovario súpero con dos celdas, planta autógama. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas.

d) Fruto

El fruto es una cápsula de dos a cinco centímetros de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y

dehiscente con 15 a 25 semillas cada una. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divide en dos.

e) Semilla

La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior; mide de dos a cuatro milímetros de longitud y uno a dos milímetros de ancho.

El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con una altura de planta entre 0.75 a 3.00 metros y producción promedio de 12 a 14 quintales por manzana según el manejo agronómico que se le binde al cultivo.

(IICA. Nicaragua 2006)

4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.

Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

Tabla 1
Composición nutricional

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	570 Kcal
Agua	3 g
Proteína	17.81 g
Grasa	48 g
Cenizas	8 g
Carbohidratos	26.19 g
Fibra	9.3 g
Calcio	420 mg
Hierro	2.51 mg
Fósforo	762 mg
Vitamina C	0.0 mg

Fuente: http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl

4.1 Propiedades e Indicaciones:

Las semillas de sésamo contienen una amplia variedad de principios nutritivos de alto valor biológico:

- **Lípidos o grasas**, prácticamente todos ellos constituidos por ácidos grasos insaturados, lo cual les confiere una gran eficacia en la reducción del

nivel de colesterol en la sangre. Entre las grasas del sésamo se encuentra la **lecitina**, que es un fosfolípido (grasa fosforada) que desempeña una importante función en el organismo. Es componente esencial del tejido nervioso, y también se encuentra en la sangre, el semen y en la bilis; e interviene en la función de las glándulas sexuales. La lecitina es un poderoso emulsionante, que facilita la disolución de las grasas en medio acuoso. Una de sus funciones en la sangre, consiste en mantener disueltos los lípidos en general, y especialmente el colesterol, evitando así su depósito en las paredes arteriales (arteriosclerosis). El sésamo es, junto a la soja, el vegetal más rico en lecitina.

- **Proteínas de alto valor biológico**, formadas por 15 aminoácidos distintos con una elevada proporción de metionina (aminoácido esencial).
- **Vitaminas**, como la E (tocoferol), la B1 o tiamina (0,1 mg por 100 g), y la B2 o riboflavina (0,24 mg por 100 g).
- **Minerales y oligoelementos diversos**, especialmente calcio, fósforo, hierro y magnesio, cobre y cromo. *Mucílagos* a los que debe su acción laxante suave.

Debido a la composición de esta pequeña semilla, no extraña que en los países orientales se la considere como restaurador de la vitalidad y de la capacidad sexual.

Entre sus muchas aplicaciones, están

- **Problemas nerviosos**: agotamiento nervioso o mental; estrés; pérdida de memoria; melancolía; depresión nerviosa; irritabilidad o desequilibrio nervioso; insomnio. Es un excelente complemento nutritivo para quienes están sometidos a gran actividad mental o intelectual, y desean mantener un buen rendimiento.
- **Sobrecarga física**: entrenamiento deportivo, embarazo, lactancia, convalecencia después de intervenciones quirúrgicas o de enfermedades.
Falta de rendimiento o de capacidad sexual, tanto en el hombre como en la mujer.

Disminución del colesterol en sangre; arteriosclerosis; prevención del infarto de miocardio y de la trombosis arterial.

(HIPERnatural, 2007).

4.2 Origen Citogenética:

Las variedades en general pueden agruparse en subespecie bicarpelatum y en subespecie tetracarpelatum. De acuerdo con investigaciones, se piensa que existe alrededor de 16 géneros de la familia de las pedaliáceas y 60 especies. *Sesamun indicum* tiene un numero cromosómico $2n = 26$. Existen también especies silvestres antiguas con $2n = 32$ y $2n = 64$ cromosomas. Se han realizado investigaciones para duplicar el número de cromosomas de la especie cultivada, obtenidos así ajonjolí es tretraploides con $2n = 52$. La importancia primordial de las especies silvestres es que constituye una fuente de germoplasma que se utiliza en la actualidad en trabajos de fitomejoramiento para incorporar caracteres de rusticidad y principalmente, resistencia a plagas y a enfermedades en el ajonjolí cultivado. Entre otras especies se menciona a *alatum*, *radiatum*, *angolense*, *prostratum*, *laciniatum*, *indicum* diploide y tetraploide, etc.

El origen citogenético se desconoce, y la clasificación taxonómica es como sigue:

TABLA 2
Clasificación Taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Pedaliaceae
Género	Sesamun
Especie	Indicum (orientale)
Subespecie	Bicarpellatum
Subespecie	Trecarpellatum

Fuente (Robles R, 1989).

El género *Sesamun* contiene 49 especies nativas de África. Las especies *laciniatum* y *prostratum* silvestre proceden de la India, y la *auriculatum* de Creta. Hay 5

grupos de variedades: resistencias a bacterias (África), alto porcentaje de aceite (India), alto rendimiento (África), frutos de 4 carpelos (Japón) y variedades enanas (Chinas).

Las variedades de ajonjolí normalmente se dividen en dos tipos, dehiscentes e indehiscentes.

- **Variedades dehiscentes:** La mayoría de las variedades de este tipo que se cultivan en los Estados Unidos han sido producidas a partir de la variedad Kansas 10 o K-10. Las semillas de esta variedad sin ramas tiene un alto contenido de aceite –mas de 50%- pero su sabor amargo limita su valor en el mercado de semillas.

- **Variedades indehiscentes:** Las variedades indehiscentes han sido desarrolladas para poder ser cosechadas mecánicamente. A pesar que estas variedades normalmente contienen un poco menos de 50% de aceite, su semilla es utilizada para la producción de aceite únicamente.

(Robles R, 1989).

5. TIPOS DE VARIEDADES DE AJONJOLÍ EN AMÉRICA

Hay variedades “criollas” y semilla mejorada. Las criollas por lo general tienen un desarrollo uniforme lo que dificulta la cosecha.

La época de siembra se determina por el ciclo de la variedad y el régimen de lluvias, se trata de que la cosecha coincida con el inicio de la época seca. El ajonjolí se puede sembrar como monocultivo o como cultivo de rotación del maíz. En ambos casos se debe tener cuidado al tapar la semilla, la cual tiene que quedar superficialmente. El aceite de ajonjolí es el de mejor calidad que el resto de las oleaginosas, manteniendo la durabilidad de los alimentos.

(CASFE, Honduras, 2006)

5.1 Variedades que se cultivan en Estados Unidos

- Variedades dehiscentes: son: Margo, Oro, Blanco, Dulce, y Ambia.
- Variedades indehiscentes: Baco, Paloma, UCR3, SW-16 y SW-17.

5.2 Variedades mexicanas

- Peludo Canastilla,
- Regional Canasto,
- Pachequeño,
- Padilla,
- Cola de Borrego,
- Tahue 90,
- Ostimuri 89,
- Turinoca 89
- y Ontagota 89;

(INIFAP-CIRNO, 2003)

5.3 Variedades en Nicaragua

- Cuyumaqui,
- Venezuela 44,
- IXTA R- 198
- China Roja
- Nicarao,
- Caribe,
- Inamar y Mejicana.

