

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**



**ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL Y DETERMINACION DE MINERALES EN AJONJOLI  
(*Sesamun indicum*), CULTIVADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL Y DE PRÁCTICAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Presentado por:

**Br. LUCIO ANTONIO MEJIA RODRIGUEZ**

Requisito para optar al título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

Asesora:

**ING. AGR. MSc. FLOR DE MARIA LOPEZ HERNANDEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, EL SALVADOR AGOSTO, 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector:

**LIC. MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

Secretario general:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

Decano:

**DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

Secretario:

**ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA**

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

**LIC. Msc. EMERSON GUSTAVO MARTINEZ HERNANDEZ**

Asesora:

**ING. AGR. MSc. FLOR DE MARÍA LÓPEZ HÉRNANDEZ**

Tribunal calificador

**LIC. MSc. FREDDY ALEXANDER CARRANZA ESTRADA**

**LICDA. MSc. BLANCA LORENA BONILLA DE TORRES**

**LIC. MVZ. RUDY ANTHONY RAMOS SOSA**

Coordinador de procesos de graduación:

**ING. AGR. MSc. MILTON FLORES TENSOS**

# Índice

1. Introducción .....	8
2. Objetivos .....	9
2.1. Objetivo General .....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. Marco teórico .....	10
3.1. Análisis nutricional de los alimentos .....	10
3.2. Componentes nutricionales .....	10
3.3. Cultivo de ajonjolí .....	13
4. Metodología .....	21
4.1. Metodología de campo .....	21
4.2. Metodología de laboratorio .....	23
4.2.2. Determinación de humedad parcial .....	23
4.2.3. Determinación de Humedad Total .....	23
4.2.4. La materia seca .....	23
4.2.5. Determinación de cenizas .....	24
4.2.6. Determinación de proteína cruda en alimento.....	24
4.2.6. Determinación de extracto etéreo .....	25
4.2.7. Determinación de Fibra Cruda .....	25
4.2.8. Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno .....	25
5. Determinación de minerales .....	25
5.1. Determinación de fósforo .....	27
6. Etiquetado .....	27
7. Resultados y discusión .....	28
7.1. Análisis bromatológico proximal .....	28
7.1.1. Humedad .....	29
7.1.2. Materia seca .....	29
7.1.3. Cenizas .....	29
7.1.4. Proteína cruda .....	30
7.1.5. Extracto Etéreo .....	30

7.1.6. Fibra cruda.....	30
7.1.7. Carbohidratos.....	30
8. Análisis de minerales .....	30
9. Etiqueta nutricional.....	33
10.Conclusiones.....	35
12.Bibliografías.....	37
13.Anexos .....	44

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de ajonjolí ( <i>Sésamun Indicum</i> ).....	15
Cuadro 2. Contenido nutricional del ajonjolí.....	19
Cuadro 3. Resumen de parámetro de lectura de minerales en AA-Llama (Fe, Na, K, Zn, Ca, Mg).....	26
Cuadro 4. Análisis proximal.....	28
Cuadro 5. Análisis de minerales.....	31
Cuadro 6. Comparación de minerales.....	33
Cuadro 7. Etiqueta nutricional .....	34

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de EEPP .....	21
Figura 2. Muestreo de ajonjolí.....	22
Figura 3. Pesada de muestra.....	22
Figura 4. Identificación de muestra .....	22
Figura 5. Semilla de ajonjolí. ....	22
Figura 6. Comparación del análisis bromatológico con INCAP. ....	29

## Resumen

Esta investigación se basó en la determinación de componentes químicos y nutricionales de la semilla de ajonjolí de la variedad Estación UES. Semilla cultivada en el municipio de San Luis Talpa, Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (UES).

Se realizó la determinación de análisis bromatológico y minerales, para lo cual se recolectaron tres muestras las cuales fueron identificadas con las letras A, B y C, respectivamente. Se llevaron y se analizaron en el laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UES. Se determinó humedad parcial, humedad total, cenizas, extracto etéreo, proteínas, fibra cruda y carbohidratos. Los resultados promedios fueron: humedad parcial 4.15 %, humedad total 4.97 %, materia seca 94.76 %, ceniza 4.58 %, proteínas 25.70 %, extracto etéreo 36.84 %, fibra cruda 24.08 %, carbohidratos 11.45 %. De la comparación de INCAP 2012 el valor de proteína cruda es superior al reportado por INCAP. Los valores inferiores son fibra cruda, carbohidratos y extracto etéreo a los promedios reportados por INCAP (2012).

En la determinación de minerales se obtuvieron los siguientes promedios; 226.14 mg/100g de calcio, 62.34 mg/100g de magnesio, 6.62 mg/100g de hierro, 1.54 mg/100g de Zinc, 2.76 mg/100g de sodio, 459.17 mg/100g de potasio, 539.52 mg/100g de fósforo, los valores fueron comparados con la tabla del INCAP 2012. De la comparación de INCAP 2012 los valores similares son potasio y fósforo. Los valores más bajos son Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc.

Los resultados en esta investigación demostraron que la semilla de ajonjolí variedad Estación UES, por presentar altos niveles nutricionales y minerales, es apta para consumo humano y animal y para ser comercializada en el mercado local y nacional, con la ventaja de ser un cultivar que se adapta a condiciones de clima seco y altas temperaturas.

## 1. Introducción

El análisis bromatológico proximal se usa para conocer los componentes químicos de las tres muestras de la semilla de ajonjolí descortezada, se tabularon y analizaron cada uno de los promedios obtenidos interpretando cada uno de los resultados. Este consiste en la determinación de cenizas, fibra cruda, proteínas, humedad, grasa y carbohidratos. Para poder realizar este análisis es necesario tener conocimientos de química orgánica, analítica y fisicoquímica. En el caso del ajonjolí, es muy poca la información generada sobre su contenido bromatológico o nutricional, siendo necesario realizar este tipo de análisis para caracterizar los componentes nutricionales que estas variedades poseen. Adicionalmente, es importante conocer otros parámetros para complementar sus aportes, algunos de los minerales que se pueden determinar son calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio, zinc y sodio.

El estudio de este cultivo no está completamente desarrollado en El Salvador, por lo que la variedad más usada y documentada es la variedad criolla. El uso principal de la semilla de ajonjolí es en la panadería y repostería; otro uso importante es en la elaboración de aceites. Actualmente, existen iniciativas para desarrollar este cultivo.

La investigación inició en el municipio de San Luis Talpa en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, donde se recolectó la semilla de ajonjolí de la variedad Estación UES. Las muestras fueron recolectadas en bolsas especiales de polipropileno, y fueron trasladadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES; para sus respectivos análisis, en la cual se realizaron las siguientes determinaciones: humedad parcial, humedad total, materia seca, cenizas, extracto etéreo, proteínas, carbohidratos y minerales: calcio, magnesio, hierro, zinc, sodio, potasio y fósforo.

Los datos obtenidos en esta investigación demostraron que la semilla de ajonjolí variedad Estación UES, por presentar altos niveles nutricionales y minerales, es apta para consumo humano y animal y para ser comercializada en el mercado local y nacional.



## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Realizar el análisis bromatológico para conocer la composición nutricional y mineral del ajonjolí (*Sesamum indicum*), cultivado en la estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador.

### 2. 2. Objetivos específicos

✓ Cuantificar los parámetros del análisis bromatológico proximal: humedad, materia seca, ceniza, proteína, grasa, fibra cruda y carbohidratos en muestras de ajonjolí (*Sesamun indicum*) variedad Estación UES provenientes de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

✓ Medir el contenido de minerales: calcio, sodio, fósforo potasio, zinc, hierro y magnesio en muestras de ajonjolí (*Sesamun indicum*) variedad Estación UES provenientes de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

✓ Comparar los resultados de la muestra de ajonjolí (*Sesamum indicum*) con los valores del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP año 2012).

## 3. Marco teórico

### 3.1. Análisis nutricional de los alimentos

La bromatología se puede definir como la ciencia que se centra en el estudio de los alimentos desde todos los puntos de vista posibles, teniendo en cuenta todos los factores involucrados, tanto en la producción de las materias primas, como en su manipulación, elaboración, conservación, distribución, comercialización y consumo (Bello 2000). Los alimentos son evaluados con base en su producción energética y contenido proteico; los nutrientes esenciales incluyen agua, energía, minerales, vitaminas y aminoácidos. La semilla de ajonjolí se encuentra clasificada como cereales, granos y tubérculos (Hernández 2017).

### 3.2. Componentes nutricionales

**3.2.1. Análisis proximal de los alimentos.** El análisis químico proximal fue creado a mediados del siglo XIX en Weende, Alemania; y es un sistema diseñado para obtener una clasificación amplia de los componentes de los alimentos. El análisis sensorial se define como la disciplina científica que evalúa los alimentos por medio de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Belloso 2017).

El Análisis bromatológico consiste en la determinación del porcentaje de fibra, proteínas, humedad, grasa y carbohidratos que posee la muestra de interés (Marrugo *et al.* 2012). Cuando el análisis bromatológico es completo se pueden determinar ceniza, calorías, colesterol, energía, fibra y ácidos grasos mono saturados, poliinsaturados, isómeros trans (Rubio 2004). Se puede realizar en diferentes alimentos y varía según la muestra. En la ganadería es usada para la determinación de la calidad de la leche, e incluye la medición de parámetros como la acidez, grasa, sólidos totales y sólidos no grasos, proteína y caseína (Herrera 2008). El análisis bromatológico se puede realizar en semillas de especies de importancia como: *Delonix Regia*, *Tecoma stams*, *Hymenaea courbaril*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Sesamum indicum* (Rodríguez 1991).

El análisis proximal es un análisis preliminar en el cual no se pretende determinar en detalle la complicada composición de los alimentos, básicamente se refiere a unas pocas determinaciones convencionales las cuales sirven para calificar su valor como una primera aproximación, desde el punto de vista nutricional (Mamani 2017). Se fundamenta en cuantificar la materia seca, cenizas, grasas, fibra, proteína, el calcio y el fósforo de los alimentos, forrajes o plantas que sean usadas para elaborar alimentos (Pulgarin 2010).

El método consiste en deshidratar la muestra de interés; luego ésta se pulveriza en un molino. Este análisis debe realizarse en un laboratorio con el equipo adecuado. El mal manejo de la muestra puede generar errores al momento del análisis, mientras que el resultado obtenido se puede expresar en una matriz de datos en el cual se detallan todos los componentes (Rodríguez 1991). Para realizarse se debe tener conocimiento sobre la determinación de materia seca y humedad, de proteína cruda, de cenizas totales, de extracto etéreo, de fibra cruda, de elementos libres de nitrógeno, de nutrientes digestibles, de energía bruta y de energía digestible (UV 2017).

**3.2.2. Humedad.** El contenido de humedad de un alimento es el agua total que contiene. El agua no solo contribuye a las propiedades físicas y de textura de un alimento o planta, sino que a través de sus interacciones con los diferentes componentes determina el tipo de reacciones que se pueda producir en él (Pulgarin 2010).

**3.2.3. Ceniza.** La ceniza de un alimento representa su residuo inorgánico, después de que la porción orgánica y otras sustancias volátiles han sido oxidadas y evaporadas. La ceniza frecuentemente puede servir como medida de la adulteración de los alimentos. Por ejemplo: Un nivel superior de cenizas puede representar la adición de adulterantes, teniendo así un nivel más alto de sustancias inorgánicas que el nivel normal en los alimentos. Por el contrario, un nivel bajo de cenizas puede indicar dilución del alimento con material de bajo nivel inorgánico. Cuando sustancias orgánicas o inorgánicas son descompuestas o sometidas a altas temperaturas (500-600 °C) el residuo remanente es la ceniza. Este residuo consiste en óxido y sales que contienen

aniones como fosfatos, cloruros, sulfatos y además tiene cationes como sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso (González 2004).

**3.2.4. Proteína.** Las proteínas son compuestos orgánicos constituidos por polímeros de aminoácidos ( $\geq 100$  aminoácidos) unidos por enlaces peptídicos. Su determinación se realiza mediante el método de Kjeldahl, en el cual se estima la cantidad de nitrógeno mediante un proceso de digestión de la muestra y se multiplican los resultados por un factor (Corona y Garduño 2016). Este método sigue siendo la técnica para reducir el nitrógeno orgánico hasta amoniaco, el cual debe ser alcalinizado, destilado y finalmente titulado, obteniendo el porcentaje de nitrógeno (Ortiz 2006).

Las fuentes de nitrógeno no son únicamente las proteínas del sistema, estas pueden derivarse también de péptidos, aminoácidos libres y compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica, determinando así nitrógeno total y así calcular el porcentaje de proteína calificándolo como “cruda”. El sistema proximal, en el que se determinan las «proteínas» como el nitrógeno total multiplicado por un factor específico, es el predominante en los estudios sobre la composición de alimentos; la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno, nitrógeno total se mide utilizando el método Kjeldahl (Mera 2015).

