

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN MUESTRAS DE HARINA DE MARANGO (*Moringa oleífera*) OBTENIDAS MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SECADO, EN LA COOPERATIVA LOS LAGOS R.L DEL DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA, NICARAGUA”

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

PRESENTADA POR:

BR. MARÍA ESPERANZA MENDOZA AVILÉS

TUTOR

DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, NICARAGUA, SEPTIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN MUESTRAS DE HARINA DE MARANGO (*Moringa oleífera*) OBTENIDAS MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SECADO, EN LA COOPERATIVA LOS LAGOS R.L DEL DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA, NICARAGUA”

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

PRESENTADA POR:

BR. MARÍA ESPERANZA MENDOZA AVILÉS

TUTOR

DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, NICARAGUA, SEPTIEMBRE 2017

DEDICATORIA

En primera instancia, quiero mencionar al creador de nuestras vidas como es DIOS, guiándonos por el mejor camino y estando en cada momento de nuestra emprendedora vida.

A mis padres, enseñándonos el verdadero valor de las cosas, a través de su apoyo moral y económico guiándonos para ser personas de bien.

A mis hermanos, que, de una u otra forma, nunca nos han abandonado y siempre nos han motivado.

A Compañeros de estudio universitario quienes presentaron su alegría para nosotros y de quienes siempre los recordaremos.

A todos los docentes que estuvieron presente brindando sus conocimientos y metodología durante el transcurso de la carrera de Licenciatura en Química.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a muchas personas que de una u otra forma nos ayudaron a llevar a cabo esta tarea.

- DIOS nuestro padre celestial a nuestra madre la virgen María por darnos la vida y oportunidad de llegar al final de esta parte de nuestra meta y deseos de superación.
- A mis padres Hermanos, Familiares y Amistades que siempre nos motivaron, aconsejaron a que siguiéramos adelante por buen camino.
- Dr. Sergio López Grío nuestro tutor al guiarnos al desarrollo de nuestro trabajo, demostrando su paciencia y preocupación con nosotros.
- MSc. Claudia Alvarado analista del laboratorio de suelo de la UNAN-LEON quien siempre estuvo pendiente ayudándonos y apoyándonos en los análisis realizados para concluir con nuestra investigación.

Tabla de contenido

I RESUMEN	1
II.INTRODUCCIÓN:	2
III.JUSTIFICACIÓN	3
IV.ANTECEDENTES	5
V.OBJETIVOS	7
V.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
V.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
VI.MARCO TEÓRICO	8
VI.1 MORINGA OLEÍFERA.....	8
VI.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE MORINGA OLEÍFERA.....	8
VI.2.1 ÁRBOL.....	8
VI.2.2 HOJAS.....	8
VI.2.3 FLORES	9
VI.2.4 FRUTOS Y SEMILLAS.....	9
VI.3 DISTRIBUCION	9
VI.3.1 CULTIVO EN NICARAGUA.....	10
VI.4 CONDICIONES AGROECOLOGICAS	10
VI.4.1 CLIMA	10
VI.4.2 SUELOS Y TOPOGRAFIA	10
VI.5 USOS DE LA MORINGA.....	11
VI.6 VALOR NUTRICIONAL	12
<i>Tabla VI.1</i> Valor nutricional del polvo de hojas deshidratadas.....	12
<i>Tabla VI.2</i> Composición Química de la hoja de Moringa deshidratada.....	13
VI.7 SECADO NATURAL	14
VI.8 SECADO AL HORNO	15
VI.9 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO.....	15
VI.10 FUNDAMENTOS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA MORINGA OLEÍFERA.....	15
VI.10.1 PROTEÍNA.....	15
VI.10.2 HUMEDAD	16
VI.10.3 CENIZAS.....	16

VI.10.4 CARBOHIDRATOS	17
VI.10.5 GRASA	17
VI.10.6 FIBRA	17
VI.11 TRATAMIENTO DE DATOS	18
VI.11.1 PRUEBA DE COCHRAN	19
VI.11.2 COMPARACIÓN DE MEDIAS APAREADAS.....	19
VI.11.3 COEFICIENTE DE CORRELACION	20
VII.DISEÑO METODOLÓGICO	21
VII.1 HIPÓTESIS	21
VII.1.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO	21
VII.1.2 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (HI)	21
VII.1.3 HIPÓTESIS NULA (H ₀)	21
VII.2 RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES	22
VII.2.1 REACTIVOS	22
VII.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO.....	22
VII.2.3 CRISTALERÍA	23
VII.3. PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.....	23
VII.3.1 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 5 % (P/V)	23
VII.3.2 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 35%	23
VII.3.3 INDICADOR MIXTO	23
VII.3.4 SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO AL 2%	24
VII.3.5 SOLUCIÓN ESTANDARIZADA DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.1N.....	24
VII.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
VII.4.1 PARADIGMA	24
VII.4.2 AFINIDAD.....	24
VII.5 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	25
VII.5.1 VARIABLES INDEPENDIENTES	25
VII.5.2 VARIABLES DEPENDIENTES DIRECTAS.....	25
VII.6 DELIMITACIÓN DEL CAMPO DE ESTUDIO	25
VII.6.1 SELECCIÓN DE MUESTRA	26
<i>Figura VII.1</i> Ubicación geográfica de la plantación de Moringa oleífera en el pueblo de Israel-Villanueva.	27

VII.6.2 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA.....	27
VII.6.3 LOCALIZACIÓN.....	27
VII.6.4 RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES	27
VII.6.5 INSTALACIONES	27
VII.7 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	28
VII.7.1 RECOLECCIÓN.....	28
VII.7.2 LAVADO	29
VII.7.3 SECADO	30
VII.7.4 MOLIENDA	31
VII.7.5 TAMIZAJE	32
VII.7.6 ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN.....	33
VII.8 ESTUDIO PRELIMINAR	33
VII.8.1 ESTUDIO HISTOLÓGICO Y ANÁLISIS FISICOQUIMICO	33
VII.8.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA A ANALIZAR.....	34
VII.8.3 ESTUDIO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN HARINA DE MARANGO:	34
VII.9 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	35
VII.9.1 DETERMINACIÓN DE NITROGENO ⁽²⁸⁾ Y PROTEÍNA CRUDA ⁽²⁹⁾	35
VII.9.2 DETERMINACIÓN DE CENIZA ⁽³⁰⁾	36
VII.9.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD ⁽³¹⁾	37
VII.9.4 DETERMINACIÓN DE GRASA TOTAL ⁽³²⁾	38
VII.9.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA ⁽³³⁾	39
VIII RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
VIII.1.1 PROCESO DE SECADO NATURAL.....	42
VIII.1.2 PROCESO DE SECADO HORNO.....	43
VIII.2 DETERMINACIÓN DE LAS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE HARINA OBTENIDAS MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SECADO.....	44
VIII.2.1 PROTEÍNA.....	45
VIII.2.2. CENIZA	46
VIII.2.3 HUMEDAD	47
VIII.2.4 GRASA	48
VIII.2.5 FIBRA	49

VIII.2.6 CARBOHIDRATO	50
VIII.3 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	52
VIII.3.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	52
VIII.3.1.1 TEST DE COCHRAN.....	53
VIII.3.1.2 TEST DE COMPARACIÓN MEDIAS APAREADAS MÚLTIPLES.....	54
VIII.3.2 COMPARACIÓN DE LOS METODOS DE SECADO	57
IX CONCLUSIÓN	61
X RECOMENDACIONES.....	62
XI BIBLIOGRAFÍA	63
XI ANEXO	68

I RESUMEN

La determinación de parámetros físico-químicos en alimentos es de gran importancia porque permiten determinar sus propiedades nutricionales. Estos parámetros pueden ser determinados utilizando diversas técnicas instrumentales entre las que se mencionan, espectrofotometría de ultra violeta visible, absorción atómica, volumetría, gravimetría, potenciometría, etc.