(Revista de Comercio Internacional, 2005).

5.4 Variedades de El Salvador

El CENTA liberó en Diciembre/ 1997 dos variedades: CENTA -126 NR y CENTA -222 R de buenas características agronómicas y altos rendimientos y dos variedades en proceso de validación SPA 81 NR y SPA 137 R. En el ámbito comercial se encuentra difundida y disponible la variedad ICTA R-198, que presenta buenas características de rendimiento.

(IICA, Nicaragua, 2006)

5.5 Variedades de Costa Rica

Las variedades comerciales cultivadas tradicionalmente en las diferentes zonas productoras, con rendimientos promedio entre 600 a 800 kg/ha, son:

Venezuela 44. Variedad que ramifica es de ciclo medio, por tarda de noventa a noventa y cinco días en producir. Tiene buena resistencia al ataque de hongos del suelo.

Precoz. Tiene la ventaja de que se período vegetativo es corto. Se cosecha a los ochenta días después de la siembra.

Inamar. Híbrido con buena producción y con buena adaptación a suelos pesados.

(MAGA, Costa Rica, 1991)

5.6 Variedades en Honduras

Entre las variedades utilizadas en Honduras tenemos la Venezuela 44, Instituto 71 y la Blanquina.

(CASFE, Honduras, 2006)

5.7 Variedades en Guatemala

En Guatemala en 1982 el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA mediante investigaciones realizadas en las diferentes localidades agrícolas, recomienda las variedades:

- **Maporal:** Es una variedad ramificada, seleccionada por el ICTA desde 1977 por su tolerancia a la pudrición negra de la base del tallo. La variedad florece a los 40 días después de la siembra, sus flores pueden ser de color blanco o lila; la planta tiene una altura de 1.90 metros, sus cápsulas de tamaño mediano, dehiscentes y de color morado o verde. A los 100 días las plantas se amarillan y las hojas caen. Su rendimiento es de 12 quintales por manzana o más, su grano es color blanco.
- **Cuyumaqui:** Esta es una variedad ramificada, seleccionada por el ICTA en 1979. Es tolerante a la pudrición de la base del tallo, florece a los 39 días, sus flores son de color blanco, acampanadas. Esta variedad tiene una altura de 2 metros, sus cápsulas de tamaño mediano dehiscentes de color verde. A los 95 días las plantas se pone de color verde claro y las hojas caen. Su rendimiento es de 14 quintales por manzana y grano color blanco.

- **Aceitera:** Es una variedad no ramificada o de chicote, menos tolerante a la pudrición de la base del tallo, florece a los 38 días de germinada la semilla, sus flores son blancas. Pilosa en el tallo, hojas y frutos. La altura de esa planta es de 1.80 metros con cápsula medianas deshicentes y verdes. A los 92 días las hojas se ponen de un color verde claro y se caen. Su rendimiento es de 11 quintales por manzana y su grano es de color cremoso o rubio.

La variedad aceitera es conocida como trébol o wajaqueño, las variedad Maporal es clasificada dentro de las empresas como Estándar y la variedad **R -198** es una variedad ramificada proveniente de la Cuyumaqui con características mejoradas, tiene mayor número de ramas y mayor potencial.

(ICTA, Guatemala, 1982)

- **ICTA R-198:** Es una variedad ramificada, con tallos cuadrangulares, entrenudos cortos y densamente pilosos. Las hojas son alternas, opuestas, con flores axilares y solitarias, cuya aparición se inicia a los 40 días después de la Siembra. El fruto es una cápsula erecta, de cuatro a cinco centímetros de largo, dispuestas en el tallo en forma opuesta y alterna. El grano es de color blanco. Su ciclo de siembra a cosecha es de 94 días y su rendimiento promedio es de catorce quintales por manzana.

El cultivo de ajonjolí se siembra en la época de segunda, y está comprendida desde la última semana de julio al 15 de agosto. La época de siembra del maíz, condiciona la siembra del ajonjolí.

Cuando el cultivo llega a su madurez, la planta cambia de color y bota las hojas antes que se abran las cápsulas. Se cortan las plantas más o menos 30 centímetros debajo de las primeras cápsulas, se forman gavillas o manojos, se secan en el campo por espacio de 10 a 12 días y luego se trilla el grano, limpiándolo en zarandas para retirar toda clase de basuras.

(ICTA, Guatemala, 2008).

6. MERCADO MUNDIAL

La semilla de ajonjolí, dentro de las principales semillas oleaginosas a nivel mundial, no representa un peso importante como la soya, el girasol y el algodón, pero no significa que su producción sea innecesaria. El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y

su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas, por eso es más demandado en procesos que requieren de mayor duración del producto preparado con aceite. Por tal motivo, no es de fácil acceso para los hogares, debido a su alto nivel de calidad que se traduce en un mayor precio con relación al resto de aceites. La producción mundial en 2004 fué de 3,092 millones de toneladas, la cual mostró un crecimiento de 35 y 9.5 por ciento con relación a 1990 y 2000 respectivamente. El 70 por ciento de la producción mundial se destina a la elaboración de aceites y harinas, la industria alimenticia es el principal segmento de mercado. En los últimos quince años la producción se ha mantenido en un rango entre 2,156–3,092 millones de toneladas. A partir del 2000, ésta ha experimentado un crecimiento promedio de 9 por ciento anual. Los principales productores mundiales de ajonjolí son India (La calidad de la semilla de la india no es de las mejores del mundo y esto se ve reflejado en su precio), China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 por ciento de la producción mundial. En el caso de México y Centroamérica, la participación en la producción es de 0.7 y 1.5 por ciento respectivamente. La mayor proporción del área cultivada a nivel mundial se ubica en India con 31 por ciento en 2004, seguida por Myanmar (19%), Sudan (13%) y China (10%). En los casos de México y Centroamérica, 0.69 y 1.14 por ciento respectivamente. El principal exportador mundial según 2003 es India, además de ser el principal productor, pero gran parte de su producción se destina al mercado local, seguido de China y Sudán. Estos países representan 57.6% de las exportaciones totales, también están Etiopía (8.9%), Los Países Bajos (6.6%), Myanmar (4.6%), **Guatemala (3.1%)** y México (2.4%). Los países centroamericanos representan 3.7 por ciento del total de las exportaciones mundiales, en el que se destaca **Guatemala**.

Los aspectos productivos, económicos, y de mercado actuales sobre el ajonjolí en Guatemala se encuentran en el Anexo 5.

(Revista de Comercio Internacional, 2005).

VI. OBJETIVOS

1. GENERAL

Evaluar los niveles de proteína y aceite en la semilla de ajonjolí (*Sesamun indicum*) nacional de los cultivares criollos (R-198, Estándar y Trébol), en su estado natural vrs ajonjolí descortezado.