**3.2.5. Extracto Etéreo.** La determinación del extracto etéreo es un procedimiento que requiere que las muestras molidas se sometan a extracción con éter dietílico por un periodo de cuatro horas o más. Las sustancias solubles en éter incluyen una gran variedad de compuestos orgánicos, de los cuales solamente algunos tienen valor nutritivo. Los que tienen importancia cuántica incluyen las grasas verdaderas y los ésteres de los ácidos grasos, algunos lípidos compuestos y las vitaminas o provitaminas liposolubles, como los carotenoides (Pavón 2012).

**3.2.6. Fibra.** La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas; también se incluye entre estos compuestos la lignina, aun cuando no es un hidrato de carbono,

sino más bien una cadena de compuestos fenólicos como la vainillina, el aldehído siríngico y los alcoholes coniferílico, sinapílico y cumarílico (Bonilla 2017).

**3.2.7. Carbohidratos.** Los carbohidratos son los componentes más abundantes y ampliamente distribuidos en la naturaleza. Son un grupo muy heterogéneo con respecto a estructuras y propiedades físicas. Los carbohidratos juegan un papel importante en la nutrición humana como reserva de energía. En la naturaleza, estos compuestos juegan un papel pequeño como almacenes de energía debido a su excelente solubilidad en agua, que resulta su incapacidad para enriquecer su concentración en las plantas (UAN 2017).

**3.2.8. Minerales.** Los minerales son elementos químicos simples cuya presencia e intervención es imprescindible para la actividad y salud de las células. Los minerales están divididos en tres grupos de acuerdo a su concentración: Los macroelementos: calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio. microelementos: zinc, flúor, hierro y yodo. Los oligoelementos o elementos trazas: Se encuentran en cantidades en el orden de partes por millón (Banderas 2012).

La técnica usual es convertir la muestra en cenizas a altas temperaturas y luego analizarla químicamente. Muchos de los elementos, como el nitrógeno, azufre y cloro, forman compuestos volátiles, a menudo orgánicos y se pierden parcialmente. Los elementos determinados a través de la ceniza son: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, sílice, aluminio, cloro, y manganeso, el rango que se encuentran estos minerales es de 0.6 % para el manganeso y 25 % para el nitrógeno (Bidwell 1979).

### **3.3. Cultivo de ajonjolí**

**3.3.1. Generalidades del cultivo de ajonjolí.** El cultivo de ajonjolí es muy antiguo, su origen inicialmente es en Etiopia, con el descubrimiento de América el *Sesamum indicum* llegó al continente americano probablemente en el siglo XVI, introducidos a Brasil por los navegantes portugueses (Velásquez 1982).

**3.3.2. Importancia económica.** El cultivo de ajonjolí tiene mucha importancia por su alto contenido de aceite en la semilla (50 a 55 % de su peso total); a su vez, es rico en un antioxidante natural y en proteína (25 %). El ajonjolí es una alternativa para la seguridad alimentaria por su facilidad en la preparación para el consumo. Además de poseer propiedades alimenticias y curativas, la semilla de ajonjolí es empleada para la alimentación de ganado vacuno, también entre las diferentes formas de preparación se encuentran: el refresco, leche, panes, guisos molidos y otros (Colque 2006).

El ajonjolí es un cultivo que requiere de costos económicos, que son los siguientes; mano de obra, insumos, en la fase de desarrollo vegetativo del cultivo, cosecha, estos costos varían según el área del terreno y la densidad de plantas (MAG 2011). Las exportaciones de semilla de ajonjolí de El Salvador rondan en un rango de 6.94 hasta las 117 toneladas. En el caso de las importaciones no se tienen datos certeros de las cantidades que se importan de ajonjolí, el principal mercado del ajonjolí es el mercado de San Salvador, los precios del quintal rondan de 60 a 105 dólares según la región donde se compre en El Salvador (BCR 2021).

**3.3.3. Descripción botánica.** Es una planta anual, herbácea, erecta, que mide entre 0.60 y dos metros de altura en su estado adulto. Tiene una raíz principal con raíces secundarias y terciarias. El tallo recto es cuadrangular en la parte superior y cilíndrico en la parte basal. Hojas con largos peciolos, diversamente, las de la parte basal son generalmente lobuladas y lanceoladas las de la parte apical. Alcanza la madurez fisiológica entre los 70 y 150 días después de la siembra. Las flores son gamopétalas de forma acampanada o de trompeta y miden de dos a cuatro centímetros, en número de uno a tres por axila foliar, blancas, rosadas o moradas; sésiles o cortamente pediceladas (Pineda 2009).

Los frutos están formados por cápsulas o vainas de dehiscencia loculicida, bi, tri, o tetralocular y su forma es ligeramente elíptica. Cada lóculo está dividido por una pared, formando así dos celdas paralelas que contienen de 15 a 20 óvulos cada una, de tal manera que una cápsula bilocular (cuatro celdas) tiene de 70 a 80 semillas. La envoltura de las semillas varía de color entre

las variedades, puede ir desde el blanco puro hasta el negro. Son frutos pequeños, de dos a cuatro milímetros de longitud y hasta dos milímetros de ancho, achatada; mil semillas pesan alrededor de tres gramos (Pineda 2009).

Las semillas tienen la testa dura, la célula alargada en sentido radial; la mayoría de ellas tiene en su lado externo un cuerpo cristalino muy grande y numerosas gotas de aceite. Debajo de la testa quedan los restos de nucela, muy aplanados, que se forman de células comprimidas. La estructura siguiente es la capa de aleurona o endospermo, constituida por tres a cinco estratos de células: las más externas, que dan a la nucela, tienen paredes muy gruesas; todas estas células son muy ricas en gotas de aceite. Finalmente están los cotiledones que ocupan la mayor parte de las semillas; las células externas de los cotiledones son anchas y más internas delgadas y largas (León 1987). La clasificación taxonómica del ajonjolí se presenta en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de ajonjolí (*Sesamun Indicum*)**

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
División	Fanerógamas
Sub-división	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Sub-clase	Arquiclamídeas
Familia	Pedaliácea
Género	<b><i>Sesamum</i></b>
Especie	<b><i>indicum orientale</i></b>
Nombre común	Ajonjolí, sésamum, alegría

Fuente: Tomado de Dionicio 2008

**3.3.4. Manejo Agronómico.** El ajonjolí es una planta de día corto y sensible al fotoperiodo, la planta presenta estrés a altas temperaturas y excesos de humedad, el rendimiento no es estable y varía ampliamente, según sean las labores de labranza, la suplencia de agua, la fertilización y el control de malezas, control de insectos plaga y control de microorganismos patógenos. En el momento de realizar una siembra se debe tener en cuenta el espacio requerido; ya que, de este depende que el cultivo pueda absorber agua y los nutrientes del suelo (Sánchez 2018).

✓ **Clima:** El ajonjolí requiere una temperatura alta y constante; el óptimo para el crecimiento, floración y maduración es de 26° - 30 °C. El mínimo de temperatura de germinación se encuentra en 12 °C; temperaturas por debajo de 18 °C influyen negativamente en la germinación (Rosillo 2019). Una vez establecido el cultivo puede tolerar sequía; ya que su sistema radicular es muy extensivo y requiere de periodos secos para su maduración. Aunque esta planta es tradicionalmente considerada en los sistemas de granos oleaginosos, resistente a la sequía, no cabe duda de que esta situación afecta los rendimientos. Se ha demostrado que los rendimientos del ajonjolí aumentan a medida que la precipitación total aumenta hasta alcanzar los 600 mm, más allá de los cuales se observa una disminución de los mismos (SAGARPA *et al.* 2013).

✓ **Suelos:** El ajonjolí se adapta a una gran variedad de tipos de suelos, lo ideal son suelos con buen drenaje, de textura areno-arcillosa, fértiles, y con un pH entre 5.4 y 6.7. Es muy susceptible al exceso de humedad, debe construirse canales de drenaje para eliminar todo exceso de agua (Rosillo 2019).

✓ **Fertilización:** Para la obtención de altos rendimientos del cultivo se deben de tomar en cuenta dos factores importantes; la utilización de variedades con alto potencial productivo y fertilización adecuada que responda a las necesidades del cultivo y a los requerimientos nutricionales del suelo. Las posibilidades de fertilización más importantes en la producción ecológica del ajonjolí son la utilización de abono verde, siembra de leguminosas dentro de la rotación de cultivos y la aplicación de abonos orgánicos y compost (Reyes y Rojas 2010).



✓ **Control de plagas y enfermedades:** Cuando la siembra se realiza después de un período seco se evitan la mayoría de problemas que causan los insectos; también existen otras prácticas que deben aplicarse: sembrar variedades resistentes a plagas, eliminar todos los residuos del cultivo inmediatamente después de la cosecha. Las lluvias frecuentes y la humedad relativa alta favorecen el desarrollo de enfermedades (Santizo 2017). Las plagas que afectan al cultivo son insectos fitófagos, representadas en tres órdenes Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. Plantas invasoras se agrupan en 5 órdenes Cyperales, Malvales, Commelinales, Caryophyllales y Euphorbiales (Almeida 2015).

✓ **Cosecha:** se hace en dos fases: el corte de la planta y el sacudido de las cápsulas para la obtención de la semilla. Para la primera fase, los criterios empíricos que toman en cuenta los productores pueden ser: cuando la planta de ajonjolí comienza a amarillar, cuando en la planta se inicia la caída de las hojas, quedando los tallos solamente con las cápsulas; cuando las cápsulas no se hayan abierto aunque todavía la planta esté algo verde, pero la semilla bien formada; lo anterior debido a que no todas las variedades maduran al mismo tiempo y tampoco llegan a su madurez con las mismas características (Cruz 2003). El ajonjolí se debe almacenar en espacios protegidos del sol, a temperaturas bajas (menos de 18 °C) y baja humedad ambiental. Si el porcentaje de humedad es mayor puede haber presencia de patógenos (hongos) que causan el deterioro del grano. Bajo condiciones óptimas puede almacenarse hasta un año. Se recomienda el uso de sacos de polipropileno, con capacidad de 160 a 180 lb, secos y limpios. Se debe colocar sobre polines de madera en un lugar techado, separando los bultos del piso y paredes, bien ventilados y aislados de productos no alimenticios (INATEC 2018).

**3.3.5. Principales variedades y usos.** Las variedades de ajonjolí más usadas en Colombia son ICAAmbalá, ICA Pacandé, Sesica M 11, RB 191 y lotus. En la Costa Caribe predomina el uso de las variedades ICA Pacandé, Setentana, Cachaco y V12 y se está evaluando una variedad mexicana denominada Canasto (Corporación PBA 2013).

Las propiedades del aceite de ajonjolí, contenido en sus semillas, aportan innumerables beneficios al organismo como: reduce el colesterol, ayuda en la prevención del agotamiento físico y mental, pérdida de memoria, estrés, depresión, insomnio y otros problemas nerviosos. Por su alto contenido en fibra, lo convierte en un buen regulador intestinal y previene la anemia (Chimborazo 2015).

Las semillas de ajonjolí (aproximadamente 45 – 50 % aceite y 35 % proteína) son utilizadas en otros países en la cocina, manufactura de confites y otras industrias alimenticias, se utilizan para la elaboración de pequeñas tortas y pasteles. En la gastronomía occidental, las semillas de *sésamum* se emplean con frecuencia en panadería para la confección de galletas y para la elaboración de pequeños dulces y conservas (Juárez y López 2010).

**3.3.6. Composición nutricional del ajonjolí.** El ajonjolí tiene una situación privilegiada con relación a otras especies oleaginosas, porque se puede obtener un aceite de excelente calidad para diferentes fines, y su torta residual tiene alto contenido de proteínas y aminoácidos sulfurados. Las semillas de ajonjolí son de pequeño tamaño, su color varía de blanco a negro; contiene proteínas de calidad, en un 25 % de su composición; posee vitaminas del complejo B: B1, B2 y niacina. Además, la semilla contiene buenas cantidades de calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio, zinc y selenio (Queiroga 2018).

**3.3.7. Componentes nutricionales de importancia en el ajonjolí.** El cultivo de ajonjolí posee bastantes componentes nutricionales. Entre las propiedades nutricionales del ajonjolí se puede mencionar: es una gran fuente de energía y proteína, contiene del 17 al 23 % de proteína cruda, con una gran cantidad de metionina; 42 a 50 % de aceite (oléico y linoléico), de dos a siete % de ceniza junto a altas cantidades de calcio (0.98 %). Cabe destacar que tiene los siguientes nutrientes: Energía 601 g, proteína 17.40 g, grasa total 57.10 g, fibra 3.20 g, Calcio 1471 g y Hierro 6.90 g (Mera 2017).