En el presente trabajo se determinaron parámetros fisicoquímicos a las hojas de Moringa Oleífera (Harina) sometidas a dos diferentes métodos de secado; Secado Natural y Secado Horno. Tomando en consideración el periodo de corte establecido por la Cooperativa Los Lagos R.L. ubicada en Israel-Villanueva quienes prestaron sus instalaciones para llevar a cabo todo el procedimiento para la obtención de harina de Marango. Para la determinación de parámetros fisicoquímicos se basó en los métodos oficiales de la AOAC. Los parámetros a ser evaluados fueron: Ceniza, Humedad, Fibra, Proteína, Grasa y Carbohidrato. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Suelo de la facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-LEON. Los resultados fueron analizados mediante la variación observada de los parámetros mencionados.

La investigación se complementó con un análisis estadístico aplicando diferentes test: Test de COCHRAN, Comparación de Medias y Correlación aportando información sobre la eficiencia de los dos métodos de secado. De los resultados se puede concluir que entre ambos métodos de secado .no existe diferencia estadística entre los parámetros evaluados. El estudio llevado a cabo nos permitió establecer las bases de la posible continuación de estudios a mayor amplitud en el ámbito de alimentos con procedimientos de secado y características similares a la de las Hojas de Moringa Oleífera.

II.INTRODUCCIÓN:

Las plantas con atributos medicinales y alimenticios fueron las primeras plantas utilizadas en forma empírica para la cura de enfermedades o propiedades que padeciera o necesitara el hombre, con el avance del tiempo se identificó de esta manera las que curaban de las que mataban.

La Moringa Oleífera es un árbol conocido mundialmente por su costo tan bajo y sus cualidades tan extensas, es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico. Existen innumerables beneficios de la planta moringa, siendo una solución fácilmente disponible para el problema de la desnutrición.

Es un árbol al cual se le atribuyen cuantiosas propiedades, tanto benéficas a la salud como al medio ambiente; desde un fuerte potenciador de la nutrición humana, hasta un método natural de tratamiento de aguas fluviales y aguas turbias. Estos beneficios se obtienen a través de diferentes productos, como son las hojas del árbol, los tallos, las raíces, el fruto, la flor y las semillas.

Las hojas tienen grandes cualidades nutritivas: más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca y más proteína que ningún otro vegetal. Posee gran capacidad de resistencia a la sequía, es un árbol forrajero que crece en todo tipo de suelos desde ácidos hasta alcalinos es cultivable en regiones áridas y semiáridas. Estudios científicos acerca las propiedades benéficas de Moringa oleífera, confirman que fomenta la reducción de glucosa, disminuye los índices de anemia por deficiencia de hierro.

III.JUSTIFICACIÓN

Los pocos estudios orientados a las hojas de Moringa Oleífera han demostrado la presencia de componentes químicos. En la actualidad, en muy pocas regiones se empieza a cultivar el árbol con fines comerciales, principalmente por los nutrientes y vitaminas que ofrecen sus hojas. En Nicaragua se ha empezado a obtener provecho del árbol, por ser un país con clima tropical y con una gran gama de suelos, reúne las condiciones propicias para desarrollar el cultivo del árbol de moringa en varios Departamentos.

Es así como en el país ya se ha dado a conocer el gran valor nutritivo de las hojas del árbol de moringa, las cuales han sido comercializadas como cápsulas nutritivas y suplementos alimenticios de origen natural; sin embargo, aún no se tienen estudios concretos de la hoja de moringa naturalizada en Nicaragua, ni de los productos finalizados que tienen como materia prima la hoja de Moringa.

Este trabajo de graduación busca contribuir como primer paso al desarrollo de conocimientos científico de las hojas de Moringa teniendo como objeto de estudio la Harina de Moringa que es elaborada de manera natural, sin aditivos químicos, y que tiene como materia prima la Hoja de Moringa Oleífera. Esta Harina de Moringa es elaborada en el Departamento de Chinandega en el municipio de Somotillo donde se ha cultivado y procesado en Cooperativa Los Lagos R.L. Para lograr este objetivo se recolectaron muestras de la Cooperativa Los Lagos R.L; se realizaron todos los pasos y procedimientos establecidos por los manuales propios de la Cooperativa. Se llevaron a cabo los dos métodos de secado tanto Natural como Horno, para obtener veracidad, un enfoque más amplio de ambos métodos, así como comparación de resultados y el valor nutricional ganado o perdido durante su elaboración.

Se realizara un análisis fisicoquímico de cada una de las Harinas elaboradas aleatoriamente por los dos métodos de secado realizados en la Cooperativa Los Lagos R.L. Para uso de esta Harina y/o Suplemento Alimentico en forma pura 100% Natural.

Los resultados obtenidos proveerán un panorama más amplio de los componentes de la Hoja de moringa y permiten explotar al máximo su potencial. Esto también colaboraría con la documentación científica propia de la Cooperativa y los valores nutricionales de sus harinas a través de los dos métodos implementados en la misma, ya que al conocer las propiedades de la Hoja, se puede incentivar el cultivo del árbol en más regiones, y así aprovechar los numerosos beneficios, tanto de la hoja como del resto de la planta.

IV.ANTECEDENTES

El uso de plantas para curar enfermedades es una práctica que sea ido desarrollando con el tiempo, remplazando los medicamentos por un producto de origen natural, permitiendo de esta manera que el ser humano se incline a consumir lo natural que lo químico, y más en países en donde el hambre y la desnutrición de niños, jóvenes y adultos se ven claramente afectados.

El número de personas desnutridas en todo el mundo llega a casi 1.000 millones, una cifra equivalente a la suma de la población de América del Norte y Europa, según la OMS en Colombia existe entre un 10 y 19% de personas en condiciones de sub-desnutrición. ⁽¹⁾

Los habitantes de África padecen problemas de desnutrición asociados a las precarias condiciones de vida que imperan en regiones de extrema pobreza, donde su alimentación está basada en plantas silvestres trituradas cuyo contenido nutricional es muy pobre o nulo. ⁽²⁾

Es por ello que plantas como Moringa oleífera que crecen en climas extremos y en pobres condicione, pueden ser una solución factible debido a su alto y promisorio contenido nutricional, adaptando una serie de métodos tradicionales para eliminar la desnutrición.