2. ESPECÍFICOS

- 2.1** Estandarizar la metodología necesaria para determinar el contenido de aceite y proteína en los cultivares criollos de ajonjolí guatemalteco R-198, Estándar y Trébol.
- 2.2** Establecer a través de un análisis químico la concentración de aceite y proteína que contengan los cultivares criollos de ajonjolí guatemalteco, en estado natural y descortezado
- 2.3** Comparar el nivel de proteína y el contenido de aceite de la semilla de ajonjolí (*Sesamun indicum*) nacional de los cultivares criollos R-198, Estándar y Trébol, en su estado natural y luego de ser descortezado.

VII. HIPÓTESIS

- No existe diferencia significativa entre los niveles de proteína y aceite en semilla de ajonjolí antes y después de descortezado.

- No existe diferencia significativa entre los cultivares evaluados en cuanto a nivel de proteína y aceite previo al descortezado.

- No existe diferencia significativa entre los cultivares evaluados en cuanto a nivel de proteína y aceite luego del descortezado.

VIII. RECURSOS, MATERIALES Y MÉTODOS.

1. Recursos

En esta investigación se utilizaron recursos físicos, humanos y financieros. El conjunto de estos recursos fueron proporcionados por el investigador y la empresa privada.

Humanos

- a) María Aura Cervantes (Técnico Universitario).
- b) Dr. Marco A. Del Cid Flores (Asesor Principal).
- c) Ing. Ángel Alfonso Solórzano (Asesor Adjunto).
- d) Personal del laboratorio de Investigación y desarrollo, y personal operativo de Planta Procesadora de Ajonjolí (AGRO MUNDO S.A.)

Institucionales

- a) Centro Universitario del Sur Occidente –CUNSUROC-
- b) Planta Procesadora de ajonjolí AGRO MUNDO S.A.

Materiales

- a) Ajonjolí
- b) Reactivos para cada método de extracción de aceite y proteína

Equipo

- a) Molino tipo ciclónico
- b) Equipo Kjeldahl (ver 7.2.1)
- c) Equipo Soxhlet (ver 7.2.3)
- d) Balanza analítica

2. MÉTODOS:

Esta investigación utilizó metodologías de la Sociedad Americana de Químicos del Aceite –AOCS-, por sus siglas en inglés de America Oil Chemist's Society), y así también método de proteína modificado por Grupo Industrial Bimbo México. Los métodos que se utilizaron en esta investigación fueron:

2.1 Determinación de proteínas totales en semillas de ajonjolí por el Método de Kjeldahl.

Este método corresponde a la AOCS No. Ai 4-75, revisado en 1989 y modificado por Grupo Industrial Bimbo, código ODM-053-AC-03-MA en 2006.

❖ Método: Mineralización del Nitrógeno. Destilación del amoníaco sobre una solución ácida y posterior Volumetría de neutralización.

Fundamentos teóricos: Se trata la muestra con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador para transformar el Nitrógeno (N) amínico en amoníaco, el que se recogerá en una solución ácida neutralizando parte de ésta.

Valorando el contenido de ácido antes y después de la formación de la sal de amonio, se podrá calcular el contenido de Nitrógeno amínico o de proteína presente en la muestra.

✓ Materiales:

- Matraz de Kjeldahl.
- Refrigerante recto.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Embudo pequeño.
- Bureta.
- Pie.
- Trípode.
- Mechero.

- Soporte para el equipo de mineralización.
- Tela metálica con amianto a la que se le habrá efectuado una pequeña perforación circular.

✓ **Reactivos**

- Acido Sulfúrico (H_2SO_4) 1,84 ° Be.
- Oxido mercurico (HgO) P.A.
- Sulfato de Sodio anhidro (Na_2SO_4).
- Solución de Hidróxido de sodio (NaOH) 1,40 ° Be. (aprox. 45% p/v)
- Solución indicadora de Rojo de metilo.
- Solución 0,1 N de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Solución 0,1 N de Hidróxido de Sodio (NaOH).

Cálculos:

$$\% \text{ p/p de proteína} = \frac{0,014 (V \cdot N) - (V_1 \cdot N_1) f \cdot 10.000}{m (100 - H)}$$

Donde: V = ml. de solución de ácido sulfúrico 0,1 N.

V_1 = ml. de solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N utilizada en la valoración.

m = peso de muestra en g.

H = % de humedad de la muestra.

f = Factor de conversión (6,25)

N = Normalidad de la solución ácida.

N_1 = Normalidad de la solución alcalina.

Para la técnica operatoria ver **Anexo 6**.

2.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA GRASA EN UNA SEMILLA DE AJONJOLÍ

Este método corresponde a la A.O.C.S No. Ai 3-75, revisado en 198 y 1988, Reaprobado en 1989.

❖ **Método:** Gravimetría.

Fundamentos teóricos: La materia grasa contenida en una semilla, es separada de ella por extracción, solubilizándola en un solvente orgánico, el que luego se evapora o recupera. La operación se realiza en forma cuantitativa.

Materiales: Equipos de extracción:

- Equipo Twisselmann: Utilizando este equipo puede recuperarse el solvente utilizado.
- Extractor de Soxhlet o Extractor de Butt:
- Estufa con recirculación de aire a 100-110 °C dentro de una campana con extracción.
- Papel de filtro tipo Whatman de 15 cm de diámetro o cartucho de extracción.

Reactivos

- Hexano uso técnico. (Puede utilizarse éter de petróleo, teniendo especial cuidado en la calefacción y en el sistema de refrigeración)

Cálculos:

$$\% \text{ p/p de Materia Grasa} = \frac{P - T}{M} \cdot 100$$

Donde: P = Peso del Matraz + Materia Grasa.

T = Peso del Matraz.

M = Peso de la muestra molida.

Para la técnica Operatoria ver **Anexo 7**.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y MODELO ESTADÍSTICO.

Los datos obtenidos, en la presente investigación, se analizaron a través del análisis de la prueba de *t*-Student antes y después para cada variedad criolla y variable, además se aplicó análisis de varianza entre los tres cultivares. Lo anterior se realizó antes y después de descortezado.

3.1 Prueba de *t*-Student

Con esta prueba podremos saber si una muestra es homogénea o heterogénea, es decir, si sus datos están estadísticamente distribuidos de manera uniforme o desuniforme. Las fórmulas que se aplicaron para cada variedad antes y después de descortezar fueron:

a) Obtener el promedio de cada variedad antes y después de descortezar

b.) Valor estándar:

$$S = \frac{\sqrt{\sum(x-x)^2}}{N}$$

c.) Encontrar la diferencia promedio antes y después de descortezar

$$\partial \bar{x}_1 = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

d.) Encontrar el error estándar de la diferencia:

$$\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$$

e.) Encontrar la T calculada:

$$t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$$

f.) Encontrar la T tabulada.