La composición promedio de la semilla de ajonjolí varía de una semilla a otra, pero todas ellas son magníficas fuentes de proteínas la semilla de ajonjolí posee una cantidad elevada de proteínas (20% de su peso) y minerales como el complejo B (Niacina, Tiamina, Piridoxina, Ac. Fólico y Riboflavina) y Alfa tocoferol (Vit. E) (Constanza et al. 2016), y grasas no saturadas. Los ácidos grasos de la semilla de ajonjolí son principalmente el oleico y el linoleico (Cuba y Lovon 2018). El contenido de calcio en tejido puede variar de 0.20 a 3.00 % del peso seco. El contenido de potasio en la planta puede estar entre uno y cinco por ciento del peso seco (CIAT 1993). A continuación, se muestra un resumen del contenido nutricional del ajonjolí (cuadro 2):

**Cuadro 2. Contenido nutricional del ajonjolí**

<b>Contenido de nutrientes</b>	<b>(por cada 100g)</b>
Energía	601 g
Proteína	17.40 g
Grasa Total (g)	57.10 g
Colesterol (mg)	-
Glúcidos	15.50 g
Fibra (g)	3.20 g
Calcio (mg)	1471 g
Hierro (mg)	6.90 g
Yodo (µg)	-
Vitamina A (mg)	1.67 g
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D (µg)	-

Fuente: Tomado de Mera 2017

**3.3.8. Antecedentes internacionales.** 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. 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 aceite. Los principales productores mundiales de ajonjolí son India, China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 por ciento de la producción mundial (Estrella 2015). En América los mayores productores son Paraguay, Guatemala, México y Venezuela (Azu 2020).

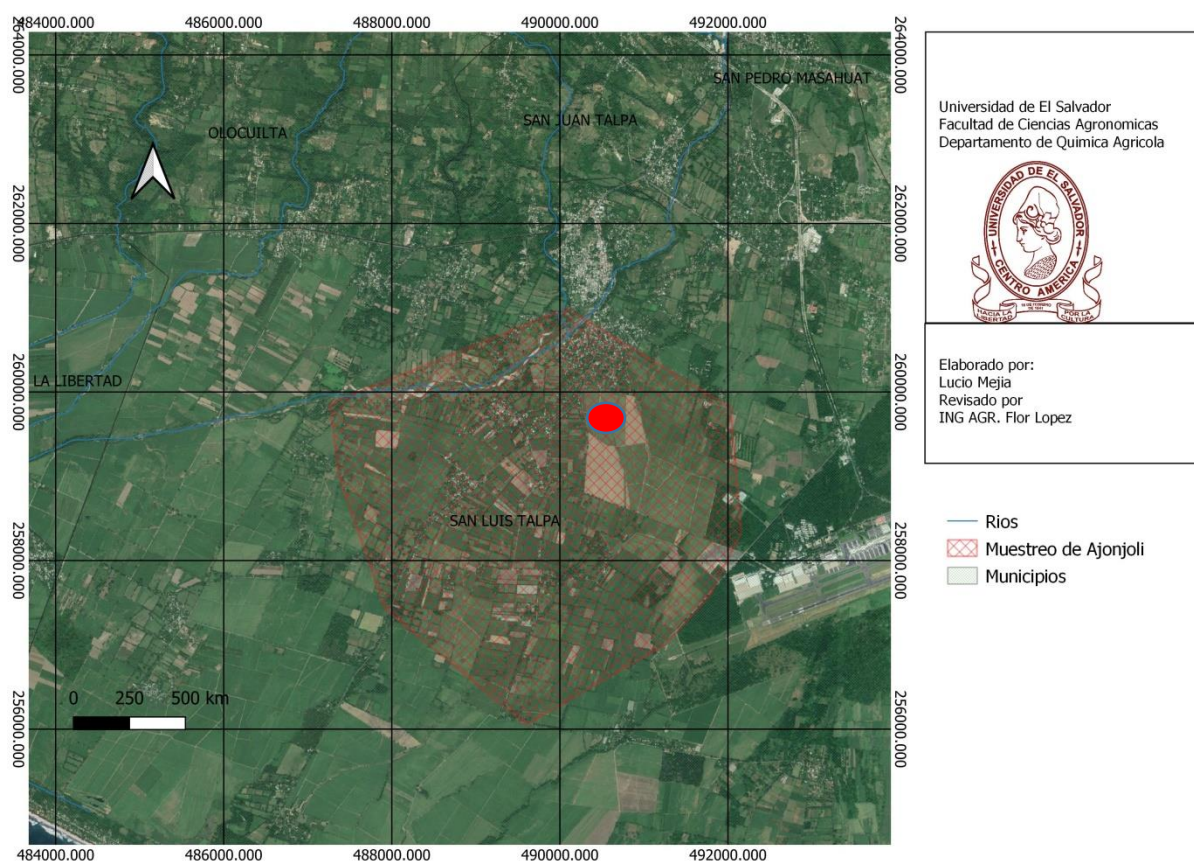
**3.3.9. Antecedentes en El Salvador.** La cultura del ajonjolí no se practica mucho en El Salvador. Históricamente el ajonjolí es comprado de Nicaragua, el cual es distribuido de dos formas: la primera forma es semilla de ajonjolí con cascara y la segunda es semilla de ajonjolí sin cascara. Las cantidades rondan un rango de 35 a 250 toneladas (CEI y JICA 2013). En la región, el cultivo se puede realizar de dos formas: se puede sembrar el cultivo de ajonjolí intercalado con el cultivo de maíz, y como monocultivo. Juntamente con maíz, las labores agrícolas que frecuentemente practican los campesinos o productores son dos chapodas de hierba maleza, luego de cosechado es vendido al mercado nacional (ICTA 1982).

En cuanto las investigaciones los estudios van dirigidos a reconocer los productos obtenidos como la mantequilla, que se obtiene de la semilla descortezada y se emplea como materia prima, la cual aporta una verdadera riqueza de nutrimentos esenciales, y a la cual se le determinó el análisis químico proximal, y la evaluación de minerales obteniendo los siguientes datos; Humedad 3.4 g, proteínas 19.3 g, extracto Etéreo 67.3 g, fibra cruda 9.7 g, cenizas 3.2 g, carbohidratos 0.5 g, calcio 0.20 g, hierro 0.014 g, fósforo 0.62 g. Además, el análisis microbiológico que incluye recuento total de bacterias, recuento total de hongos máximo 1,200 ufc/g y levaduras máximo 190 ufc/g, y la *Escherichia coli*, como microorganismo patógeno indicador. En El Salvador el análisis de los alimentos no está bien desarrollado por lo que la información sobre estos temas es algo limitada (Sibrían 2004).

## 4. Metodología

### 4.1. Metodología de campo

**4.1.1. Muestreo.** El muestreo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicado en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste y coordenadas planas de 261.5 km Latitud Norte, 489.6 km Longitud Oeste.



**Figura 1. Mapa de ubicación de la estación experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.**

El grano de ajonjolí variedad Estación UES se cultivó en lote La Bomba de la EEP durante septiembre 2020 y fue cosechado en diciembre de 2020, luego, se almacenó barriles de plástico. Para el muestreo, se visitó la bodega en la EEP, en donde el material en estudio se encontraba

almacenado en barriles de plástico que posteriormente fueron seleccionados al azar extrayendo una libra de muestra en total (figura 3) para luego estratificarlas en tres sub muestras de 145 gramos cada una (figura 4) la cual se encontraba el grano en barriles de plástico (figura 2), se guardó en bolsas herméticas selladas y se trasladó a temperatura ambiente al laboratorio de Investigación del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.



Figura 2. Muestreo de ajonjolí.



Figura 3. Pesad0 de muestra



Figura 4. Identificación de muestra

**4.1.2. Descripción de la muestra.** Las semillas de la variedad Estación UES, presentaban una apariencia saludable, libre de daños de plagas, hongos y otro tipo de enfermedades. En la recolección de la muestra se eliminaron aquellas semillas que presentaban un color diferente. Para el transporte de la semilla se utilizaron bolsas plásticas herméticas selladas. Cada bolsa con muestra pesaba alrededor de 145 gramos. La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior, mide de dos a cuatro mm por dos mm de ancho.



Figura 5. Semilla de ajonjolí.

## 4.2. Metodología de laboratorio

**4.2.1. Análisis proximal.** Se realizó bajo la metodología AOAC (1980), que comprenden los siguientes procesos:

### 4.2.2. Determinación de humedad parcial

Se realizó la humedad por el método gravimétrico de volatilización, el cual consistió en la determinación de la pérdida de peso que sufre una muestra cuando se calienta a una temperatura entre 60 y 70 °C por un período de 24 horas, en una estufa de aire reforzado y luego se colocó en un desecador, por último se pesó (anexo A-1).

Cálculo de la humedad parcial. La muestra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad parcial} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

### 4.2.3. Determinación de Humedad Total

El agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105°C durante cinco horas y presión de 100 mm de Hg (anexo A-2).

Cálculo de humedad total.

Peso de muestra = Peso de caja con muestra húmeda – Peso de caja vacía

Pérdida de peso = Peso de caja con muestra húmeda – Peso de caja con muestra después de secar

Fórmula para calcular % de humedad total:

$$\% \text{ Humedad total} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

### 4.2.4. La materia seca

Se determina por diferencia de peso (anexo A-2), luego de obtener los datos de Humedad Parcial y Humedad Total se obtiene la materia seca con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ms} = 100 - (\text{Humedad total} + \text{Humedad parcial})$$

#### 4.2.5. Determinación de cenizas

Se realizó por el método gravimétrico, que consiste en realizar una incineración o calcinación de la muestra en un horno de mufla a temperatura de 550 °C por un período de dos horas, para quemar todo el material orgánico quedando solo el inorgánico. (anexo A-3)

Cálculo para determinar el porcentaje de cenizas:

Peso de muestra = Peso de crisol con muestra - Peso de crisol vacío

Peso de la ceniza = Peso de crisol con muestra después de incinerar – Peso de crisol vacío

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

#### 4.2.6. Determinación de proteína cruda en alimento

Fundamento: El método utilizado es Kjeldahl, donde se cuantifica en primer momento el nitrógeno en una muestra alimenticia que posteriormente es convertido a su equivalente en proteína al ser multiplicado por un factor (anexo A-4).

**Digestión:** Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.

**Destilación:** Liberación del amoníaco formado, recogéndolo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.

**Titulación:** El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico 0.1 N empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo.

Formula de nitrógeno y proteína.

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{volumen de HCL en ml}) (\text{N de HCL}) * 0.014 * 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

0.014= miliequivalente del nitrógeno.

% Pc = % Nitrógeno \* 5.30



#### 4.2.6. Determinación de extracto etéreo

El éter se evaporó y se condensó continuamente y al pasar la muestra, se extrajo material soluble. El extracto se recogió en un balón volumétrico (previamente pesado) y cuando el proceso se completó, el éter destilado se recolectó en otro recipiente y la grasa cruda que quedó en el recipiente que se secó y se pesó (anexo A-5).

Cálculo

Peso de muestra = (Peso papel filtro más muestra) – (Peso papel filtro vacío)

Peso de E.E. = (Peso de frasco más extracto etéreo) – (peso de frasco vacío)

Formula de Soxleth

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{\text{Peso de Extracto Etéreo}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

#### 4.2.7. Determinación de Fibra Cruda

Fundamento: La Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde al residuo orgánico que queda después de la primera digestión con solución de ácido sulfúrico de concentración al 1.25 % ó 0.255 N +/- 0.005 N) y una segunda digestión con hidróxido de sodio (1.25 % ó 0.3125 N) en condiciones específicas (muestra previamente desengrasada). (anexo A-6)

Formula

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{Pérdida de peso después de calcinada a } 600 \text{ }^\circ\text{C}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

#### 4.2.8. Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno

Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones:

$$\% \text{ E.L.N} = 100\% - (\% \text{Cenizas} + \% \text{Proteína cruda} + \% \text{Extracto etéreo} + \% \text{Fibra cruda})$$

### 5. Determinación de minerales

En el análisis de minerales se realizó por dos métodos: uno fotometría de luz visible para fósforo del Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMADZU AA 7000 y para la cuantificación de Ca, Na, Fe, Zn y Mg se utilizó la metodología establecida para absorción atómica (AA SHIMADZU 7000).

Principio: Al suministrar una determinada cantidad de energía a un átomo cualquiera en estado fundamental (E0), ésta es absorbida por el átomo de tal forma que se incrementará el radio de giro de sus electrones de la capa externa llevando al átomo a un nuevo estado energético (E1) que se llama excitado. Cuando éste vuelve a su estado fundamental, cede una cantidad de energía cuantitativamente idéntica a su energía de excitación, emitiendo radiaciones a longitudes de onda determinada. Cuando los átomos en estado fundamental se encuentran con las radiaciones que ellos mismos son capaces de emitir, se produce una absorción de las mismas, pasando los átomos del estado fundamental al excitado.