El árbol de moringa es nativo del subcontinente de la India y se ha propagado por todas partes del mundo. Los romanos, los griegos y los egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume y loción. Desde hace siglos se han ocupado las vainas y hojas de la moringa como alimento en las regiones de Asia y África para satisfacer las demandas alimenticias de la población. ⁽³⁾

Fue introducido a Nicaragua desde mediados del siglo pasado, por lo tanto se tienen pocos estudios de investigación de la especie que crece en el país. Se sabe que el árbol se ha naturalizado en Jinotega, Estelí, Boaco, Madriz, Chinandega y León en

terrenos de clima cálido; sin embargo, son escasas las regiones en donde se planta y cultiva el árbol como tal, porque al ser de rápido crecimiento, y que resiste fácilmente la sequía, crece como árbol silvestre sin cuidado y aprovechamiento. (4)

A nivel de tesis se han desarrollado las siguientes investigaciones: “La Utilización de la hoja de la Moringa oleífera como filtro natural” realizado por el ingeniero Juan Miguel Murillo Guillén, como trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero en Alimentos, en 1996, en donde se concluyó que la semilla de moringa tuvo un mejor comportamiento al compararse con el sulfato de aluminio y un mejor desempeño como removedor de sólidos disueltos en agua. (5)

“Determinación de la acción antiespasmódica de las infusiones de las flores, hojas, raíces, semillas y tallos de Moringa oleífera.” realizado por la estudiante Ingrid Sofía Rizo Juárez, como trabajo de graduación para optar al título de Químico Farmacéutico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en 1989, en donde se determinó que únicamente las infusiones de semilla presentaron acción inhibitoria del espasmo intestinal. (6)

Determinación de la acción diurética de las infusiones de las semillas, tallos, raíces y hojas de Moringa oleífera” realizado por el estudiante Eddy Antonio Aguilar Mejía, como trabajo de graduación para optar al título de Químico Farmacéutico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias, en 1990, en donde no se comprobó el efecto diurético atribuido popularmente a la semilla de moringa en comparación con un fármaco de referencia. (7).

Observando el potencial de esta planta y siguiendo una tendencia global de buscar fuentes de alimentación más sostenibles y de mayor rentabilidad en países de escasos recursos económicos, en Nicaragua se desarrolla un programa de fortalecimiento para producción y desarrollo de materia prima para la elaboración de alternativas alimenticias a partir de diferentes especies y particularmente con Moringa Oleífera.

V.OBJETIVOS

V.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar parámetros fisicoquímicos en muestras de harina de Marango (*Moringa oleifera*) obtenidas mediante dos métodos de secado, en la Cooperativa Los Lagos R.L del Departamento de Chinandega, Nicaragua.

V.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recolectar, seleccionar y procesar las hojas de Marango (Moringa Oleífera) en la finca Loma Linda de la Cooperativa Los Lagos R.L en el Departamento de Chinandega Municipio de Villanueva- Israel.
2. Determinar los parámetros fisicoquímicos de las muestras de harinas obtenidas mediante dos métodos de secados.
3. Comparar los resultados obtenidos en la determinación de parámetros físico-químicos en Harina de Marango, obtenida mediante dos métodos de secado.

VI.MARCO TEÓRICO

VI.1 MORINGA OLEÍFERA

La *Moringa oleifera* es reconocida con diferentes nombres comunes. En Nicaragua se le llama Moringa, Perla, Marango, brotón, caraño, marengo; en Honduras se le denomina Marango o Moringa; en el Salvador Teberinto; También se le ha dado el nombre de árbol mágico, debido a la infinidad de propiedades que tiene. ⁽⁹⁾

VI.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE MORINGA OLEÍFERA

Moringa oleífera perteneciente a la familia Moringáceas. Familia de plantas dicotiledóneas arbóreas propias de Asia tropical. Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso. Se valora principalmente por sus frutas en capsulas, hojas pinnado compuestas, flores hermafroditas reunidas en racimos, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas. ⁽¹⁰⁾

VI.2.1 ÁRBOL

Árbol o arbusto caduco pequeño, de crecimiento rápido, resistente a la sequía, con una copa abierta, tipo paraguas. Mide de 5 a 10 metros de altura, pero puede llegar hasta 12 metros en su madurez. Su tronco es un poco torcido, tiene de 25-30 cm de diámetro, con corteza blanquecina. Sus raíces son ligeras y gruesas.

VI.2.2 HOJAS

Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos contienen láminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar, organizadas frontalmente entre ellas, en grupos de 5 a 6 pares.

VI.2.3 FLORES

Inflorescencia en panículo lateral, de 10 a 20 cm de largo con muchas flores; cinco sépalos y cinco pétalos blancos tienen estambres amarillos y son perfumadas.

VI.2.4 FRUTOS Y SEMILLAS

El fruto es una cápsula colgante, seca, marrón, con tres ángulos fuertes, 17-55 cm de largo por 2-3 cm de ancho, dehiscente. Las semillas de la moringa son carnosas, de color pardo oscuro, globulares y de aproximadamente 1 cm de diámetro, con tres alas y una consistencia papirácea; su endospermo es blanquecino y muy oleaginoso. Aparentemente existen variaciones en los pesos de las semillas de acuerdo con la variedad, desde 3,000 a 9,000 semillas por kilogramo. Cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas por año. ⁽¹¹⁾

VI.3 DISTRIBUCION

El árbol de moringa es originario de Asia y África. En América Central fue introducido en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas, se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros. Se ha vuelto nativo en muchos países de África, Madagascar, Arabia, el Sureste de Asia, la zona del Pacífico, las Islas del Caribe y América del Sur. Es el árbol ideal para zonas áridas, semiáridas, tropicales y subtropicales. ⁽¹²⁾

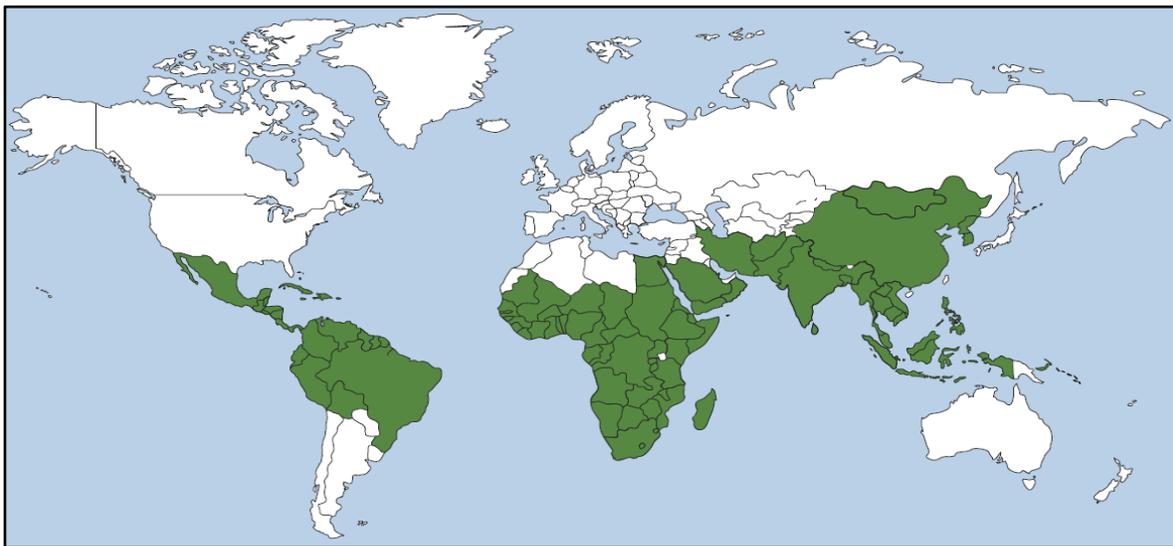


Figura VI.1 Distribución de Moringa en el mundo. ⁽¹³⁾

VI.3.1 CULTIVO EN NICARAGUA

En Nicaragua es cultivado en clima cálido como son Madriz, Jinotega Matagalpa y Estelí, se ha naturalizado en el occidente León y Chinandega, así como parte central de nuestro país. Al norte se siembra como cerco vivo y sombra de café. ⁽¹⁴⁾