3.2 Análisis de varianza

Esta prueba compara las medias de diferentes tratamientos mediante el análisis de sus varianzas. Este análisis parte de la hipótesis nula de que las medias de todos los tratamientos son iguales, es decir, que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Para facilitar su desarrollo se crea un CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA como sigue:

Tabla 3
Cuadro de análisis de la varianza

Fuente de Variación CV	Grados de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamien.	No.Tratam. – 1	$[(\sum \text{tratamientos})^2 / \text{No.Repeticiones} - FC$	$SC_{\text{Trat}}/GL_{\text{Trat}}$	CM trat/Cm error	tabla
Error	$(GL_T - GL_{\text{trat.}})$	Sc total- Sc tratamientos.)	$SC_{\text{error}}/GL_{\text{error}}$		
Total	n-1	$\sum(\text{dato})^2 - FC$			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

- Donde: FV es Fuente de Variación.
- GL es Grados de Libertad.
- SC es Suma de Cuadrados.
- CM es cuadrado medio

3.3 VARIABLES

Las variables dependientes consideradas en esta investigación fueron:

- Contenido de aceite.
- Nivel de proteína.

Mientras que la variable independiente de la investigación es:

- descortezado.

3.4 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

- Para la hipótesis 1: Se aplicó la prueba de *t*-Student para proteína cruda antes y después del descortezado y de igual forma para contenido de aceite.
- Para la hipótesis 2: Se aplicó ANDEVA (Análisis de Varianza) en la proteína cruda y contenido de aceite antes del descortezado entre los cultivares.
- Para la hipótesis 3: Igual que en la hipótesis 2 solo que después del descortezado.

IX. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Resultados de contenido de proteína y aceite mediante los métodos estadísticos *t*-student y análisis de varianza.

En la investigación se evaluaron 45 muestras de ajonjolí en su estado natural y 45 muestras de ajonjolí descortezado, de los cuales se dividieron en 15 muestras de cada una de las tres variedades criollas que se sometieron a estudio las cuales son (R-198, estándar y trébol).

1.1 Análisis *t*-student de contenido de proteína para las variedades criollas Guatemaltecas (R-198, Estándar y trébol).

Tabla 4
Análisis de *t*- student para el cultivar R-198 en su estado natural y descortezado.

Cultivar R – 198	Valor Promedio \bar{x}	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}$	Diferencia Promedio $\partial \bar{x}_1 = \underline{S}$ $\sqrt{n-1}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	23.55	0.22	0.06	0.3	-1.90	1.791
Cultivar descortezada	24.12	1.09	0.29			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Tabla 5
Análisis de *t*- student para el cultivar Estándar en su estado natural y descortezado

Cultivar Estándar	Valor Promedio \bar{x}	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}$	Diferencia Promedio $\partial \bar{x}_1 = \underline{S}$ $\sqrt{n-1}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	22.37	0.17	0.05	0.17	-1.41	1.791
Cultivar descortezada	22.62	0.58	0.16			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Tabla 6
Análisis de t -student para el cultivar Trébol en su estado natural y descortezado

Cultivar Trébol	Valor Promedio x	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-x)^2}{N}$	Diferencia Promedio $\partial \bar{x}_1 = \underline{S}$ $\sqrt{n-1}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{Xa - Xb}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	23.06	0.23	0.06	0.33	-2.67	1.791
Cultivar descortezada	23.94	1.18	0.32			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

De la variedad R-198 es su estado natural se pudo extraer proteína con un valor estándar promedio 23.55 y descortezada 24.12, lo que demuestra una extracción de: 0.57 %

Como se muestra en la tabla 4, la evaluación estadística del cultivar criolla R-198 con el análisis de T.student nos indica que existe diferencia, hay mayor % de proteína en el ajonjolí descortezado.

La variedad estándar se obtuvo un valor promedio en su estado natural de proteína de 22.37 y ya descortezada de 22.62, encontrando una diferencia de 0.25 %

La evaluación estadística del cultivar criollo Estándar que se encuentra en la tabla 5, no existe diferencia estadística, la concentración de proteína es similar antes y después del descortezado en el cultivar criollo

La variedad Trébol se obtuvo un valor promedio de proteína en su estado natural de 23.06 y ya descortezada de 23.94%, con una diferencia de: 0.56 %

Como se muestran en la tabla 6, la evaluación estadística del cultivar criollo Trébol nos indica que existe diferencia, hay mayor % de proteína en el ajonjolí descortezado.

Los resultados de las tablas 4 y 6 existe un aumento del rendimiento de contenido de proteína para las variedades criollas R-198 y Trébol, lo que nos indica que a someter la semilla natural al proceso de descortezado (quitar la cascara), lavado

y secado de la semilla, sirvió como un tratamiento de acondicionamiento que facilita la extracción de la semilla para obtener proteína por medio de método Kjeldahl,

Al retirar la cáscara, queda la pepita y pared celular de la semilla, la cual contiene hemicelulosa y proteína permitiendo una mejor extracción. Cada variedad de semilla se destaca por características agronómicas, color y tamaño del grano, la semilla más pequeña es la variedad estándar ya que su tamaño es de 1 mm, las variedades R-198 y trébol miden entre 2 a 3 mm.

1.2 Resultados del método estadístico análisis de varianza para contenido de proteína.

TABLA 7

Resultado de Análisis de varianza para proteína de ajonjolí natural (R-198, Estándar y Trébol).

Fuente de Variación CV	Grados de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrado Medio	F calculado	F tabulado
Tratamientos	2	10.48	5.24	104.80	2.86
Error	42	2.04	0.05		
Total	44	12.52			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

TABLA 8

Resultado de la prueba de Análisis de Varianza para proteína de ajonjolí descortezado (R-198, Estándar y Trébol).

Fuente de Variación CV	Grados de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrado Medio	F calculado	F Tabulado
Tratamientos.	2	20.10	10.05	9.22	2.86
Error	42	45.95	1.09		
Total	44	66.05			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 7, indican que existe diferencia significativa en el contenido de proteína entre los tres cultivares de ajonjolí previo al descortezado.

Los resultados de la tabla 8, el análisis de varianza para el contenido de proteína de las variedades criollas descortezadas, nos indica que existe diferencia significativa entre los 3 cultivares de ajonjolí después del descortezado.

El método estadístico andeva nos indica que hay diferencia tanto los niveles de proteínas de las diferentes variedades criollas porcentualmente sean distintos, cada variedad criolla de semilla de ajonjolí se diferencia entre sí por tamaño, color y sabor de semilla, y concentración de su composición.

1.3 Resultados de contenido de aceite, método estadístico t-student.

Tabla 9
Análisis de t -student para el cultivar R-198 en su estado natural y descortezado.

Cultivar R- 198	Valor Promedio \bar{x}	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}$	Diferencia Promedio $\frac{\partial \bar{x}_1}{\partial n} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	55.4360	3.7290	0.9966	1.23	-6.7714	1.761
Cultivar descortezada	63.7493	2.6828	0.7170			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Tabla 10
Análisis de t - student para el cultivar Estándar en su estado natural y descortezado.