El fenómeno de absorción de radiaciones a determinadas longitudes de onda, en el caso particular en que el medio absorbente sean los átomos en estado fundamental, se conoce como espectroscopia de absorción atómica, la determinación de los minerales fueron los siguientes; Calcio, magnesio, Hierro, potasio, Zinc, sodio y fósforo. En el cuadro 3 (anexo A-8).

**Cuadro 3. Resumen de parámetro de lectura de minerales en AA-Llama (Fe, Na, K, Zn, Ca, Mg).**

Mineral	Curva de calibración (ppm)	Longitud de onda (nm)	Corriente de lámpara (mA)	Flujo de gas combustible (L / min)
Fe	0.3 – 1.0 – 3.0 – 6.0	248.3	10	12
Na	0.05 – 0.1 – 0.5 – 1.0	589.0	11	1.8
K	0.1 – 0.25 – 0.5 – 1.0	766.5	11	2.0
Zn	0.05 – 0.1 – 0.5 – 1.0	213.9	8	2.0
Ca	0.3 – 1.0 – 3.0 – 6.0	422.7	15	2.0
Mg	0.1 – 0.25 – 0.5 – 1.0	285.0	5	1.8

Fuente: Shimadzu sf.

### 5.1. Determinación de fósforo

El método de análisis para determinar fósforo consiste en una extracción del elemento con una solución acuosa. Una vez extraído, el fósforo se determina con el método colorimétrico del Vanadato-Molibdato de Amonio. La coloración amarilla que se desarrolla en esta metodología se debe a la formación del sistema Vanadomolibdofosfórico, al sustituirse los átomos de oxígeno del radical  $PO_4^{-3}$  por los radicales oxivanadio y oximolibdeno, para dar un hetero-polícompuesto adaptable a muchos medios acidificados (anexo A-7).

Formula:

$$C_{mx} = \frac{AMx * C_{St} \times FD}{A_{St}}$$

Dónde:

CMx: Concentración de la muestra.

AMx: Absorbancia de la muestra.

CSt: Concentración del estándar.

ASt: Absorbancia del estándar.

FD: Factor de Dilución de la muestra.

### 6. Etiquetado

La etiqueta se realizó a partir de los promedios de los resultados de las muestras A, B y C, se propuso un tamaño de muestra de porción de 20 g en la cual se realizó una regla de tres para convertir a cada uno de los elementos a porción comestible expresada por 100 g de mx. Luego se realizó el cálculo de energía realizando reglas de tres para convertir a grasa total, proteína cruda y carbohidratos, se hizo esta sumatoria para obtener las kilocalorías (Kcal). Finalizando con el cálculo de valor diario tomando los valores establecidos por el FDA (2020), se realizaron las diferentes reglas de tres obteniendo los porcentajes de valor diario de la semilla de ajonjolí.

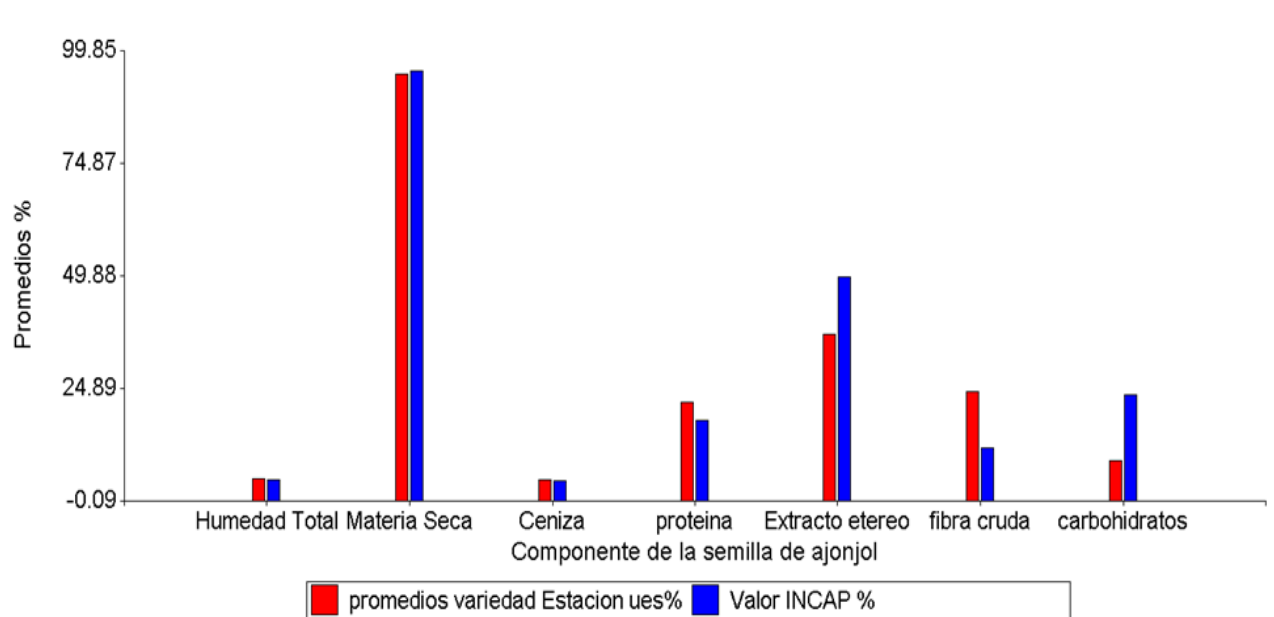
## 7. Resultados y discusión

### 7.1. Análisis bromatológico proximal

Luego de realizar el análisis bromatológico proximal de las tres muestras de la semilla de ajonjolí descortezada, se tabularon y analizaron cada uno de los promedios obtenidos interpretando cada uno de los resultados. Los valores obtenidos en la determinación bromatológica, se compararon con las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) los cuales se reportan en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Análisis proximal**

Análisis	Muestra	Resultado (%)	Promedio (%)	Valor (%) (INCAP) (2012)
Humedad	A	4.83	4.97	4.69
	B	5.10		
	C	4.97		
Materia seca	A	94.92	94.76	95.31
	B	94.61		
	C	94.75		
Ceniza	A	4.56	4.58	4.45
	B	4.54		
	C	4.63		
Proteína	A	24.80	25.70	17.73
	B	22.41		
	C	21.94		
Extracto etéreo	A	32.28	36.84	49.67
	B	40.36		
	C	37.87		
Fibra Cruda	A	23.28	24.08	11.80
	B	22.78		
	C	26.19		
Carbohidratos	A	15.08	11.45	23.45
	B	9.91		
	C	9.37		



**Figura 6. Comparación del análisis bromatológico de la semilla de ajonjolí con los valores reportados por el INCAP (2012).**

### 7.1.1. Humedad

La repetición B presentó mayor contenido de humedad con 5.10 %, las demás muestras presentaron porcentajes similares a los reportados por INCAP 4.69 %. El porcentaje promedio de humedad de la semilla de ajonjolí fue de 4.97 %, la semilla pudo ser afectada por la humedad relativa del aire, la temperatura de almacenado y transporte de la semilla, pero posee una similitud con los valores que reporta el INCAP 4.69 %.

### 7.1.2. Materia seca

El valor promedio de la materia seca fue de 94.76 %, lo que lo hace un alimento ideal para ser usado en concentrados, galletas y otros productos, comparándolo con el INCAP tiene un 95.31 % de materia seca valores muy similares.

### 7.1.3. Cenizas

El promedio de las cenizas es de 4.58 %, es mayor que los valores del INCAP con 4.45 %. Según Márquez 2014, las cenizas representan el contenido en minerales del alimento en general, las cenizas suponen menos del 5 % de la materia seca de los alimentos, los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo

para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes que se pueden quemar en el organismo para obtener energía.

#### **7.1.4. Proteína cruda**

El promedio obtenido fue de 24.08 %, teniendo un valor superior al del INCAP del 17.73 %. En un estudio realizado con subproducto de ajonjolí Poveda (2016) menciona que la torta de ajonjolí posee un contenido de 40.1 %, lo que lo convierte en una fuente importante de este nutriente para diversos usos en alimentación de animales.

#### **7.1.5. Extracto Etéreo**

El extracto etéreo promedio de la semilla de ajonjolí es de 36.84 % siendo inferior al reportado por el INCAP de 49.67 %. En un estudio de Pavón (2012) evaluó los subproductos de ajonjolí, menciona que la torta de ajonjolí posee un contenido de 34.50 % de grasa, siendo este un valor similar a lo reportado en estudio.

#### **7.1.6. Fibra cruda**

La fibra cruda de la semilla de ajonjolí su promedio fue 24.08 %, mayor que los valores del INCAP 11.80 %. Según Vásquez (2001), reportó un valor de 12 % de fibra.

#### **7.1.7. Carbohidratos**

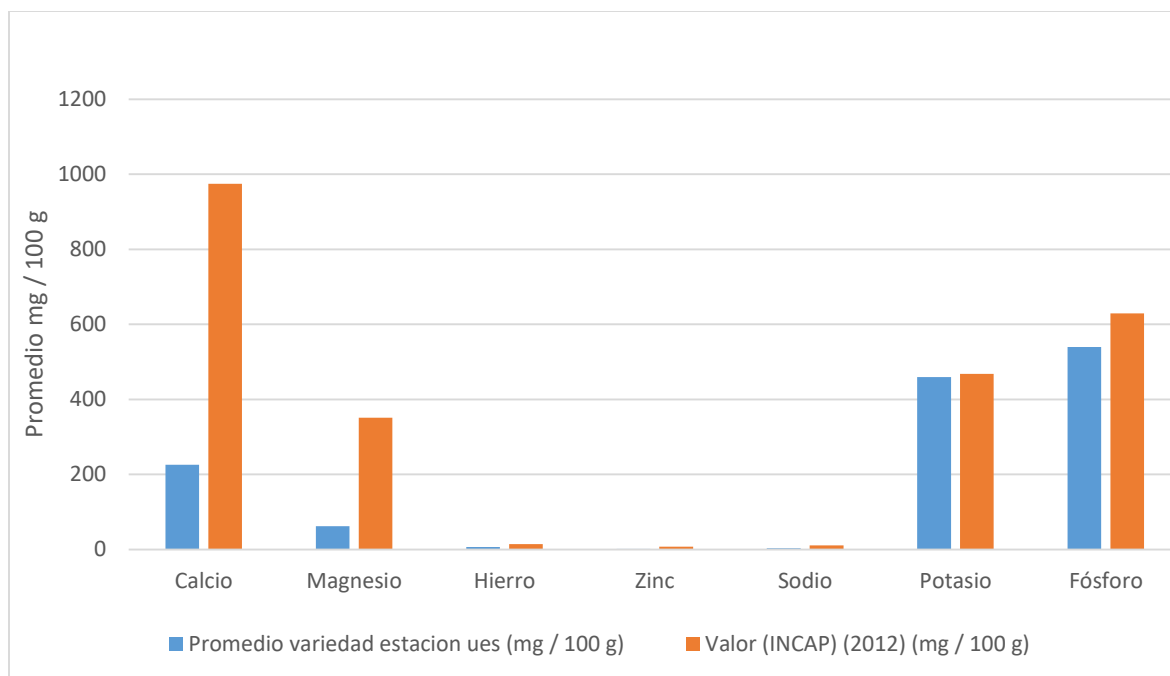
El promedio de los carbohidratos fue de 11.45 % un valor más bajo que el de INCAP que fue de 23.45 %. Fernández y Gonzales (2009) obtuvieron un valor más bajo de 8.4 %.

### **8. Análisis de minerales**

La determinación de los minerales permite conocer con exactitud los componentes nutricionales de la semilla de ajonjolí de la variedad estación UES. Los resultados de los análisis de minerales realizados se expresan en mg /100 g, se evidencia la diferencia mineral entre un estudio y otro, ya que las propiedades nutricionales de la semilla podrían variar de acuerdo a la procedencia de la misma, lugar de cultivo, variedad de las semillas.

**Cuadro 5. Análisis de minerales**

Análisis	Muestra	Resultado (mg /100 g)	Promedio (mg /100 g)	Valor (INCAP) (2012) (mg /100 g)
Calcio	A	228.53	226.14	975.00
	B	218.54		
	C	231.35		
Magnesio	A	61.75	62.34	351.00
	B	61.65		
	C	63.62		
Hierro	A	6.26	6.62	14.55
	B	6.55		
	C	7.04		
Zinc	A	1.52	1.54	7.75
	B	1.51		
	C	1.60		
Sodio	A	3.82	2.76	11.00
	B	2.12		
	C	2.33		
Potasio	A	411.15	459.17	468.00
	B	507.32		
	C	459.04		
Fosforo	A	500.52	539.52	629.00
	B	543.13		
	C	574.91		



**Figura 2: Composición de minerales de la semilla de ajonjolí**

Para el calcio el promedio fue 226.14 mg/100g. Este valor es menor a lo reportado por el INCAP de 975 mg/100g; el promedio del magnesio es 62.34 mg/100g este valor es menor a lo reportado por el INCAP de 351 mg/100g; en hierro el promedio es de 6.62 mg/100g el valor fue menor que el reportado por INCAP que fue de 14.55 mg/100g; En zinc es de 1.54 mg/100g es un valor bajo comparado al INCAP que es de 7.75 mg/100g.