Se cultiva durante todo el año. Se propaga por semilla o estaca. Las semillas se colocan en bolsas de almácigo a 3 cm de profundidad, germinan en 1 a 2 semanas, viabilidad de hasta 80% que desaparece con el tiempo; para propagación asexual se siembran estacas de 1 m de largo para obtener raíces. Se trasplantan al tener 30 a 50 cm de alto a 5 m de distancia. Es de rápido crecimiento, requiere poca atención y abono orgánico, es resistente a la sequía. La planta producida de estaca comienza a producir frutos en 3 a 6 meses, la de semilla en 2 a 3 años; un árbol sano puede dar 600 a 1,400 vainas. ⁽¹⁵⁾

VI.4 CONDICIONES AGROECOLOGICAS

A continuación se describen las diversas condiciones para la producción de moringa.

VI.4.1 CLIMA

El árbol de moringa es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas. Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semiáridos, semi-húmedos y húmedos. La moringa crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,200 m de altitud y prospera en temperaturas altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32 °C. En el subtrópico, la moringa tolera heladas ligeras.

VI.4.2 SUELOS Y TOPOGRAFIA

La moringa crece en altitudes de hasta aproximadamente 1,400 m. Estos suelos tienen por lo general un buen drenaje y a menudo poca materia orgánica. Mientras que el suelo superficial puede ser muy seco durante varios meses al año, el nivel de agua subterránea se encuentra por lo general dentro de la zona de profundidad máxima de

sus raíces. Se adapta a diversos terrenos (alcalinos hasta de pH de 9) de arena a caliza, prefiere los suaves y bien drenados.

En los sitios en donde ha sido introducido prospera en lugares al nivel del mar, hasta altitudes de 1,200 m en la mayoría de suelos con textura de ligera a mediana, pero el mejor crecimiento ocurre en francos arenosos. ⁽¹⁶⁾

VI.5 USOS DE LA MORINGA

Es un remedio popular para asma, catarro, cólera, convulsiones, dolor de oído, epilepsia, fiebre, gota, inflamación, neuralgia, neumonía, reumatismo, espasmos, sífilis, tos, dolor dental, tumores, úlceras, fiebre amarilla, entre otros.

La corteza se usa como antídoto contra picadura de insectos y veneno de serpientes. La corteza se dice que es estimulante, diurética y antiescorbútica; se usa para el corazón, tos y otros desórdenes; su jugo se toma contra el asma, gota, lumbago, reumatismo e inflamaciones.

A las flores, hojas y raíz se les atribuye propiedad abortiva, bactericida, colagoga, depurativa, diurética, ecbólica (acelerar la salida del feto en partos), emética (provocar vómito), estrogénica (produce o induce a la formación de estrógenos), expectorante, purgante, rubefaciente (enrojecer la piel causando sensación de calor), estimulante, tónica y vermífuga (lombricida). ⁽¹⁷⁾

En Nicaragua se han utilizado las hojas de moringa para las infecciones de la piel, llagas, catarro y como purgante. Las hojas son consumidas crudas en ensaladas, en sopas o en polvo como sazonador de comida; así como también bebidas y batidos disueltos en agua. En cambio las flores son consumidas en ensalada y se dice que tienen un sabor y textura parecida a la de los champiñones como opción o sustitución del mismo en nuestra alimentación. ⁽¹⁸⁾

VI.6 VALOR NUTRICIONAL

Las hojas de moringa contienen una riqueza de nutrientes esenciales que evitan enfermedades. Además, contienen todo el aminoácido esencial algo que es poco común en una planta. Dado que las hojas secas son concentradas, contienen grandes cantidades de varios nutrientes, con excepción de la vitamina C. El contenido nutritivo de la sustancia vegetal puede cambiar dependiendo de la variedad de la planta, la estación, el clima y la condición del suelo. Así que diferentes análisis producen diferentes números. ⁽¹⁹⁾

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89,60	88,87	89,66
Proteína (%)	24,99	11,22	21,00
Extracto etéreo (%)	4,62	2,05	4,05
Fibra cruda (%)	23,60	41,90	33,52
Ceniza (%)	10,42	11,38	10,18
Extracto no nitrogenado (%)	36,37	33,45	31,25
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2,81	1,99	2,43
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2,30	1,63	1,99

Tabla VI.1 Valor nutricional del polvo de hojas deshidratadas ⁽²⁰⁾

Humedad (%)	5.11
Calorías	332.51 (kCAL)
Proteínas (g)	28.1
Lípidos (g)	5.07
Carbohidratos (g)	43.71
Fibra (g)	19.46
Nitrogeno (%)	4.48
Fosforo (%)	0.39
Potasio (%)	1.86
Calcio (%)	1.95
Magnesio (%)	0.44
Hierro (ppm s.m.s.)	89
Sodio (ppm s.m.s.)	1876
Boro (ppm s.m.s.)	78
Cobre (ppm s.m.s.)	18
Zinc (ppm s.m.s.)	43
Manganeso (ppm s.m.s.)	65
Plomo (ppm s.m.s.)	2.58
Cadmio (ppm s.m.s.)	0.37
Níquel (ppm s.m.s.)	2.32
Cromo (ppm s.m.s.)	4.44
Ácido Oxálico (mg)	1,6%
VITAMINAS	
Vitamina A - B caroteno (mg)	3
Vitamina B - colina (mg)	-----
Vitamina B1 -tiamina (mg)	2.6
Vitamina B2 -riboflavina (mg)	20.5
Vitamina B3 - ácido nicotínico (mg)	8.2
Vitamina B5 - (Ac. Pantoténico) (mg)	0,49
Vitamina B6 - (Piridoxina) (mg)	2,78
Vitamina B8 o H (Biotina) (mg)	1.85
Vitamina B9 (Ac. Fólico) (mg)	124.40
Vitamina C - ácido ascórbico (mg)	90.50
Vitamina E - acetato tocopherol (mg)	113.0
AMINOACIDOS	
Arginina (g/16g N)	1,330%
Histidina (g/16g N)	0,575%
Lisina (g/16g N)	0,304%
Triptofano (g/16g N)	0,145%
Fenilalanina (g/16g N)	1,390%
Metionina (g/16g N)	1,799%
Treonina (g/16g N)	1,190%
Leucina (g/16g N)	1,613%
Isoleucina (g/16g N)	1,613%
Valina (g/16g N)	1,062%
OTROS AMINOACIDOS	
25.417%	

Tabla VI.2 Composición Química de la hoja de Moringa deshidratada ⁽²¹⁾

Estudios anteriores sobre el valor nutricional y usos alimenticios de las hojas, vainas y semillas, indican valores de macro y micronutrientes que la caracterizan como una fuente alimentaria de proteínas, grasa, calcio, potasio, hierro, altos niveles de caroteno (vitamina A), vitaminas B1, B2, B3, C, E, K., vitamina C, entre otros; y por lo tanto, también como una fuente energética. La hoja de moringa posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es, tantas como el huevo, o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina “A” de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos

La moringa también es rica en el ramnosa, un azúcar simple, glucosinatos e isotiocianatos. Sus raíces contienen moringina y moringinina, además de otros ingredientes, tales como: fitosterol, ceras, resinas, zeatina, quercetina, ácido cafeoilquínico, pterigospermina y kaempferol.