Cultivar Estándar	Valor Promedio \bar{x}	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}$	Diferencia Promedio $\frac{\partial \bar{x}_1}{\partial n} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	51.6387	3.26	0.8725	1.31	4.31	1.761
Cultivar descortezada	62.2173	3.6792	0.9833			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Tabla 11
Análisis de t- student para el cultivar Trébol en su estado natural y descortezado.

Cultivar Trébol	Valor Promedio \bar{x}	Valor estándar $S = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}$	Diferencia Promedio $\frac{\partial \bar{x}_1}{\partial n} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$	Error estándar de la diferencia $\partial dif = \sqrt{(\partial a)^2 + (\partial b)^2}$	T- calculada $t_c = \frac{X_a - X_b}{\partial dif}$	T- tabulada
Cultivar al natural	53.2933	2.5133	0.6717	0.7585	13.2428	1.761
Cultivar descortezada	63.3387	1.3186	0.3524			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Los resultados de la **tabla 9, 10 y 11** de los cultivares R-198, estándar y trébol indican que existe diferencia estadística en el contenido porcentual de aceite, la concentración de aceite aumento significativamente.

De la variedad R-198 es su estado natural el valor estándar promedio de contenido de aceite es de 55.43 % y descortezada 63.75 %, lo que demuestra una extracción de: 8.31 %.

La variedad estándar en su estado natural contiene de aceite 51.64 % ya descortezada se logro extraer 62.21 %, encontrando una extracción de: 10.57 %

La variedad Trébol se obtuvo un valor promedio de contenido de aceite en su estado natural de 53.29 % y descortezada se obtuvo 63.34%, con una extracción: 10.05 %

Al someter las semillas de ajonjolí a un tratamiento de pelado químico por medio de sosa cáustica a 50 % y agua caliente a 95 °C, lavado y secado implica el proceso de descortezado, sucede dos condiciones dentro de la semilla.

- Se retira la cáscara de la semilla la cual contiene (fibra alta concentración de lípido), dejando expuesta el germen (alta concentración de lípido) de la semilla que dentro de su célula, el aceite esta en las vacuólas (pepita) y generalmente emulsionada con agua debido a que en el interior de la vacuóla la membrana está constituido fundamentalmente por fosfolípidos y proteínas que le otorgan ciertas propiedades funcionales a la semilla de ajonjolí.
- Permite que las gotas microscópicas de aceite contenidas en toda la masa de la semilla se unan entre sí para originar gotas de mayor dimensión, las que a su vez salen más fácilmente de la masa del grano, cuando se le extrae el aceite de la semilla.

La diferencia de contenido de aceite entre las tres variedades criollas son porcentualmente representativas cada una, ya que cada variedad es diferente, lo cual lo podemos demostrar a través del siguiente método estadístico.

1.4 Resultados del método estadístico análisis de varianza, para contenido de aceite.

TABLA 12
Resultado de Análisis de varianza para contenido de aceite de ajonjolí natural (R-198, Estándar y Trébol).

Fuente de Variación CV	Grados de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamientos.	2	108.7434	54.3717	16.78	2.86
Error	42	142.6037	3.24		
Total	44	251.3471			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 12, indican que existe diferencia significativa en el contenido de aceite entre los tres cultivares criollos de ajonjolí previo al descortezado.

TABLA 13
Resultado de Análisis de varianza para contenido de aceite de ajonjolí descortezado (R-198, Estándar y Trébol).

Fuente de Variación CV	Grados de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamientos.	2	18.8653	9.43265	3.6	2.86
Error	42	115.2094	2.62		
Total	44	134.0747			

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 13, indican que existe diferencia significativa en el contenido de aceite entre los tres cultivares criollos de ajonjolí después del descortezado.

X CONCLUSIONES

1. Se rechazan las tres hipótesis planteadas al inicio de la investigación, pues pudo establecerse que existe diferencia estadística significativa en cuanto a contenido de proteína, contenido de aceite, tanto antes como después de descortezado.
2. A través de la estandarización de la metodología para determinar el contenido de aceite y proteína de las variedades criollas guatemaltecas (R-198, Estándar y trébol) cabe indicar que en el descortezado se obtiene porcentualmente un mayor rendimiento que en el ajonjolí natural.
3. Mediante el análisis químico se determinaron las concentraciones de aceite en estado natural, las cuales fueron 55.44% para el R-198, 51.64 % para el estándar y 53.29 % para el trébol. Realizando el proceso de descortezado (quitar cutícula o cascara) de estas semillas las concentraciones obtenidas para el ajonjolí descortezado fueron 63.75% para el R-198 62.22% para estándar y 63.34 % para trébol. Lo anterior evidencia una mejor extracción de contenido de aceite de 8.31% en R-198, 10.58 % en el estándar y 10.05 % en el trébol, lo cual es proceso de descortezado favorece a la industria aceitera con objetivo económico ya que se evidencia una mejor extracción de aceite de las semillas ya descortezadas.
4. El análisis químico permitió determinar que las concentraciones obtenidas de proteína en el ajonjolí natural fueron 23.55 en R-198, 22.37% en Estándar y 23.06 % en Trébol. Las concentraciones de proteína obtenidas en ajonjolí descortezado fueron 24.12 % en R-198, 22.62 % en Estándar y 23.94 % en Trébol. Lo anterior evidencia un incremento de proteína de 0.57 % en R-198, 0.25 % en Estándar y 0.56 % en Trébol. Por lo que el proceso de descortezado **si** funciona como un mecanismo de acondicionamiento previo al proceso de extracción favorable para la industria aceitera.

XI RECOMENDACIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteada y los resultados y conclusiones de la presente investigación se sugiere.

1. Comercializar ajonjolí descortezado de las variedades criollas guatemaltecas para la industria aceitera, para el mercado Japonés, por su alto valor de aceite y proteína.
2. Utilizar el proceso descortezado como mecanismo de acondicionamiento previo a extracción de aceite para la industria aceitera pues ayuda a la extracción del aceite y proteína de las semillas oleaginosas.
3. Enfatizar el uso del cultivar R-198 pues significativamente presentó mayor contenido de aceite y proteína, tanto en su estado natural como después de descortezado.
4. Desarrollar futuras investigaciones con otros cultivares de ajonjolí y por zonas de cosecha, con la finalidad de generar estudios de tecnología e industrialización que permitan siempre utilizar los mejores cultivares.