El sodio que presenta la semilla es de 2.76 mg/100g siendo un valor bajo comparado al INCAP de 11 mg/100g; siendo el potasio con 459.17 mg/100g un valor más cercano a los datos de INCAP que fue de 468 mg/100g; y el fosforo con 539.52 mg/100g una cantidad similar a la del INCAP que fue de 629 mg/100g.

En un estudio desarrollado por (Valero et al. 2018) afirma que la semilla de ajonjolí por 100 g de porción comestible contiene las siguientes cantidades de; calcio 6.7g, hierro 0.10g, magnesio 3.7g, zinc 0.05g, sodio 0.2g, potasio 5.7g, fosforo 7.2g, proteínas 0.18g. En el cuadro 6, se encuentra una comparación del contenido de minerales con los diferentes autores.



Cuadro 6. Comparación de minerales en ajonjolí

Determinaciones	Contenido minerales	
	INCAP (2012)	Valero <i>et al.</i> (2013)
Calcio	975 mg/100 g	670 mg/100 g
Fósforo	629 mg/100 g	720 mg/100 g
Hierro	14.55 mg/100 g	100 mg/100 g
Potasio	468 mg/100 g	570 mg/100 g
Sodio	11 mg/100 g	200 mg/100 g
Zinc	7.75 mg/100 g	50 mg/100 g
Magnesio	351 mg/100 g	370 mg/100 g

Fuente: Elaborado con base en INCAP (2012) y Valero *et al* (2013).

## 9. Etiqueta nutricional

Los datos obtenidos sirvieron para conocer el valor diario que aporta la semilla de ajonjolí para un adulto en una dieta balanceada para el consumo humano, basado en la administración de alimentos y de alimentos (FDA), y el reglamento técnico Centroamericano RTCA 67.04.40:07. En el cuadro 7 se presenta un modelo de etiqueta elaborada a partir de los resultados obtenidos en este estudio.

Los datos fueron calculados basados en el promedio de las tres muestras y con un tamaño de porción de 20 g, el cálculo es basado en el requerimiento de una persona adulta, cada porción aporta 90 calorías. Según el reglamento técnico Centro Americano 2012 aporta muy poca energía. En grasa tiene un 9 %, según el reglamento Centro Americano es bajo en grasa ya que contiene menos del 25 % por cada 100 g y es libre de grasas saturadas. En fibra tiene un 25 % es un valor muy bueno según el reglamento Centro Americano. Es rico en proteína con un 9 %. En minerales es enriquecido en magnesio, tiene un buen porcentaje de Calcio 3 %, Zinc 3 % y Potasio, alto contenido de Hierro 7 % y fosforo con 9 %.

**Cuadro 7. Etiqueta nutricional**

<b>Información Nutricional</b>	
1 Porción por envase	
<b>Tamaño de porción</b>	<b>20g</b>
Cantidad por porción	
<b>Calorías</b>	<b>90</b>
<b>% Valor Diario</b>	
<b>Grasa total</b> 8g	9 %
<b>Sodio</b> 0mg	0%
<b>Carbohidratos totales</b> 2g	0%
<i>Fibra cruda</i> 7g	25%
<b>Proteína</b> 5g	9%
<b>Magnesio</b> 10mg	
	13%
<b>Hierro</b> 1mg	
	7%
<b>Calcio</b> 39mg	
	3%
<b>Zinc</b> 0.30mg	
	3%
<b>Potasio</b> 94mg	
	2%
<b>Fosforo</b> 112mg	
	9%

## 10. Conclusiones

- La variedad estación UES para los parámetros del análisis proximal presenta valores superiores a las tablas de INCAP (2012) para los parámetros de proteína cruda 25.70 % y fibra cruda 24.08 %, mientras que los siguientes parámetros; carbohidratos 11.45 % y extracto etéreo 36.84 %, son inferiores a los promedios de INCAP (2012).
- La variedad estación UES en contenido de minerales presenta valores similares a los reportados por el INCAP 2012, en los siguientes minerales: potasio con 459.17 mg/100g (según INCAP es de 468 mg / 100 g) y fósforo con 539.52 mg / 100 g (según INCAP es de 629 mg / 100 g).
- Los valores más bajos del contenido de minerales de la variedad Estación UES con respecto a los datos reportados por INCAP fueron: Calcio 26.14 mg / 100 g (según INCAP 975 mg/100 g), Magnesio 62.34 mg / 100 g (según INCAP 351 mg/100 g), Hierro 6.62 mg / 100 g (según INCAP 14.55 mg/100 g), Zinc 1.54 mg / 100 g (Según INCAP 7.75 mg/100 g), Sodio 2.76 mg/100 g (Según INCAP 11 mg/100 g).
- Las diferencias en cuanto a los contenidos del análisis bromatológico pueden ser debido a las condiciones: climáticas, la fertilidad de los suelos, la variedad de semilla y el manejo agronómico.

## 11.RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones sobre el análisis bromatológico para conocer el contenido nutricional y de vitaminas que contiene esta variedad y otras, para que sea fuente de desarrollo y seguridad alimentaria humana y animal.
- La semilla de ajonjolí variedad estación UES puede incluirse para la alimentación humana, ya que los valores de proteína cruda y fibra cruda sus valores son superiores a los reportados en las tablas de INCAP (2012).
- Realizar programas de capacitación sobre el manejo agronómico, haciendo énfasis en el manejo de la fertilidad de los suelos que incide en el rendimiento del cultivo de ajonjolí y de los cultivos en general.
- Generar información y recopilarla para que esté disponible a investigadores y productores en el cultivo de su interés y disponibilidad de esta.
- Registrar las variedades y especializarse en la variedad para alto rendimiento, socializar la información de la variedad estación UES con productores de distintas zonas del país para poder brindar oportunidades de desarrollo en diversas comunidades.

## 12. Bibliografías

Almeida Rivero, A. 2015. Influencia de la distancia de siembra sobre las plagas y el rendimiento agrícola en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Tesis Ing. Agr. Santa Clara, Cuba. UCLV. 52 p. Consultado el 13 de diciembre del 2021. Disponible en:

[https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2033/tesis\\_Anialis\\_Almeida\\_Rivero\\_2014-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2033/tesis_Anialis_Almeida_Rivero_2014-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Azu Zambrano, FL. 2020. Efecto del *azospirillum brasilense*, en la producción del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum*). Tesis Ing. Agrónomo. Milagro, Ecuador. UAE. 84 p. Consultado el 6 de enero del 2022. Disponible en:

[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AZU%20ZAMBRANO%20FREDDY%20LEONEL\\_compressed\(1\)-comprimido.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AZU%20ZAMBRANO%20FREDDY%20LEONEL_compressed(1)-comprimido.pdf)

Banderas Vega, MJ. 2012. Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola. Lic. Química. Quito, Ecuador. PUCE. 129 p. Consultado el 5 de diciembre del 2021. Disponible en:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5359/T-PUCE-5585.pdf;sequence=1>

Bonilla Nepomuceno, G. 2017. Implementación de análisis bromatológicos (grasas totales, cenizas, humedad y fibra cruda) en la empresa Alimentos Tenerife, Veracruz, México. UTCV. 63 p

BCR (Banco Central de Reserva El Salvador). 2021. Revista trimestral Julio-Septiembre, sep. 2021.

Bello Gutiérrez, J. 2000. Ciencia bromatológica Principios generales de los alimentos. Madrid España. Díaz de Santos, S. A. 596 p

Belloso Archila, AR. 2017. Aceptabilidad de un producto alimenticio elaborado con polen de abeja *Apis mellifera*. Tesis Lic. Nutricionista. Ciudad de Guatemala, Guatemala. USAC. 89 p.

Bidwell, RGS. 1979. Fisiología Vegetal: 2 edición. México. AGT Editor SA. 804 p.

Cervantes Solórzano, MA: 2012. 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. Tesis Ingeniero en alimentos. Ciudad de Guatemala. Guatemala. USAC. 62 p. Consultado el 7 de diciembre del 2021, Disponible en:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22\\_0176.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0176.pdf)

CEI (Centro de Exportaciones e Importaciones de Nicaragua); JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón Nicaragua). 2013. Estudio de Mercado de Japón para la Semilla de Ajonjolí Nicaragüense. Managua, Nicaragua. 48 p.

Colque Tancara, V. 2006. Determinación de épocas óptimas de la siembra de cuatro variedades de sésamo (*Sesamum indicum L.*) en la provincia Ballivián del departamento de Beni. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 102 p. Consultado el 11 de diciembre del 2021. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12256/T1075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corona, G; Garduño R. 2016. Calidad bromatológica de líneas avanzadas de trigo (*triticum aestivum l.*) evaluadas en tres localidades del Valle de Toluca. Tesis Ing. Agroindustrial. Toluca, México, UAEM. 61 p.

Corporación PBA. 2013. Guía para el manejo integrado del cultivo de guía para el manejo integrado del cultivo de ajonjolí. Bogotá, Colombia. 34 p. Consultado el 15 de diciembre. Disponible en: [http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila%20Ajonjoli%20-%20diagramada%20\(2\)-min.pdf](http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila%20Ajonjoli%20-%20diagramada%20(2)-min.pdf)

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal una guía teórica y práctica de metodologías. Sheifa J. McKean. Colombia. 97 p. (Documento de trabajo No. 129)

Chimborazo Aucancela, ED. 2015. Elaboración de harina de ajonjolí (*sesamum indicum*), para sustituir la harina de trigo en la elaboración de galletas. Tesis Lic. Gestión Gastronomía. Riobamba, Ecuador. ESPOCH. 89 p. Consultado el 9 de Diciembre del 2021. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10473/1/84T00395.pdf>

Chiriboga Espín, MG. 2013. Evaluación de la efectividad nutricional de la pasta de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (*Coturnix coturnix*). Tesis Ing. Agro empresas. Quito, Ecuador, Universidad San Francisco de Quito. 83 p.

Cuba Vilca, AM; Lovon Castilla, Y. 2018. Formulación de una pre mezcla panadera a base de harina de semillas: chia (*Salvia hispánica L.*), linaza (*Linum usitatissimum L.*) y ajonjolí (*Sesamum indicum L.*). Para la elaboración de un pan tipo molde con bajo contenido de carbohidratos. Tesis Ing. Industrias alimentarias. Arequipa, Perú. UNSA. 166 p.

Cruz Hernández, E. 2003. La importancia del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) en México. Tesis Ing. Agr. Coahuila, México. UAAN. 73 p. Consultado el 8 de diciembre del 2021. Disponible en:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/LA%20IMPORTANCIA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20AJONJOLI%20%28sesamum%20indicuml.%29%20EN%20MEXICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Davite Constanza L; Erroz, MP; Lassaga Nieto, AV. 2016. Alimento vegetal a base de semillas de sésamo como sustituto del queso de pasta blanda en sus características organolépticas y contenido de calcio. Tesis. Lic. Nutrición. Córdoba, Argentina. 65 p.

Dionicio Machari, GA. 2008. Rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) con dosis de humus de lombriz en el fundo miraflores banda de Shilcayo San Martin Peru. Tesis Ing. Agrónomo. San Martin Peru. UNSM 87 p.

Fernández B; Gonzales G. 2009. Cuantificación de macronutrientes, calcio, hierro, fósforo y vitamina C e identificación de vitaminas liposolubles presentes en las semillas de *Sesamum indicum* ajonjolí. Trabajo de investigación I. Trujillo, Perú. 25 p. Consultado 15 de abril del 2022. Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4939/Fernandez%20Burga%20Nidia%20Yadira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estrella Tenazoa, S. 2015. Requerimiento nutricional del cultivo de ajonjolí (*Sesamum orientale L.*) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad de la Banda. Deshilcayo, E.E Juan Bernito. Tesis. Ing. Agrónomo. Tarapoto, Perú. UNSM. 97 p.

García Martínez, HE; Gómez Hernández, JA: 2013. Propuesta para el consumo de ***Glycine max L*** (soya), cultivado en la comunidad nueva esperanza, Jiquilisco Usulután y tres alimentos derivados. Tesis Licenciatura en Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador, UES. 144 p.

González Morales, RA. 2004. Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala. Tesis licenciatura Química y Farmacia., Ciudad de Guatemala, Guatemala. USAC, 83p. Consultado el 4 de diciembre del 2021. Disponible en:

<https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QB777.pdf>

Granados Alvarado, NB; Álvarez Merino, RE; Rosales García, O. 1994 Determinación del coeficiente de uniformidad (Cu), En diferentes tipos de aspersores para generar datos preliminares de diseño en sistemas de riego por aspersión. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. UES. 156p.