Esta planta fue usada como medicina tradicional desde tiempos remotos, en pacientes con diferentes enfermedades y condiciones. Las hojas: Pueden utilizarse como purgante, como cataplasma en las heridas, para minimizar los dolores de cabeza (frotarlas en la sien), las hemorroides, la fiebre, el dolor de garganta, la bronquitis, las infecciones óticas y oculares, el escorbuto y el catarro; el jugo de las hojas controla los niveles de glucosa y reduce la inflamación glandular. ⁽³⁶⁾

VI.7 SECADO NATURAL

Se refiere al secado que ocurre usando solo el viento natural y sol. La hoja es apilada sobre zarandas y colocadas en una manera que permita que los vientos predominantes soplen a través de ella y la sequen, este secado depende estrictamente del clima que pueden dañarlas si es secada demasiado rápida o demasiada lenta, igualmente causando pérdidas. El secado natural a menudo es utilizado como primer paso, para después colocar las hojas en un horno para el secado final. El secado natural conlleva serios problemas con daños y degradaciones debido a esto resulta ser la manera más cara de secar debido a las pérdidas. ⁽²²⁾

VI.8 SECADO AL HORNO

La hoja es colocada dentro de una cámara donde el flujo de aire, temperatura, humedad son controladas para proporcionar un secado tan rápido como puede ser tolerado por la hoja sin causar efectos mayores. Secando dentro de una cámara cerrada permite que exista preciso control sobre las condiciones críticas de secado siendo una manera más rentable para producir derivados. ⁽²²⁾

VI.9 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

El análisis de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos, es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. Cumple un papel importante en la determinación del valor nutricional, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud pública y también para el estudio de las posibles irregularidades como adulteraciones y falsificaciones, tanto en alimentos terminados como en sus materias primas. ⁽²³⁾

VI.10 FUNDAMENTOS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MORINGA OLEÍFERA

Es necesario conocer como nos alimentamos, es decir cuál es la calidad de los alimentos que ingerimos, sobre todo por la gran relación que se ha demostrado que tiene la alimentación con la salud. Para ello es necesario realizar un análisis físico-químico haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir determinar que sustancias están presentes en el alimento (proteínas, grasas, carbohidratos, etc.) y en qué cantidades se encuentran.

VI.10.1 PROTEÍNA

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de Proteínas, Fósforo, Hierro, Magnesio y cobre entre otros elementos. Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. ⁽²⁴⁾

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los animales herbívoros reciben sus proteínas de las plantas; el hombre puede obtenerlas de las plantas o de los animales, pero las proteínas de origen animal son de mayor valor nutritivo que las vegetales. Esto se debe a que, de los aminoácidos que se conocen, que son veinticuatro, hay nueve que son imprescindibles para la vida, y es en las proteínas animales donde éstas se encuentran en mayor cantidad.

VI.10.2 HUMEDAD

La determinación de humedad puede ser el análisis más importante llevado a cabo en un producto alimentario; sin embargo, puede ser el análisis del que es más difícil obtener resultados exactos y precisos. La materia seca que permanece en el alimento posterior a la remoción del agua se conoce como sólidos totales. Todos los cálculos de valor nutricional requieren del conocimiento previo del contenido de humedad. Los datos sobre contenido de humedad se utilizan para expresar los resultados de otras determinaciones analíticas en una base uniforme (por ejemplo, con base en el peso seco). El contenido de humedad de los alimentos varía enormemente. El agua es un constituyente principal en la mayoría de los productos alimenticios. ⁽²⁵⁾

VI.10.3 CENIZAS

El contenido de ceniza de un alimento es el residuo inorgánico remanente, después de que la materia orgánica ha sido destruida por combustión en una mufla. La materia inorgánica que forma parte constituyente de las plantas (sales minerales) es lo que se denomina ceniza. Las cenizas permanecen como residuos luego de la calcinación de la materia orgánica de la planta. La materia orgánica se destruya totalmente, observando que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración ⁽²⁵⁾

VI.10.4 CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos (también llamados “hidratos de carbono”) son uno de los tres tipos de macronutrientes presentes en nuestra alimentación (los otros dos son las grasas y las proteínas). Los carbohidratos constituyen la fuente energética más importante del organismo y resultan imprescindibles para una alimentación variada y equilibrada. Todos los carbohidratos están formados por unidades estructurales de azúcares, que se pueden clasificar según el número de unidades de azúcar que se combinen en una molécula. ⁽²⁶⁾

VI.10.5 GRASA

Constituye un material de mayor valor nutritivo por las cantidades de energía que proporciona en forma de grasa el organismo almacena energía de reserva, Sirve además para la asimilación de vitaminas como la A y de minerales como calcio. ⁽²⁶⁾

VI.10.6 FIBRA

Fibra cruda .es el residuo combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Se refiere al residuo orgánico insoluble después de hervir la muestra en soluciones ácidas y alcalinas diluidas. La fibra debería considerarse como una unidad biológica y no como una unidad química. La pared celular de las plantas tiene una estructura compleja compuesta de celulosa y hemicelulosa, pectina, algo de proteína, sustancias nitrogenadas lignificadas, ceras, cutina y componentes minerales.

La definición de fibra es un intento para separar los carbohidratos más fácilmente digeribles de aquellos que no lo son. Las fibras son las partes de las plantas que no se pueden digerir por los seres humanos. Aunque no proporcionan nutrientes, son esenciales para la salud ⁽²⁶⁾.

VI.11 TRATAMIENTO DE DATOS

Para el tratamiento de datos obtenidos del análisis de muestras de harina de Moringa Oleífera, los laboratorios de servicio o investigación, suelen usar diferentes estrategias de tratamiento estadístico, de estos datos en nuestro análisis de datos la herramienta que utilizamos fue Microsoft Excel con el complemento de XSLAT

En este sentido los laboratorios, pueden utilizar una gran variedad de herramientas estadísticas definidas para usos generales o concretos. Una vez que los datos han sido obtenidos como mínimo por triplicado, se deben definir qué o cual herramienta nos sirve para el propósito que nos hemos planteado.

Nuestra intención es expresar el error o incertidumbre de la medida objeto de nuestro estudio, debemos identificar las fuentes de incertidumbre que afecta a la medida o mensurando y luego en base a un procedimiento establecido utilizar las herramientas adecuadas para tal fin. Pero si nuestro fin es estudiar la posible relación o asociación entre muestras de un mismo material debemos utilizar otras herramientas, también ya definidas⁽²⁷⁾

En muchos casos el error o incertidumbre, puede ser expresado como la desviación estándar de las medidas o como el intervalo de confianza de las medidas. Esto es aplicable cuando existan pocas fuentes que afecten a la medida.