XII BIBLIOGRAFÍA

- 1 Costa Rica, MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Ajonjolí. (en línea). Consultado en feb. 2008. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_ajonjoli.pdf.
- 2 Guatemala. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola) 1982. El Cultivo de ajonjolí. (en línea). Consultado el 3 de en. 2008. Disponible en http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom /g_basicos/AJONJOLI.pdf
- 3 HIPERnatural. 2007. Ajonjolí. (en línea). es. Consultado el 4 de en. 2008. Disponible <http://www.hipernatural.com/es/pltajonjoli.html>
- 4 Honduras. CASFE. (Centro de Agronegocios) 2006. Perfil del mercado del ajonjolí. (en línea). Consultado 2 de feb. del 2008. Disponible <http://www.santafeagro.net/Boletines/boletin%20ajonjoli.pdf>
- 5 INIFAP-CIRNO Campo Experimental Valle del Fuerte. 2003. Ajonjolí. (en línea). Sinaloa, mx. Consultado 17 de feb. del 2008. Disponible en. http://www.fps.org.mx/imagenes/tecnologica/valle_fuerte/riego/pdf/ajonjoli.pdf.
- 6 Mazzani, E; Layrisse, A. 1998. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí Seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. (en línea). Consultado el 15 de en. 2008. Disponible http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4801/arti/mazzani_e.htm.

- 7 Nicaragua, IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 2006. Guía Práctica de Exportación del **Ajonjolí** a los Estados Unidos. (En línea). Consultado. 17 de feb. del 2008. Disponible en http://www.iica.int.ni/GuiasTecnicas/Cultivo_Ajonjoli.pdf
- 8 Revista de Comercio Internacional. 2005. Ajonjolí. (en línea) ni. Consultado el 10 de dic. 2007. Disponible <http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/externo/19.pdf>.
- 9 Robles, R. 1989. Producción de Oleaginosas y Textiles. 3 ed. México D.F. Limusa. Grupo Noriega. 332 p.

Vo.Bo. Licda. Ana Teresa Cap Yes de González
Encargada Biblioteca
CUNSUROC

XIII. ANEXOS

ANEXO 1

**TABLA DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE ACEITE EN AJONJOLÍ
NATURAL**

MUESTRA	R-198 (%)	STANDARD (%)	TREBOL (%)
01	53.46	51.1	54.75
02	53.28	51.51	54.15
03	53.38	51.11	52.38
04	54.58	52.25	52.92
05	57.73	50.94	53.39
06	56.9	52.07	53.28
07	58.41	49.35	52.92
08	57.93	51.52	47.91
09	53.48	50.26	53.76
10	53.78	47.32	54.76
11	53.56	53.36	54.38
12	54.72	55.36	54.25
13	55.67	53.29	53.78
14	58.36	52.93	53.49
15	56.3	52.21	53.28

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

ANEXO 2**TABLA DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE ACEITE EN AJONJOLÍ
DESCORTEZADO**

MUESTRA	R-198 (%)	STANDARD (%)	TREBOL (%)
01	65.21	63.83	63.72
02	64.68	58.64	64.45
03	64.63	59.81	64.58
04	62.88	62.58	62.54
05	64.2	63.83	63.41
06	62.5	58.64	64.13
07	63.52	60.5	60.34
08	63.6	60.98	63.56
09	65.47	62.47	63.87
10	65.42	63.13	64.22
11	61.15	63.67	63.76
12	60.28	64.31	61.59
13	62.97	64.1	62.48
14	63.1	63.79	62.93
15	66.63	62.98	64.5

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

ANEXO 3**TABLA DE RESULTADOS DE PROTEÍNA EN AJONJOLÍ NATURAL**

MUESTRA	R-198 (%)	STANDARD (%)	TREBOL (%)
01	23.83	22.03	23.15
02	23.82	22.51	23.3943
03	23.98	22.62	22.83
04	23.59	22.64	22.89
05	23.55	22.55	22.74
06	23.35	22.1	22.77
07	23.46	22.47	22.83
08	23.21	22.35	22.76
09	23.37	22.39	22.92
10	23.62	22.41	23.1
11	23.41	22.3	23.18
12	23.38	22.19	23.25
13	23.83	22.29	23.34
14	23.59	22.32	23.33
15	23.31	22.47	23.4

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

ANEXO 4**TABLA DE RESULTADOS DE PROTEÍNA EN AJONJOLÍ DESCORTEZADO.**

MUESTRA	R-198 (%)	STANDARD (%)	TREBOL (%)
01	25.16	21.96	25.038
02	21.56	23.44	25.041
03	21.8	21.98	25
04	24.32	21.85	24.25
05	25	22.33	24.32
06	24.78	22.5	24.76
07	24.52	22.55	24
08	24.38	22.78	22.52
09	22.36	22.59	22.32
10	24.78	22.63	24.67
11	24.59	22.68	21.75
12	23.33	22.71	21.68
13	24.98	22.58	24.78
14	25.18	23.4	24.59
15	25.1	23.35	24.37

Fuente: Elaborado por la autora, 2011.

AJONJOLI

Aspectos productivos

Area, producción y rendimiento

Año agrícola 1/	Area cosechada (Hectáreas)	Producción (Toneladas Métricas)	Rendimiento (Toneladas/ Hectárea)
2002/03	50,400.00	42,247.60	0.84
2003/04	50,400.00	41,689.93	0.83
2004/05	52,500.00	43,851.42	0.84
2005/06 p/	52,500.00	38,589.25	0.74
2006/07 e/	51,450.00	37,817.46	0.74

p/ Cifras preliminares. e/ Cifras estimadas.

1/ De octubre de un año a septiembre del siguiente

FUENTE: Banco de Guatemala.

Costo de producción: Q. 4,552.00/ha.

Principales departamentos productores:

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario, el 98.2% del área sembrada a nivel nacional se encuentra concentrada en 6 departamentos: Retalhuleu (61.9%), Suchitepéquez (25.4%), Quetzaltenango (4.8%), Escuintla (2.2%), Petén (2.0%) y Santa Rosa (1.9%).

Aspectos económicos

4

Aporte al PIB agrícola año 2004 (%) : 0.4

Empleo directo en campo (jornales/año 2004): 2,543,938

Equivalente empleos permanentes: 9,085

Comercio exterior

El ajonjolí (partidas arancelarias 1207.40.10 y 1207.40.20 del SAC), tiene el 0% de derechos arancelarios a la importación, sobre el valor CIF.