Hernández Alvarado, MA. 2017. Composición y valor nutritivo de los alimentos preparados en los servicios de alimentación y estandarización de recetas. Estudio realizado en el casco urbano del municipio de Tiquisate, Escuintla, Guatemala. Tesis Lic. Nutrición. Escuintla, Guatemala. URL. 152 p. Consultado el 7 de enero del 2022. Disponible en:

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/09/15/Hernandez-Maria.pdf>

Herrera Campos, LR. 2008. Estudio de la variación bromatológica de la leche de un hato de cabras La Mancha alimentado con diferentes forrajes. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. UCR. Consultado el 3 de diciembre del 2021. Disponible en:

<http://www.zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/herrera-campos-luis-r.pdf>

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico Nicaragua). 2018. Manual del protagonista, Cultivos Agroindustriales. Managua, Nicaragua. JICA. 120 p. Consultado el 12 de diciembre del 2021. Disponible en:

<https://www.tecnacional.edu.ni/media/AGROINDUSTRIALES.compressed.pdf>

ICTA (Instituto de Ciencias y Tecnologías Agrícolas). 1982. El cultivo de ajonjolí. Villanueva Guatemala. 15 p. (folleto técnico 16)

INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) 2012. Tabla de composición de alimentos de Centro América. 2ª. Edición. Menchu, MT; Méndez, H. Guatemala. Serviprensa. 137 p.

Juárez, EM; López WV. 2010. Elaboración de Tahini a base de ajonjolí (*Sesamun indicum*) de la variedad Nicarao proveniente de la empresa Juan Francisco Paz Silva ubicada en el municipio de Achuapa. Tesis Ing. Alimentos. León, Nicaragua. UNAN-León. 57 p. Consultado el 14 de diciembre de 2021. Disponible en:

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/2707/1/217548.pdf>

Köysüren, B. 2020. Caracterización física y química de la semilla de sésamo proteína. Tesis Maestría en ingeniería de Alimentos, Ankara, Turquía. Middle East Technical University. 145 p. Consultado el 10 de enero del 2022. Disponible en:

<https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/69084/12625695.pdf>

León J. 1987 Botánica de los Cultivos Tropicales, San José Costa Rica, IICA. 462 p (Colección libros y materiales educativos/IICA; no.84).

Loor Negrete AL. 2021 Evaluación sensorial y bromatologica de galletas elaboradas parcialmente con harinas de quinua (*chenopodium quinoa*) y zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*).



Tesis Ing. Agroindustrial. Milagro, Ecuador. UAE. 79 p. Consultado el 2 de diciembre del 2021.  
Disponible en:

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20NEGRETE%20ANA%20LUISA.pdf>

Márquez Sigwas, BM. 2014. Cenizas y grasas teoría del muestreo refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. Tesis Ing. Industrial. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín. 165 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador). 2011. Costos de Producción. DGEA El Salvador. La Libertad, El Salvador. 20:1-58

Marrugo L, Yesid A; Fuentes B, Lorenzo; Montero C, Piedad M; Acevedo C, Diofanor 2012. Evaluación bromatológica de semillas de ajonjolí (*sesamun indicum*) empacadas en bolsas silobag. Vitae 19(1): 156-158.

Mamani Flores, JC. 2017. Análisis bromatológico comparativo de carnes de cinco especies de aves cinegéticas del Lago Titicaca. Tesis Licenciado en Biología, Puno, Perú. UNAP. 90 p. consultado el 1 de diciembre del 2021. Disponible en:

[http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5364/Mamani\\_Flores\\_Julio\\_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5364/Mamani_Flores_Julio_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mera Herrera, EA. 2017. Análisis Gastronómico de la Semilla Ajonjolí (*Sesamun Indicum*) en la ciudad de Guayaquil. Tesis Lic. Gastronomía. Guayaquil, Ecuador. UG. 93 p.

Mera Ramírez, LA. 2015. Comparación de los métodos kjeldahl y dumas para análisis de proteína cruda en materias primas y productos terminados en una planta de alimentos balanceados. Tesis Química en alimentos. Quito, Ecuador. UCE. 144p. Consultado el 6 de diciembre del 2021.  
Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9985/1/T-UCE-0008-QA001-2015.pdf>

Ortiz Prudencio, SA. 2006. Determinación de la composición química proximal y fibra dietaria de 43 variedades criollas de maíz de 7 municipios del sureste del estado de Hidalgo. Tesis Lic. Nutrición. Pachuca, México. UAEH. 79 p.

Pavón García, KE. 2012. Formulación de alimento concentrado para aves y cerdos a partir del subproducto de la extracción de aceite de Ajonjolí. Tesis Ingeniero Químico. Managua, Nicaragua, UNI. 71 p.

Poveda Loayza, TN. 2016. Evaluación del grado de Digestibilidad gastrointestinal, Actividad antioxidante y antiinflamatoria in vitro de Aislados proteicos de torta de sésamo (*Sesamum indicum*). Tesis Ing. Alimentos. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 107 p.

Pulgarin Contreras, DG. 2010. Estudio Bromatológico, microbiológico, foliar y de fertilidad de los suelos en los cultivos de *aloe vera barbadensis miller* en tres fincas del Departamento de Risaralda. Tesis Tecnólogo Químico, Risaralda, Colombia. UTP. 99p. Consultado el 4 de diciembre del 2021. Disponible en:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1798/6314P981.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pineda Coronado, RM. 2009. Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L, Pedaliaceae*) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agrónomo. Ciudad de Guatemala, Guatemala. URL. 69 p. consultado el 6 de diciembre del 2021. Disponible en:

<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2009/06/04/Pineda-Mynor.pdf>

Queiroga, VP. 2018. Cultivo de ajonjolí para los campesinos en los departamentos de Choluteca y Valle. 1ed. Chavez León, J; Perez Valenzuela, FG; Amauri Buso, J. Honduras. 170 p.

Reyes González, DL; Rojas Ocon, JR. 2010. Manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198, en el Centro Experimental de Occidente (C.E.O), municipio de Posoltega departamento Chinandega, ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Tesis ing. Agroecología tropical. León, Nicaragua. UNAN. 65 p. Consultado el 5 de enero del 2022. Disponible en:

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5014/1/215531.pdf>

Rubio García, JA. 2004. Influencia del consumo de carne de porcino frente a la de vacuno en el perfil lipídico de sujetos sanos. Tesis Doctoral. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. 237 p.

Rodríguez Macías, R. 1991. Composición bromatológica de *lupinus exaltatus zucc.* Para su utilización como un cultivo alternativo de alto valor proteico. Tesis Ing. Agr. Guadalajara, México. UDEG. 59 p.

Rosillo Miñan, JA. 2019. Evaluación de la modalidad de siembra y del número de plantas por golpe en la capacidad productiva del ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) Valle del Medio Piura. 2018. Tesis Ing. Agr. Piura, Perú. UNP. 86 p.

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural México); INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias); CONABIO (Centro de Investigación Regional Del Pacífico Centro). 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivo. 2 Ed. Jalisco, México. 579 p.
- Sánchez Cedeño, ZS. 2015. Comportamiento del cultivo del ajonjolí bajo diferentes densidades de población en la Granja Santa Inés. Tesis Ing. Agrónomo. Machala, Ecuador. UTMACH. 54 p.
- Santizo Ruano, DB. 2017. Efecto de fertilización con elementos mayores en ajonjolí. Tesis. Ing. Agr. Escuintla Guatemala. URL. 79 p. Consultado el 10 de diciembre del 2021. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/publiircifuentes/TESIS/2018/06/17/Santizo-Douglas.pdf>
- Sibrían Gutiérrez, M. 2004. Elaboración de una mantequilla alimenticia a partir de la semilla descortezada de Ajonjolí. Lic. Química y farmacia. San Salvador, El Salvador, UES. 97 p.
- Tunde-Akintunde, TY; Oke M. O; Akintunde BO. 2012. Sesame Seed, Oilseeds jun. 2012. UV (Universidad Veracruzana). 2017. Manual del laboratorio de bromatología. Veracruz, México. 37 p
- UAN (Universidad Autónoma de Nayarit). 2017. Manual de Prácticas de la Unidad de Aprendizaje de Bromatología. Hernani, RP. Nayarit, México. ECORFAN. 45 p.
- Velásquez Anzuelo, EJ. 1982. Evaluación de 9 líneas y 1 variedad de ajonjolí (*sésamo indicum*) en Jutiapa la Maquina y Cuyuta. Tesis Ing. Agrónomo, Ciudad de Guatemala, Guatemala. USAC 59 p.
- Vaca M; Vásquez G; Vásquez G; Vásquez G. 2001. Manual de manejo de cultivo del ajonjolí. Escuela agrícola panamericana Zamorano. Honduras. 35 p. Consultado el 15 de abril del 2022. Disponible en: [https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904\\_0325%20ajonjoli.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf)
- Valero, T; Rodríguez, P; Ruiz, E; Ávila, J; Valera, G. 2013. La alimentación española características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Madrid, España, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación España. 658 p.
- Zavala Giler, FG; Castillo Farfan, FA. 2008. Obtención del aceite virgen de la semilla de ajonjolí. Tesis Ingeniero Químico, Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 125 p. Consultado el 20 de enero del 2022. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1647/1/1011.pdf>

## 13. Anexos

### A-1: Determinación de humedad parcial

Equipo y materiales:

Estufa de aire reforzado previamente calibrada a 70 °C. Balanza analítica. Desecador de gabinete con su desecante. Termómetro graduado de 0 – 150 °C. Pinzas de metal tipo tijera. Muestra recolectada en la Estación experimental y de Prácticas. Tres bandejas de aluminio de 20x20 cm. Cuchillo de acero inoxidable. Tabla o base para cortar el alimento. Materiales de uso diario (papel toalla, alcohol, toalla de tela, plumón)

PROCEDIMIENTO:

El procedimiento a realizar tendrá pequeñas variaciones de acuerdo con la muestra que se trabaje. Para garantizar una buena preparación, leer lo que corresponde según tipo de muestra a analizar.

#### 1. Preparación de muestras

Alimentos secos (concentrados, harinas, semillas) y alimentos húmedos cortados (ensilado, forraje picado, fruta cortada): para este tipo de muestras únicamente debe homogenizarse en una bandeja grande y realizar un cuarteo. Frutas y verduras: lavar con agua de grifo y posteriormente agua destilada para eliminar el polvo que pueda contener; secar con papel toalla. Si la fruta o verdura no tiene cáscara comestible, debe pelarse o si la cáscara no es de interés nutricional. Luego, cortar en rodajas de 2 – 3 mm de espesor o separar sus componentes, como en el caso de cacao fresco. Alimentos crudos y procesados (carnes, pupusas, jaleas): si las muestras son sólidas, deben cortarse en láminas delgadas o trozos delgados para facilitar el secado. Si es semi sólida o líquido denso, se extiende sobre una bandeja la cantidad necesaria para el análisis.

#### 2. Preparación de la bandeja

La bandeja debe perforarse haciendo pequeños agujeros con el cuchillo para que circule aire durante el proceso de secado. Luego, rotular con el plumón permanente colocando un código que reconozca cada estudiante, en un lugar de la bandeja que quede visible cuando esté en la estufa. En el caso de muestra semi sólida o líquida no se perfora la bandeja.

### 3. Proceso de pesado

En balanza semi analítica, pesar la bandeja vacía y anotar el peso. Es importante fijarse en cuál balanza se está realizando el procedimiento ya que esta misma debe utilizarse para los pesos finales. Colocar entre 80 a 100 g de muestra en la bandeja y pesar. Anotar el peso. Colocar la bandeja en la estufa durante 24 horas, previamente programada a la temperatura entre 60 y 70o C. \*Según la naturaleza de la muestra puede tomar más tiempo o requerir el volteo para un secado uniforme.

Al finalizar el periodo, usar las pinzas para sacar la bandeja con muestra de la estufa y colocar dentro de un desecador durante 30 minutos para que llegue a temperatura ambiente. Al cabo de este tiempo, pesar y anotar el peso después de secar.

Cálculos:

Para determinar la humedad parcial de la muestra, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\% \text{ HP} = \frac{\text{Pérdida de peso} \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

Donde:

- Peso de muestra = Peso de bandeja + muestra antes de secar – Peso de bandeja vacía
- Pérdida de peso = Peso de bandeja + muestra antes de secar – Peso de bandeja + muestra después de secar

Causas de error:

Utilizar una temperatura inadecuada según la naturaleza de la muestra. No homogenizar el material sujeto al análisis o realizar el cuarteo de forma incorrecta. Pesar mal o cuando la bandeja está caliente. Tocar las bandejas con las manos húmedas o sucias o rotular con tirro después de pesarlas. Analizar muestras de tejido vegetal enfermo o alimentos en mal estado junto con muestras en buen estado. La muestra seca debe conservarse en recipientes plásticos dentro de un desecador para que no absorba agua del ambiente, ya que esto podría alterar sus propiedades y descomponerla antes de poder realizar el análisis bromatológico provocando errores en las determinaciones.