En algunos casos cuando se trabaje con rectas de regresión, la incertidumbre de la medida puede ser calculada usando la denominada: Incertidumbre de las predicciones, que toma en cuenta pendiente, las réplicas, el número de puntos de la recta, etc. Lo cual nos da un valor de incertidumbre bastante acertado.

En el caso en que nuestro fin es comparar, relacionar o asociar muestras, podemos emplear dos herramientas:

1. Comparación de varianzas a través de los tests de COCHRAN
2. Comparación de medias: respecto a un valor conocido, apareadas, distintas con varianzas iguales o diferentes, ANOVA de un factor o de dos o más factores.

VI.11.1 PRUEBA DE COCHRAN

Esta prueba es aplicada cuando los tamaños muestrales son iguales, es decir cuando el número de repeticiones realizadas para cada nivel de la variable X es siempre el mismo ($m_1=m_2=\dots\dots\dots m_k=m$)

Se calcula el valor estadístico de la siguiente manera:

$$G_{cal} = \frac{S_i^2 \max}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 \dots \dots S^2 K}$$

En esta prueba las hipótesis nula y alternativa son:

$$H_0 = S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = S_4^2 = S_5^2 = \dots S_i^2$$
$$H_1 = S_1^2 \neq S_2^2 \neq S_3^2 \neq S_4^2 \neq S_5^2 \neq \dots S_i^2$$

Se acepta H_0 si:

$$\chi_0^2 < \chi_{h-1, 0.05}^2$$

Se rechaza en caso contrario.

VI.11.2 COMPARACIÓN DE MEDIAS APAREADAS

Es un procedimiento que permite obtener estadísticos descriptivos de los distintos grupos y subgrupos definidos por una o más variables tanto dependientes como independientes. Nos permite contrastar hipótesis sobre igualdad de medias para muestras relacionadas. Se considera una población de diferencias con media (\bar{d}), resultado de restar las puntuaciones de un mismo grupo en dos variables diferentes o en la misma variable en dos momentos diferentes.

De la población de diferencias se extrae una muestra aleatoria de tamaño n y se utiliza la media de ésta para contrastar la hipótesis de que la media de la población de diferencias es cero.

Es necesario que la población de diferencias se distribuya normalmente, se trasladan las parejas de variables que se desean contrastar, solo incorpora variables con formato numérico. Nos muestra la correlación de los pares de variables y opcionalmente nos da el intervalo de confianza para la diferencia. ⁽³⁴⁾

VI.11.3 COEFICIENTE DE CORRELACION

El coeficiente de correlación es un índice de fácil ejecución e, igualmente, de fácil interpretación. Digamos, en primera instancia, que sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Esto es, si tenemos dos variables X e Y , y definimos el coeficiente de correlación entre estas dos variables como r_{xy} entonces:

$$0 \leq r_{xy} \leq 1$$

Hemos especificado los términos "valores absolutos" ya que en realidad si se contempla el signo el coeficiente de correlación oscila entre -1 y $+1$. No obstante ha de indicarse que la magnitud de la relación viene especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de $+1$ como de -1 . En el primer caso la relación es *perfecta positiva* y en el segundo *perfecta negativa*.

Decimos que la correlación entre dos variables X e Y es perfecta positiva cuando exactamente en la medida que aumenta una de ellas aumenta la otra. Esto sucede cuando la relación entre ambas variables es funcionalmente exacta. ⁽³⁵⁾

VII.DISEÑO METODOLÓGICO

VII.1 HIPÓTESIS

VII.1.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Es posible determinar los parámetros fisicoquímicos de la Hoja de Moringa Oleífera que es utilizada como materia prima para la elaboración de suplemento alimenticio a través de 2 métodos de secados.

VII.1.2 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (HI)

Existe diferencia significativa en la estabilidad de la Hoja de Moringa Oleífera que es utilizada como materia prima para la elaboración de suplemento alimenticio a través de 2 métodos de secados.

VII.1.3 HIPÓTESIS NULA (H₀)

No existe diferencia significativa en la estabilidad de la Hoja de Moringa Oleífera que es utilizada como materia prima para la elaboración de suplemento alimenticio a través de 2 métodos de secados.

VII.2 RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES

- Hoja de Marango (Moringa Oleífera)

VII.2.1 REACTIVOS

- Éter de Petróleo 95% (EMD Chemicals, New Jersey, USA)
- Ácido Sulfúrico 98% (Sigma Aldrich)
- Hidróxido de Sodio (Fisher, New Jersey, USA)
- Alcohol Etilico 95 % (Fisher, New Jersey, USA)
- Acetona (Fisher, New Jersey, USA)
- Ácido Bórico (Merck, Darmstadt, Alemania)
- Ácido Clorhídrico 37% (Merck, Darmstadt, Alemania)
- Indicador Mixto: Bromocresol y Verde Metilo

VII.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO

- Destilador Kjeldahl
- Mufla Nabertherm 30-3000°C
- Bomba de vacío Eurachem
- Horno de convección (Thelco, 130)
- Equipo de Extracción Soxhlet (Pyrex)
- Campana de Extracción de gases (Labconco.)
- Plancha de calentamiento (P Selecta)
- Balanza analítica (Sartorius, MC1 AC 210 S)

VII.2.3 CRISTALERÍA

- Matraces erlenmeyer de 300 mL (Pyrex)
- Pipetas volumétricas de 50 mL
- Tubos Kjeldahl de 300 mL (Pyrex)
- Espátula (Fisher)
- Probeta de 100, 50 y 10 mL (Pyrex)
- Embudo Büchner (Pyrex)
- Balones aforados de 250, 100 y 50mL (Pyrex)
- Crisoles de porcelana (Fisherbrand)
- Capsulas de aluminio (Fisherbrand)
- Bureta 10,50,100 mL (Pyrex)
- Beaker250, 100, 50 y 10 mL (Pyrex)
- Gotero
- Condensador o Refrigerante (Büchi,)
- Soporte universal (Fisher)

VII.3. PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

VII.3.1 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 5 % (P/V)

Disuelva 50 g de NaOH en 1L de agua desionizada.

VII.3.2 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 35%

Disuelva 350 g de NaOH en 1 L de agua desionizada.

VII.3.3 INDICADOR MIXTO

Disuelva 15 mg de verde de bromocresol y 30 mg de rojo de metilo en 50 mL de etanol. Añada solución diluida de hidróxido de sodio o ácido clorhídrico hasta obtener un color azulado–púrpura y afore a 100 mL con etanol.

VII.3.4 SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO AL 2%

Disuelva 20 g de H_3BO_3 en 500 mL de agua desionizada. Añada 10 mL de indicador mixto y suficiente ácido clorhídrico diluido hasta que el color azulado se debilite hacia el rosa. Luego afora a 1 L con agua desionizada.

VII.3.5 SOLUCIÓN ESTANDARIZADA DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.1N

Diluya a 1 L con agua desionizada, 8.4 mL de HCl concentrado y valore con solución estándar de hidróxido de sodio.

VII.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es Experimental con estudio descriptivo, en el cual se describirá los parámetros fisicoquímicos realizados en cada una de las harinas de Moringa Oleífera obtenida en sus diferentes procesos de secado, además se describirán los métodos para su evaluación, elaboración, control de calidad mediante ensayos experimentales.

VII.4.1 PARADIGMA: mediante este método se podrá cuantificar las propiedades bromatológicas que posee la harina de Marango.