Comercio exterior, período 2001/2007

Año	Importación		Exportación	
	TM	US\$	TM	US\$
2001	3,299.63	2,226,345.00	19,143.51	18,357,683.00
2002	2,035.05	761,412.00	25,857.18	20,380,840.00
2003	8,107.89	6,838,509.00	26,207.05	22,627,945.00
2004	11,051.56	9,891,512.00	22,245.11	22,890,621.00
2005	13,962.80	8,093,074.00	28,295.30	26,917,352.00
2006	11,313.00	6,872,635.00	22,306.70	24,257,148.00
2007 *	3,950.12	2,543,717.00	16,068.61	16,655,305.00
Totales	53,720.05	37,227,204.00	160,123.47	152,086,894.00

NOTA: * Datos a junio de 2007

FUENTE: BANGUAT

Aspectos de mercado

Precios promedio de ajonjolí sin descortezar de segunda (quetzales/quintal), pagados al mayorista en el mercado "LA TERMINAL"

Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio anual
2002	---	--	--	166.67	200.00	231.25	200.00	212.50	250.00	233.33	200.00	183.33	208.56
2003	SO	266.67	250.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	292.42
2004	300.00	325.00	350.00	450.00	525.00	600.00	420.00	437.50	550.00	650.00	700.00	575.00	490.21
2005	387.50	300.00	300.00	300.00	300.00	380.00	450.00	400.00	375.00	350.00	370.00	400.00	359.38
2006	375.00	350.00	410.00	408.33	433.33	425.00	475.00	500.00	500.00	425.00	267.50	283.33	404.37
2007	300.00	300.00	312.50	400.00	440.00	418.75	400.00	437.50					376.09
Promedio	340.63	318.75	324.50	337.50	366.39	392.50	374.17	381.25	395.00	391.67	367.50	348.33	-

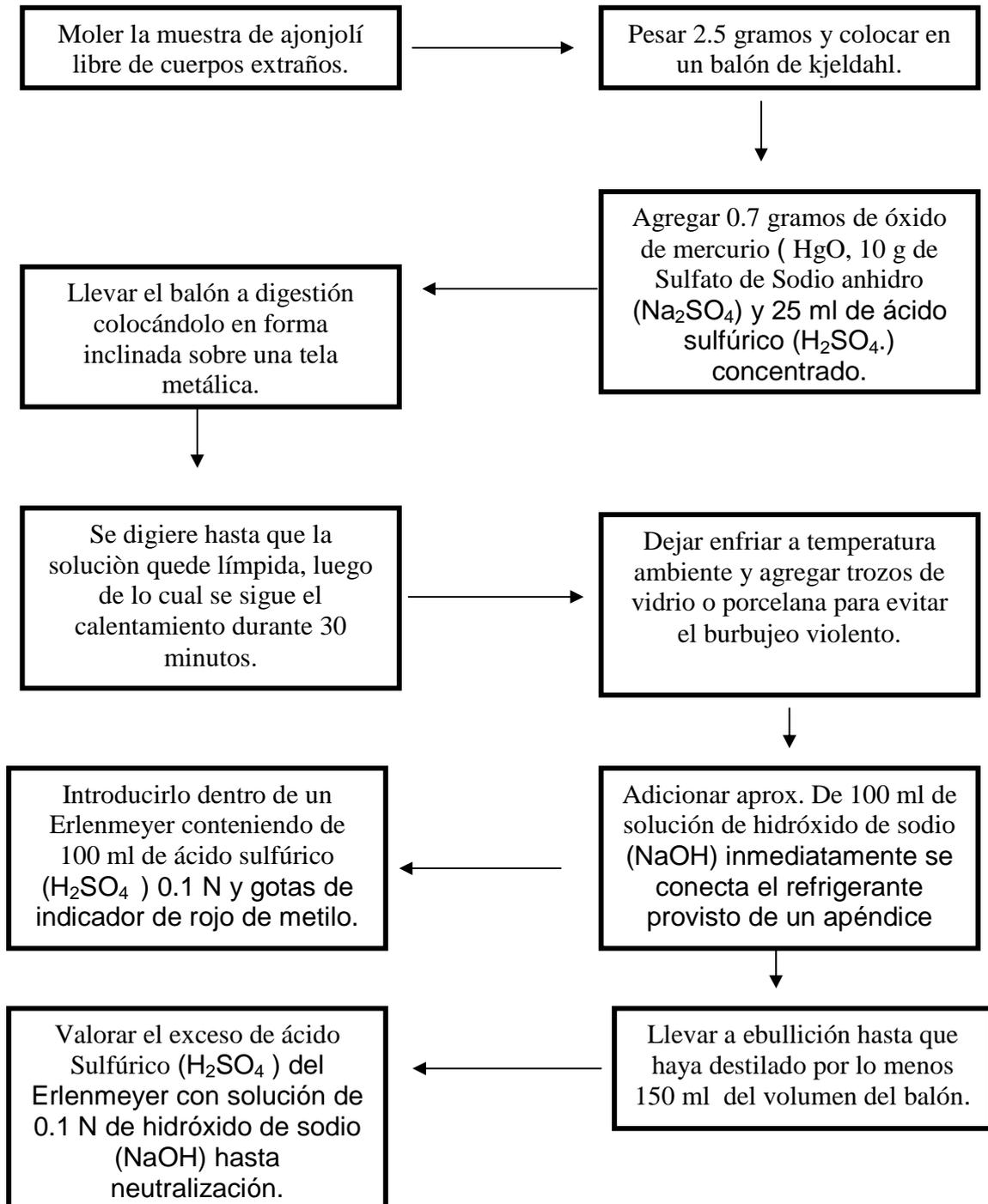
NOTA: SO/Sin oferta Comentario general del comportamiento de los precios del ajonjolí sin descortezar en el mercado "LA TERMINAL"

De acuerdo con el comportamiento estacional de la producción nacional, la época de mayor oferta y precios más bajos corresponde a los meses de noviembre a enero, sin embargo, los precios pueden mostrar alguna variación debido a que dependen en buena parte del mercado internacional, pues en el mercado local, los volúmenes que se comercializan son relativamente pequeños.

FUENTE: Sistema de Información de Mercados, UPIEMAGA

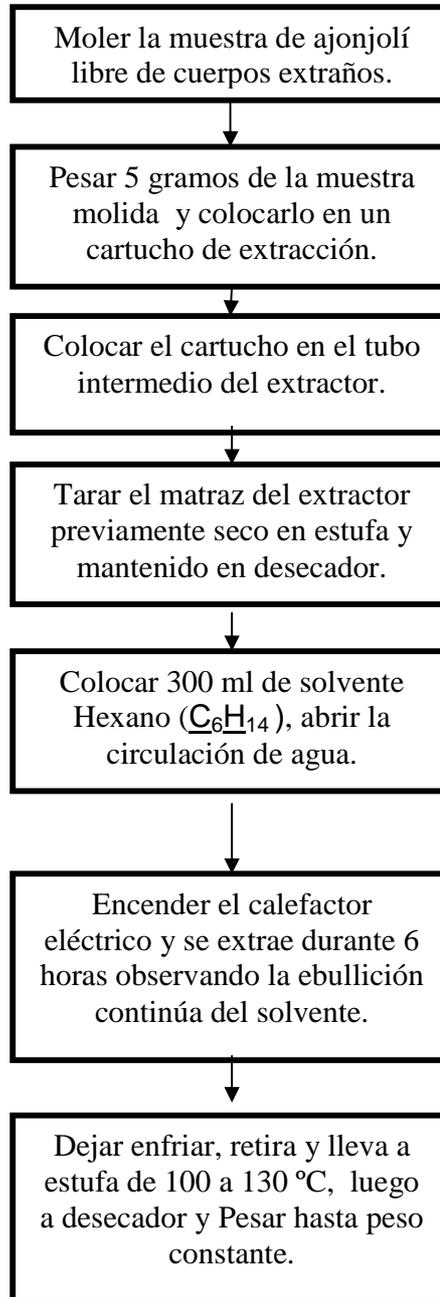
ANEXO 6

DIAGRAMA SOBRE LA TÉCNICA OPERATIVA DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.