## **A-2. Métodos gravimétricos procedimiento 2: Determinación de humedad total**

Procedimiento.

1. Preparación de la caja porta muestra: las cajas de aluminio y su respectiva tapa, se lavan con agua y jabón y posteriormente con agua destilada. Se secan con papel toalla y se identifican (caja y tapa) con un número utilizando un plumón permanente. Luego se calientan a 105 °C en una estufa corriente durante un período de dos horas. Después se dejan en un desecador 30 minutos.
2. Pesado de la caja: la caja preparada (caja más tapa), se saca del desecador con las pinzas y se pesa en balanza analítica. Este peso y su número de identificación se anotarán en el cuaderno de laboratorio.
3. Pesado de la muestra: en la caja ya pesada, se depositará +2 gramos de muestra previamente molida y homogenizada. Este peso se anotará en el cuaderno así como la identificación de la muestra y sus características físicas (color, textura, olor, otras).
4. Toma de datos: en el cuaderno se realizará un cuadro donde se anoten los siguientes datos: número de caja, nombre de alumno, fecha, tipo de muestra, peso de caja vacía, peso de muestra húmeda (antes de secar). Esta información se escribe para cada una de las muestras que se vayan a trabajar en el laboratorio (ver formato sugerido).
5. Proceso de secado: las cajas con la muestra se colocan destapadas dentro de la estufa de vacío, previamente calentada a 105 °C. Luego, se dejan en la estufa por cinco horas ajustando la presión a 100mm de Hg y manteniendo la temperatura y el vacío.
6. Finalización del procedimiento: una vez pasado el tiempo, se baja la temperatura y el vacío y se espera a que la puerta de la estufa se abra. Usando pinzas, las cajas se sacan de la estufa y se tapan, luego se introducen en el desecador por 30 minutos. Después de este tiempo se pesan y se anota el dato.

## **A-3. Métodos gravimétricos procedimiento 2b: determinación de cenizas**

Procedimiento: Preparación del crisol porta muestras: los crisoles se lavan con agua y jabón y posteriormente con agua destilada. Se secan con papel toalla y se verifica que cuente con una identificación. Luego se calienta en el horno de mufla a 550 °C por 1 hora. Después de este tiempo, se saca el crisol con una pinza y se coloca en un desecador durante 30 minutos.

Pesado del crisol: el crisol preparado, se saca del desecador con las pinzas y se pesa en balanza analítica. Este peso y su número de identificación se anotarán en el cuaderno de laboratorio.

Pesado de la muestra: en el crisol ya pesado, se depositará 2 gramos de muestra previamente molida y homogenizada. Este peso se anotará en el cuaderno, así como la identificación de la muestra y sus características físicas (color, textura, olor, otras).

Toma de datos: en el cuaderno se realizará un cuadro donde se anoten los siguientes datos: número de crisol, nombre de alumno, fecha, tipo de muestra, peso de crisol vacío, peso de muestra antes de calcinar. Esta información se escribe para cada una de las muestras que se vayan a trabajar en el laboratorio (ver formato sugerido).

Proceso de calcinado: los crisoles con las muestras se colocan dentro del horno de mufla. Luego, este se cierra y se programa para que llegue a la temperatura deseada, en este caso, 550 °C por dos horas. Después de este tiempo, el horno se apagará automáticamente y comenzará a enfriarse muy lentamente por lo que no se debe abrir hasta verificar que la temperatura interior se encuentre en al menos 70 °C. Todo este proceso puede llevar aproximadamente ocho a diez horas.

Finalización del procedimiento: cuando ya se ha alcanzado aproximadamente los 70 °C, los crisoles se sacan con una pinza y se colocan en un desecador hasta que se enfríen (generalmente una hora). Después de este tiempo se pesan y se anota el dato. La muestra de ceniza sirve para la determinación de minerales. Para ello, se realiza un procedimiento llamado solubilización de cenizas, en la cual, se agregan ácidos para digerirla, lo que permite que quede en condiciones óptimas de preservación y medición.

Cálculos para determinar el porcentaje de cenizas:

Peso de muestra = Peso de crisol con muestra - Peso de crisol vacío

Peso de la ceniza = Peso de crisol con muestra después de incinerar – Peso de crisol vacío

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

#### **A-4. Determinación de proteína cruda en alimentos**

Procedimiento:

Digestión.

– Pesar entre 0.1 y 0.2 g de muestra y colocarla en un tubo tecator para micro kjeldahl de 250 mL.

– Agregar al tubo, que contiene la muestra pesada: 6.0 mL de ácido sulfúrico concentrado. 3.0 g de la mezcla de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre).

– Agitar suavemente durante 5 minutos ésta mezcla y colocar los tubos en el equipo de digestión Kjeldhal, al mismo tiempo conectar el sistema de extracción de vapores y condensación de gases. Retirar los tubos cuando la solución se torne de color azul o verde (dependiendo del indicador).

Destilación:

– Dejar enfriar los tubos y agregar aproximadamente 80 mL agua destilada, esperar a que enfrien nuevamente. – Colocar el tubo en el equipo de destilación.

– En un erlenmeyer de 250 mL colocar 25 mL de la solución de ácido bórico al 4%, más indicadores (verde de bromocresol y rojo de metilo), y colocarlo en el aparato de destilación (solución de color rojo).

– Agregar 60 mL de solución de hidróxido de sodio al 35 %.

– Recibir el destilado en el erlenmeyer de 250 mL el que debe estar en el aparato después de 5 minutos de trabajo del mismo (hasta que complete la destilación se observará un cambio de color del indicador de rojo a verde. Deje enfriar el tubo por 10 a 15 minutos y luego retirarlo).

Titulación

– Titular el destilado obtenido con solución de ácido clorhídrico 0.1 N hasta cambio de color del indicador que va de verde a rojo. Y determinar la cantidad de proteína en la muestra mediante las ecuaciones 1 y 2.

Cálculo para determinar el porcentaje de nitrógeno

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Volumen de HCL en mL}) \times N \text{ de HCl} \times 0.014 \times 100}{\text{Pesode muestra (g)}}$$

0.014= miliequivalente del nitrógeno.

$$\% \text{ de proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

#### **A-5. Determinación de Extracto Etéreo (grasa) (Método Soxhlet)**

PROCEDIMIENTO:

1. Pese en papel filtro (papel filtro corriente N°1) más o menos 2 gramos de muestra a la que se le ha determinado la humedad a 105°C. (anote el peso como “peso de muestra”).



2. Doble el papel filtro (un pequeño tamalito), colóquelos con un dedal de extracción limpio y seco. (Anote la identificación del dedal con la muestra respectiva).
3. Cubra la muestra con un papel filtro de casi igual diámetro al interior del dedal o póngale algodón. Esto permite que el éter se distribuya en forma uniforme sobre la muestra.
4. De los balones que lavó con detergente, identifíco y seco a 105° C por 2 horas, Pese un balón o frasco esmerilado para E.E. (tómelo con pinzas o guantes), anote ese peso como peso inicial o peso de balón vacío.
5. Coloque el dedal con la muestra en el recipiente para muestras (corneta) y fíjelo bajo el condensador del aparato de extracción Soxhlet.
6. Arme la corneta de extracción con la muestra al balón y Agregue 150 a 200 ml de éter y complete su armado al condensador (balón, corneta, condensador).
7. Abra la llave del agua que enfría el condensador, coloque los balones en la cocina de calentamiento (que quede en contacto uniforme) y prenda los calentadores.
8. Observe si hay escapes de éter después de que este comienza a hervir y condensarse.  
NOTA: Cuando el nivel del éter en el frasco de grasa baje a su nivel constante, debido a que en una porción siempre esté volatilizándose y condensándose, el aparato puede dejarse solo y realizar observaciones periódicas. El periodo de extracción es de 4 a 5 horas si el flujo de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo ó durante 16 horas si es de 2 gotas por segundo. Pero en el equipo de extracción soxhlet en promedio se utilizan 8 horas de condensación y reflujo continuo de solvente en la muestra.
9. Después de que la extracción se complete, baje los balones de las placas de calentamiento y extraiga el dedal de la corneta y permita que este dedal drene completamente. (cuidado con los vapores que desprende ya que puede causar un incendio, lo recomendable es alejar los dedos inmediatamente y evite el uso de celulares por la estática).
10. . Después de remover los dedos con las muestras, arme el sistema de condensación nuevamente en su lugar para recoger el éter remanente en los balones. (recuperación de excedente de eter).
11. Poco antes de que el éter en los frascos de grasa se evapore hasta sequedad, remueva los frascos o balones de grasa.

12. Vacíe el éter de los tubos recibidores (condensadores) en un recipiente especial para conservar el éter usado.
13. Complete la evaporación del éter que queda en los frascos de grasa, dejándole sobre la mesa de trabajo un rato.
14. Seque los frascos de grasa en una estufa a 100°C por 30 minutos, después enfríelos en el desecador a temperatura del laboratorio y péselos (anote el peso de balón +EE).

#### **A-6. Determinación de fibra cruda**

##### Procedimiento

- Realizar el análisis por duplicado. - Marcar con lápiz o plumón permanente la numeración correspondiente a las bolsas para análisis de fibra (ANKOM F57).
- Secar las bolsas previamente en estufa a 105° C por 1 hora, enfriar en desecador - Pesar las bolsas vacías en balanza analítica y registrar el peso.
- Pesar aproximadamente de 0.5 a 1.0 g de la muestra desengrasada directamente en la bolsa. (NOTA: si la muestra es muy voluminosa como los forrajes pesar 0.5 g)
- Sellar la bolsa dejando aproximadamente 0.5 cm a partir del borde con ayuda del sellador de bolsas. - Colocar las bolsas con muestra en el suspendedor de bolsas (cesta de digestión y colocar 3 bolsas por canasta), del equipo de digestión e introducir dicho suspendedor en el equipo, poniendo la pesa sobre la última canasta para mantener el suspendedor sumergido en la solución de interés.
- Añadir 2000 ml (2 L) de la solución de ácido sulfúrico 0.255 N  $\pm$  0.005 N a la cámara del digestor (teniendo cuidado que la valvula de drenaje este en posición de cerrado) y cerrar la tapa del equipo.
- Encender los botones de agitación y calentamiento del equipo y dejar en digestión por 45 min a 1 hora en digestión. La temperatura será controlada automáticamente a 100°C.
- Después de 45 min. Apagar el botón de calentamiento. (NOTA: dejar encendido el botón de agitación, para evitar que las cestas se peguen o quemen).
- Abrir la válvula de escape poco a poco y drenar la cámara de digestión lentamente, antes de abrir la tapa del equipo. - PRECAUCIÓN: Cerciorarse que la solución se ha drenado totalmente antes de abrir la tapa, ya que la cámara de digestión, está caliente y bajo presión.

- Abrir la tapa del equipo

Añadir rápidamente 2000 mL (2 L) de agua destilada caliente (90-100° C) cierre la tapa sin apretar y enjuagar durante 5 a 10 min con agitación.

- Drenar el agua de enjuague y repetir el paso anterior 2 veces más. - Añadir 2000 ml de solución de Hidróxido de sodio al 0.3125 N  $\pm$  0.005 N a la cámara del digestor (cerciorandose de haber cerrado la válvula de drenaje) y cerrar la tapa del equipo.

- Encender el botón de calentamiento del equipo y dejar por 45 minutos a 1 hora en extracción. La temperatura será controlada automáticamente a 100°C.

- Después de 45 min a 1 hora. Apagar el botón de calentamiento. (NOTA: dejar encendido el botón de agitación, para evitar que las cestas se peguen o quemen).

- Abrir la válvula de escape y drenar la cámara de digestión poco a poco, antes de abrir la tapa del equipo. - PRECAUCIÓN: Cerciorarse que la solución se ha drenado totalmente antes de abrir la tapa, ya que la cámara de digestión, está caliente y bajo presión. - Abrir la tapa del equipo.

- Añadir 2000 mL de agua destilada caliente (90-100° C) cierre la tapa sin apretar y enjuagar durante 5 a 10 min. - Drenar el agua de enjuague y repetir el paso anterior 3 veces más. (la última lavada se hace con agua destilada a temperatura ambiente, para poder manipular las bolsas).

- Retirar las bolsas con muestra del equipo y presionarlas suavemente con la mano para eliminar el exceso de agua (exprimir suavemente).

- Apagar el equipo.

- Colocar las bolsas en un frasco resistente a la acetona y cubrir completamente con dicho solvente. (se hace con el objeto de disolver cualquier remanente que pueda interferir el análisis)

- Cerrar el frasco y poner en agitación constante de 5 a 10 min. - Retirar las bolsas del frasco con acetona y escurrir presionando suavemente para eliminar el exceso de solvente.

- Acomodar en una charola y dejar en campana de extracción hasta que el olor a acetona desaparezca. - Llevar la charola con bolsas a estufa a 100° C hasta peso constante. (secada toda la noche).