VII.4.2 AFINIDAD: se basa en realizar un estudio aplicando métodos aptos para la determinación de las propiedades fisicoquímicas, siguiendo los pasos apropiados para obtener resultados confiables por los métodos a utilizar.

Los análisis se realizarán en el Laboratorio de Análisis de suelo de la Facultad de Ciencias Y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua UNAN-LEON.

Las hojas de Marango o moringa Oleífera serán recolectadas en los sembríos de la Hacienda Loma Linda y procesadas en la cooperativa Los Lagos R.L instalaciones

ubicados en el Km 177 carretera Chinandega a Somotillo, 1Km al este de Israel-Villanueva.

VII.5 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Las principales variables involucradas en el estudio se describen a continuación, según su carácter dependiente o independiente.

VII.5.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Hojas de moringa proveniente de la Hacienda Loma Linda y procesadas en la cooperativa Los Lagos R.L instalaciones ubicados en el Km 177 carretera Chinandega a Somotillo, 1Km al este de Israel-Villanueva.

VII.5.2 VARIABLES DEPENDIENTES DIRECTAS

Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la harina para cada método de secado.

VII.6 DELIMITACIÓN DEL CAMPO DE ESTUDIO

A continuación se define: la muestra, procesos de secados, las técnicas de análisis que se van a aplicar y el lugar en donde se desarrollará el experimento.

VII.6.1 SELECCIÓN DE MUESTRA

El estudio está enfocado en la determinación de propiedades fisicoquímicas a nivel de laboratorio de la Harina de moringa, producida localmente de la Hacienda Loma Linda y procesadas en la cooperativa Los Lagos R.L instalaciones ubicados en el Km 177 carretera Chinandega a Somotillo, 1 Km al este de Israel-Villanueva.

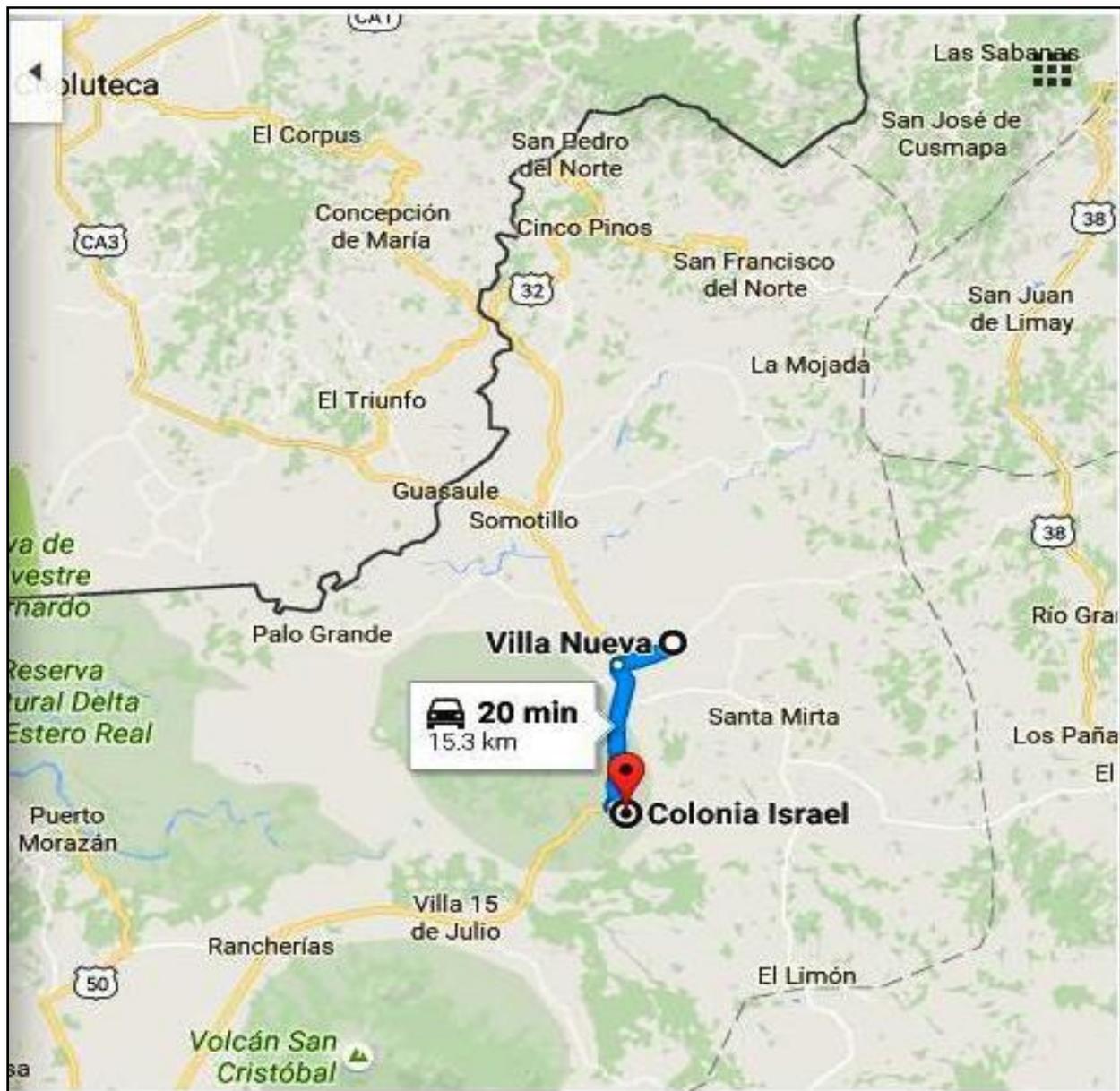


Figura VII.1 Ubicación geográfica de la plantación de Moringa oleífera en el pueblo de Israel-Villanueva.

VII.6.2 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA

Para el presente estudio fisicoquímico realizados a las dos muestras de harina de Moringa Oleífera se utilizaron los Método Oficial AOAC, para la determinación de Proteína se utilizó el método Kjeldahl, Ceniza por el método de calcinación, Grasa por Método Soxhlet, Fibra Método de Henneberg y Stohmann y Humedad mediante la técnica de secado en mufla.

VII.6.3 LOCALIZACIÓN

La parte experimental de la investigación se realizó en los Laboratorios de Suelos, ubicado en el campus Agropecuario; perteneciente al Departamento de Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León.

VII.6.4 RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES

Investigadores:

- ✓ Br. María Esperanza Mendoza Avilés.
- ✓ Br. Edgard José Somarriba Martínez.

Tutor:

- ✓ Dr. Sergio López Grío.

Asesora:

- ✓ Msc. Claudia Alvarado.

VII.6.5 INSTALACIONES

- Instalaciones del Laboratorios de Suelos (LABSUELO), ubicado en el campus Agropecuario; perteneciente al Departamento de Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León.
- Instalaciones de Cooperativa Los Lagos R.L ubicada en el Km 177 carretera Chinandega a Somotillo, 1Km al este de Israel-Villanueva.

VII.7 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

A continuación, se describen los pasos del tratamiento de la materia prima.