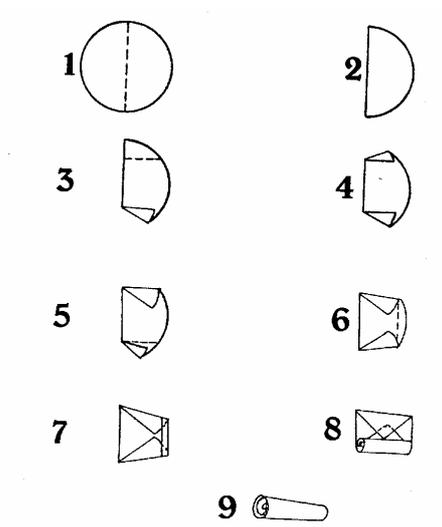


ANEXO 7

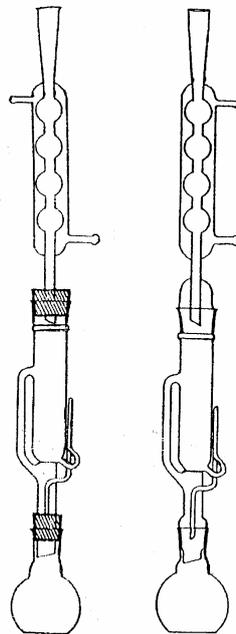
DIAGRAMA SOBRE LA TÉCNICA OPERATIVA DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA GRASA EN SEMILLAS DE AJONJOLÍ.



ANEXO 8
PLEGADO DEL PAPEL DE FILTRO PARA FABRICAR EL CARTUCHO DEL
EXTRACTOR



EXTRACTOR SOHXLET



XIV. GLOSARIO

- 1. ÁCIDOS GRASOS:** Los ácidos grasos se encuentra presente en todas las grasas y aceites, son factores que producen en el lípido estabilidad, plasticidad, estado físico, patrón de cristalización, temperatura de solidificación, etc. Se divide en ácidos grasos saturados e insaturados.
- 2. ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS:** Estos ácidos grasos están propensos a transformaciones oxidativas y de isomerización, son abundantes en aceites vegetales y marinos, su temperatura de fusión disminuye con el aumento de las dobles ligaduras.
- 3. ÁCIDOS GRASOS LIBRES:** Son productos de la acción de enzimas lipolíticas llamadas lipasas, y en condiciones de temperatura, tiempo y forma de extracción, se liberan estos ácidos grasos de los triglicéridos y de los fosfolípidos.
- 4. ÁCIDOS GRASOS SATURADOS:** Grupo de compuestos que está constituido principalmente por ácidos de cuatro a veinticuatro átomos de carbono, son más estables a los diversos mecanismos oxidativos de deterioro que los insaturados y están ligados a la salud humana ya que un consumo excesivo produce arteriosclerosis, deben representar como máximo el 10% de las calorías de la dieta.
- 5. AJONJOLÍ DESCORTEZADO:** Grano que ha sido sometido a un proceso de descortezado mediante procesos físicos y químicos. Es un proceso físico cuando no se emplea ningún compuesto que favorezca el descortezado, mientras que en el químico se utiliza hidróxido de sodio para ello. También puede descortezarse por un complejo enzimático, sin embargo el tiempo se prolonga más que el químico.
- 6. AJONJOLÍ NATURAL:** Grano que ha sido sometido al proceso de limpieza y tamizaje. Producto que puede ser vendido o utilizado para el proceso de descortezado.

7. **ASBESTO:** También llamado amianto, es un grupo de minerales metamórficos fibrosos. Están compuestos de silicatos de cadena doble.

8. **CITOGÉNÉTICA:** Es el estudio, dentro del campo de la genética, de los cromosomas, su estructura y su herencia.

9. **CULTIVAR:** La palabra **cultivar** está basada en una combinación de las palabras "cultivada" y "variedad", y en la literatura más antigua puede verse como "variedades", uso que hoy en día está desaconsejado y no debe confundirse con la definición actual de variedad. "Cultivar" es el término que se reserva para aquellas poblaciones de plantas cultivadas que son genéticamente homogéneas y comparten características de relevancia agrícola que permiten distinguir claramente a la población de las demás poblaciones de la especie y traspasan estas características de generación en generación, de forma sexual o asexual.

10. **DEHISCENTE:** adj. Bot. (Fruto) cuyo pericarpio se abre naturalmente para que salga la semilla.

11. **GERMOPLASMA:** Material hereditario que se transmite a la descendencia por medio de los gametos. Material genético (especialmente su constitución molecular y química específica) que constituye la base física de las cualidades heredadas de un organismo.

10. **GRAVIMETRÍA:** Técnica analítica clásica que se basa en la precipitación de un compuesto de composición química conocida tal que su peso permita calcular mediante relaciones, generalmente estequiométricas, la cantidad original de analito en una muestra.

12. **MUCÍLAGO:** Sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. Solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad. Los mucílagos son análogos por su composición y sus

propiedades a las gomas, dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudodisolución gelatinosa.

13. NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL: Un indicador utilizado en ingeniería ambiental. Refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.) y el ión amonio NH_4^+ . También se utiliza para determinar proteínas en alimentos.

14. PROTEÍNAS: Son moléculas de enorme tamaño; pertenecen a la categoría de macromoléculas, constituidas por gran número de unidades estructurales. Entre otros términos, se trata de polímeros. Debido a su gran tamaño, cuando estas moléculas se dispersan en un solvente adecuado, forman obligatoriamente soluciones coloidales, con características que las distinguen de las soluciones de moléculas más pequeñas. Todas las proteínas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y casi todas poseen también azufre. Si bien hay ligeras variaciones en diferentes proteínas, el contenido de nitrógeno representa, término medio, 16% de la masa total de la molécula; es decir, cada 6,25g de proteínas contienen 1 g de nitrógeno (N). El factor 6,25 se utiliza para estimar la cantidad de proteína existente en una muestra a partir de la medición de nitrógeno (N) de la misma.

15. SESAMINA: Conocido también como sesamolina, es un compuesto exclusivo del grano de ajonjolí, por su fácil detección no permite que el aceite extraído de este grano sea mezclado en otros tipos de aceite.

16. SESAMOL: Compuesto del aceite de ajonjolí que permite un mayor tiempo de anaquel, ya que retarda la autoxidación.

17. VOLUMETRÍA: Es el proceso de medición de la capacidad de combinación de una sustancia, por medio de la medición cuantitativa del volumen necesario para reaccionar estequiométricamente con otra sustancia.