- Sacar las bolsas de la estufa y dejar enfriar en desecador o a temperatura ambiente. - Pesar en balanza analítica anotando el peso. - Determinar el porcentaje de Fibra cruda.

## A-7. Determinación de Fosforo en alimentos

### PROCEDIMIENTO

Estándares de fosforo, A partir de una solución madre de 1000 ppm de fosforo preparar una solución stock de 100 ppm. Curva de calibración De la solución stock de 100 ppm de fosforo, preparar los siguientes estándares: 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm y 20 ppm. Muestra. Digestión de la muestra (vía seca) La ceniza se trata con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada. Se agita y calienta cerca del punto de ebullición. Después se filtra a través de un papel filtro libre de cenizas quedando en el filtrado los minerales; y en el papel filtro sílice. Preparación de muestra y lectura. Pipetear 5.0 ml de la solución de cenizas y transferirlos a un tubo de ensayo. Añadir 2.0 ml de solución Molibdato-Vanadato, agitar y dejar en reposo durante 30 min. Transcurrido el tiempo, leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 420 nm. Llevar un blanco para ajustar el cero de absorbancia en el equipo. Recuerde que si es necesario hay que hacer diluciones.

### CÁLCULOS:

Para calcular la Concentración de Fósforo (ppm) en la muestra utilice los datos de peso y absorbancia de la muestra del cuadro de datos y utilice las absorbancias y concentración de estándares que se da en el formato de reporte.

Recuerde que para encontrar los resultados lo tiene que hacer utilizando la gráfica y la fórmula matemática siguiente:

Ley de Beer-Lambert:

$$CM_x = \frac{AM_x \cdot CSt}{ASt} \times FD$$

Donde:

CM<sub>x</sub>: Concentración de la muestra. AM<sub>x</sub>: Absorbancia de la muestra. CSt: Concentración del estándar. ASt: Absorbancia del estándar. FD: Factor de Dilución de la muestra.

Para pasar las partes por millón a %, % de P = *ppm de Fosforo* /10,000.

## A-8. Análisis del contenido de minerales por el método de espectrofotometría de absorción atómica de llama, (Método AOAC 985.35)

Procedimiento.: Agregar al crisol que contiene las cenizas 5 ml de HCl concentrado medidos con probeta. Añadir con probeta 20 ml de agua destilada, poner el crisol en Hotplate más o menos a 100 °C y evaporar el líquido hasta aproximadamente 10 ml. (Realizar en cámara de extracción de gases). Enfriar la solución a temperatura ambiente. Filtrar, utilizando papel Whatman 42 y continuar lavando el crisol con porciones de agua destilada hasta que esté libre de residuo. Recibir en balón volumétrico de 100 ml limpio y seco. Aforar el balón con agua destilada, rotular y conservar la solución para la determinación de minerales.

## 2.0 Determinación de Minerales por espectrofotometría de Absorción Atómica.

### 2.1 Procedimiento de Encendido del Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMADZU AA 7000.

1. Encender: La computadora, el módulo base (Formato de llama), el auto muestreador, y la chimenea de extracción de gases de la combustión.

2. Abrir la válvula del cilindro de gas acetileno y conectar el compresor para el suministro de oxígeno.

3. Acceder al programa del equipo (Wizard).

4. Seleccionar la plantilla del elemento a determinar.

5. Conectar el equipo AA700 a la computadora y esperar a que se realicen todos los chequeos de los dispositivos de seguridad (ya que si no se realizan no se puede encender la llama)

6. Colocar los parámetros generales de lectura y encender la lámpara.

7. Encender la llama presionando los botones de purga e ignición.

8. Dejar estabilizar el equipo por 15 minutos.

9. Diseñar la hoja de trabajo, colocando el blanco, los estándares y la identificación de la muestra y la posición respectiva en el carrete del auto muestreador.

10. Colocar en el auto muestreador los estándares, blanco y las muestras según el orden establecido en la hoja de trabajo.

11. Dar clic en la opción Rinse, para que el equipo realice un lavado de la aguja de la manguera de aspiración.

12. Dar clic en la opción Auto-cero, para que el equipo lleve la línea de lectura hasta la posición de cero. Dar clic en start y automáticamente inicia las lecturas. Tomar nota de los resultados obtenidos.

## 2.2 Determinación de calcio

### Procedimiento

Preparación del blanco: Agregar en un balón volumétrico de 100.0 ml, 5.0 ml de ácido clorhídrico concentrado y 6.0 ml de solución de lantano (50 g/L), llevar a volumen con agua destilada y homogenizar. Colocar esta solución en el equipo de Absorción Atómica y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor en la medición de la muestra.

Preparación de soluciones Estándar: A partir de la solución madre de calcio de 1000 ppm Ca, preparar una solución stock de 100.0 ppm. A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.3, 2.0, 3 y 6.0 ppm Ca, llevar a volumen utilizando agua destilada.

Muestra: Pipetear 25.0 ml del filtrado obtenido en la solubilización de cenizas de la muestra a un balón volumétrico de 100.0 ml, adicionar 6.0 ml de solución de Lantano (50 g/L). Llevar a volumen con agua destilada. Colocar la muestra en equipo de Absorción Atómica y leer. En caso de ser necesario, realizar diluciones adecuadas de la muestra tratada.

Medición: Longitud de onda: 422.7 nm, Rango de concentración de curva de calibración: 0.3 ~ 6 µg/ml

Parámetros de aceptación de curva de calibración: Para la aceptación de la curva se tomará como referencia el coeficiente de correlación ( $r$ ), el cual deberá presentar un valor mínimo de 0.9900. Si se obtiene un valor por debajo de este, se deberá repetir la curva de calibración, y si se obtiene el mismo valor, se deberá preparar nuevamente un set de estándares.

## A-9 Informes de resultados de análisis bromatológico

No de Referencia: CEAA- A					
Nombre del cliente: Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador					
Identificación de muestra: Ajonjolí					
Lugar de toma de muestra: Planta de procesamiento agroindustrial					
Fecha de muestreo: 09-09-2021			Fecha de recepción de muestra: 09-09-2021		
Fecha de análisis : 16-09-2021			Fecha de elaboración de informe: 10-12-2021		
Determinación	Resultado	Unidades	Valor de referencia*	Fuente	Método de análisis
Contenido de Humedad	4.83	%	4.69	INCAP	Gravimétrico
Materia Seca	94.92	%	95.31	INCAP	Diferencia
Cenizas	4.56	%	4.45	INCAP	Gravimétrico
Proteína	21.02	%	17.73	INCAP	Kjeldahl
Extracto etéreo	32.28	%	49.67	INCAP	Soxleth
Fibra Cruda	23.28	%	11.80	INCAP	Ankom
Carbohidratos	15.08	%	23.45	INCAP	Diferencia
Calcio	228.53	mg/100 g	975	INCAP	AA por llama
Magnesio	61.75	mg/100 g	351	INCAP	AA por llama
Hierro	6.26	mg/100 g	14.55	INCAP	AA por llama
Zinc	1.52	mg/100 g	7.75	INCAP	AA por llama
Sodio	3.82	mg/100 g	11	INCAP	AA por llama
Potasio	411.15	mg/100 g	468	INCAP	AA por llama
Fósforo	500.52	mg/100 g	629	INCAP	Colorimétrico
			Observaciones: Los valores de proteína cruda el factor específico utilizado fue de 5.30.		
			Recomendaciones:		

\*valores del INCAP expresados en mg/100 g de muestra

  
 Lic Emerson Gustavo Martínez Hernández

  
 Lucio Antonio Mejía Rodríguez


Jefe del departamento de Química Agrícola


Analista Depto. Química Agrícola



No de Referencia: CEEA- B					
Nombre del cliente: Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador					
Identificación de muestra: Ajonjoli					
Lugar de toma de muestra: Planta de procesamiento agroindustrial					
Fecha de muestreo: 09-09-2021			Fecha de recepción de muestra: 09-09-2021		
Fecha de análisis : 16-09-2021			Fecha de elaboración de informe: 10-12-2021		
Determinación	Resultado	Unidades	Valor de referencia*	Fuente	Método de análisis
Contenido de Humedad	5.1	%	4.69	INCAP	Gravimétrico
Materia Seca	94.61	%	95.31	INCAP	Diferencia
Cenizas	4.54	%	4.45	INCAP	Gravimétrico
Proteína	22.41	%	17.73	INCAP	Kjeldahl
Extracto etéreo	40.36	%	49.67	INCAP	Soxleth
Fibra Cruda	22.78	%	11.80	INCAP	Ankom
Carbohidratos	5.89	%	23.45	INCAP	Diferencia
Calcio	218.54	mg/100 g	975	INCAP	AA por llama
Magnesio	61.65	mg/100 g	351	INCAP	AA por llama
Hierro	6.55	mg/100 g	14.55	INCAP	AA por llama
Zinc	1.51	mg/100 g	7.75	INCAP	AA por llama
Sodio	2.12	mg/100 g	11	INCAP	AA por llama
Potasio	507.32	mg/100 g	468	INCAP	AA por llama
Fósforo	543.13	mg/100 g	629	INCAP	Colorimétrico
			Observaciones: Los valores de proteína cruda el factor específico utilizado fue de 5.30.		
			Recomendaciones:		

\*valores del INCAP expresados en mg/100 g de muestra

  
 Lic Emerson Gustavo Martínez Hernández  
 Jefe del departamento de Química Agrícola

  
 Lucio Antonio Mejía Rodríguez  
 Analista Depto. Química Agrícola





No de Referencia: CEEA- C					
Nombre del cliente: Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador					
Identificación de muestra: Ajonjolí					
Lugar de toma de muestra: Planta de procesamiento agroindustrial					
Fecha de muestreo: 09-09-2021			Fecha de recepción de muestra: 09-09-2021		
Fecha de análisis : 16-09-2021			Fecha de elaboración de informe: 10-12-2021		
Determinación	Resultado	Unidades	Valor de referencia*	Fuente	Método de análisis
Contenido de Humedad	4.97	%	4.69	INCAP	Gravimétrico
Materia Seca	94.75	%	95.31	INCAP	Diferencia
Cenizas	4.63	%	4.45	INCAP	Gravimétrico
Proteína	21.94	%	17.73	INCAP	Kjeldahl
Extracto etéreo	37.87	%	49.67	INCAP	Soxleth
Fibra Cruda	26.19	%	11.80	INCAP	Ankom
Carbohidratos	5.43	%	23.45	INCAP	Diferencia
Calcio	231.35	mg/100 g	975	INCAP	AA por llama
Magnesio	63.62	mg/100 g	351	INCAP	AA por llama
Hierro	7.04	mg/100 g	14.55	INCAP	AA por llama
Zinc	1.60	mg/100 g	7.75	INCAP	AA por llama
Sodio	2.33	mg/100 g	11	INCAP	AA por llama
Potasio	459.04	mg/100 g	468	INCAP	AA por llama
Fósforo	574.91	mg/100 g	629	INCAP	Colorimétrico
			Observaciones: Los valores de proteína cruda el factor específico utilizado fue de 5.30.		
			Recomendaciones:		


\*valores del INCAP expresados en mg/100 g de muestra

  
 Lic Emerson Gustavo Martínez Hernández  
 Jefe del departamento de Química Agrícola

  
 Lucio Antonio Mejía Rodríguez  
 Analista Depto. Química Agrícola



No de Referencia: CEEA- PROMEDIO			
Nombre del cliente: Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador			
Identificación de muestra: Ajonjolí			
Lugar de toma de muestra: Planta de procesamiento agroindustrial			
Fecha de muestreo: 09-09-2021		Fecha de recepción de muestra: 09-09-2021	
Fecha de análisis : 16-09-2021		Fecha de elaboración de informe: 10-12-2021	
Determinación	Resultado	Unidades	Método de análisis
Contenido de Humedad	4.97	%	Gravimétrico
Materia Seca	94.76	%	Diferencia
Cenizas	4.62	%	Gravimétrico
Proteína	21.79	%	Kjeldahl
Extracto etéreo	36.84	%	Soxleth
Fibra Cruda	34.48	%	Ankom
Carbohidratos	5.66	%	Diferencia
Calcio	226.14	mg/100 g	AA por llama
Magnesio	62.34	mg/100 g	AA por llama
Hierro	6.62	mg/100 g	AA por llama
Zinc	1.54	mg/100 g	AA por llama
Sodio	2.76	mg/100 g	AA por llama
Potasio	459.17	mg/100 g	AA por llama
Fósforo	539.52	mg/100 g	Colorimétrico
Observaciones: Los valores de proteína cruda el factor específico utilizado fue de 5.30.		Recomendaciones: La semilla de ajonjolí es apta para el consumo humano, es rica en minerales y se puede utilizar para la panadería o elaborar aceites.	

  
Lic Emerson Gustavo Martínez Hernández

Jefe del departamento de Química Agrícola

  
Lucio Antonio Mejía Rodríguez

Analista Depto. Química Agrícola