VII.7.1 RECOLECCIÓN

Debido a que los resultados de la investigación dependerán de la calidad de la materia prima recolectada, debe procurarse su homogeneidad en estado de madurez, tamaño, forma, color etc. Para el caso específico de Hojas, su calidad inicial dependerá tanto de los componentes visibles, entre estos están niveles de infestación por insectos u otros daños físicos; como no visibles, como son el potencial de almacenamiento y la tolerancia al secado.



Figura VII.2 Recolección de hojas de moringa

Generalmente, las hojas son recolectadas antes de su periodo de madurez; deben estar limpias de los restos de tallos o vainas. Además de la calidad, el recolector también

debe asegurarse que la cantidad de hojas existente en la población potencial sea suficiente para satisfacer los requerimientos de la investigación.

El recolector deberá realizar la recolección en lotes autorizados y con periodo de crecimiento ya cumplido (3 meses). Lo mismo que portar guantes, gabacha, gorra o sombrero sin tener contacto directo con la planta.

La limpieza y clasificación de la hoja es importante porque si el cuerpo extraño posee contaminantes o no esta lista para corte, propiciara variabilidad de los índices característicos de la Harina que se va a obtener. Esta tarea se realiza utilizando canastas plásticas

VII.7.2 LAVADO

Se procedió a lavar las hojas para retirar material extraño durante 10 minutos.



Figura VII.3 Proceso de lavado de hojas

VII.7.3 SECADO

Luego de la recolección viene un tratamiento especial de la hoja, teniendo como objetivo la conservación de las características físicas, químicas, organolépticas.

El secado es la etapa en la que se reduce el contenido de humedad de la materia prima, sin embargo un tratamiento inadecuado de la hoja da como resultado una materia prima de baja calidad, con pérdida de principios activos, así como un aumento de la carga microbiana.

VII.7.3.1 SECADO NATURAL

Las hojas previamente lavadas deben ser colocadas en zarandas y secadas durante 48 horas a una temperatura de aproximadamente entre 35 y 40°C.



Figura VII.4 Secado natural

VII.7.3.2 SECADO EN HORNO

La hoja debe ser secada a temperatura de 60 °C, durante 2 h y 30 min dejando siempre una buena circulación de aire para facilitar el proceso de secado. Debe realizarse en hornos industriales. Con capacidad de almacenaje de 6 Kg y con bandejas de acero inoxidable móviles.



Figura VII.5 Secado en horno

VII.7.4 MOLIENDA

El material vegetal previamente secado se somete al proceso de molienda; realizado en un molino artesanal manual, dándole un tamaño de partícula homogéneo fino. Este se puede realizar también en un molino eléctrico todo en dependencia del volumen de materia prima que se va a moler.



Figura VII.6 Molienda en Molino Mnual

VII.7.5 TAMIZAJE

La materia prima ya molida se hace pasar por tamices específicos para obtener un tamaño de partícula uniforme.



Figura VII.7 Tamizaje

VII.7.6 ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN

El material molido se almacena en bolsas negras de cierre hermético etiquetadas y se colocan en un desecador hasta su uso.



Figura VII.8 Almacenamiento y conservación

VII.8 ESTUDIO PRELIMINAR

Durante esta etapa se recopiló información general; así como también de los parámetros fisicoquímicas a determinar en la Harina de Moringa.

VII.8.1 ESTUDIO HISTOLÓGICO Y ANÁLISIS FISICOQUIMICO

Se recolectaron muestras de Hojas de Moringa. Se realizó la identificación de la Hoja de Moringa para verificar que es de la especie deseada. Esto a través de la información proporcionada por la Cooperativa Los Lagos R.L.

Mediante el estudio histológico se pudieron identificar los componentes de la Hoja de Moringa, y así obtener conclusiones relevantes para la diferenciación específica del género y de los componentes químicos de la misma.

El análisis proximal midió el contenido de humedad, grasa, proteína, cenizas y otros parámetros, presentes en la hoja a utilizar. Estos procedimientos químicos revelaron también el valor nutritivo del producto.

VII.8.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA A ANALIZAR

Se prepararon las muestras de harina de Moringa Oleífera de manera diferente para cada parámetro Fisicoquímico a determinar.

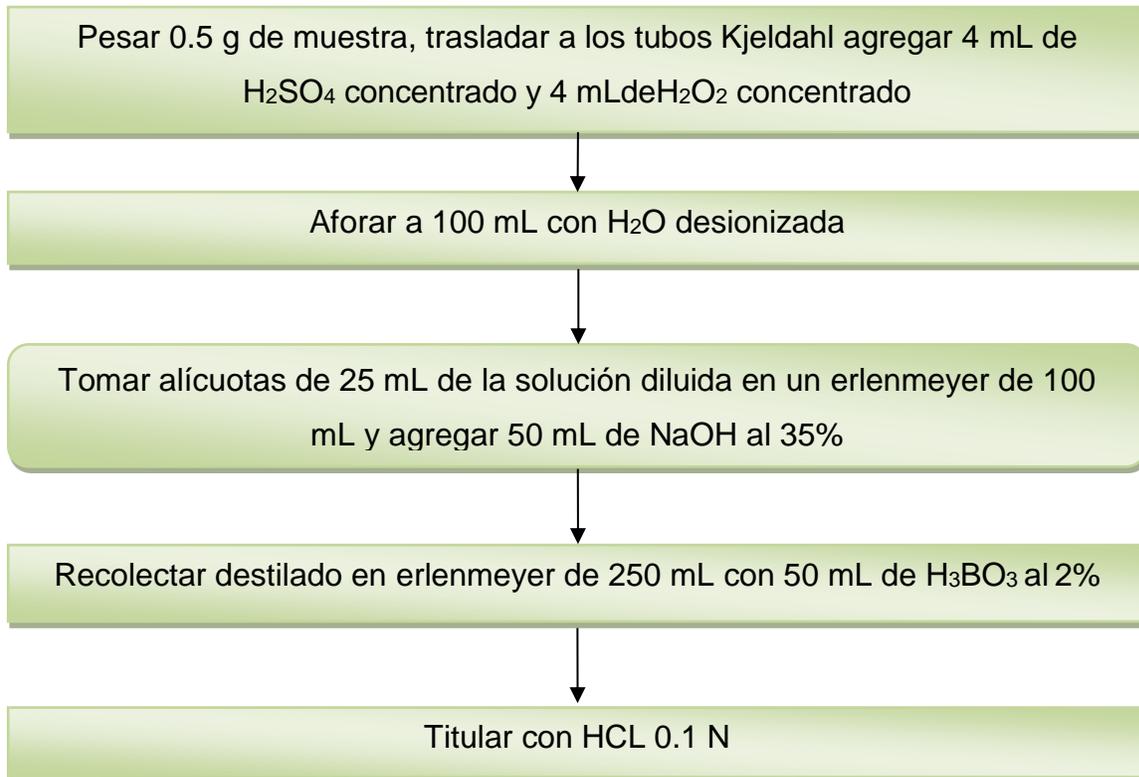
VII.8.3 ESTUDIO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN HARINA DE MARANGO:

Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: Grasa total, Fibra cruda, Proteína, Ceniza, Humedad, Carbohidratos. Las determinaciones de estos parámetros se realizaron en un periodo de 1 mes.

El estudio se realizó considerando un periodo de vida útil, al tiempo en el que se verifica que queda el remanente de un 90 % de cualquiera de los marcadores

VII.9 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

VII.9.1 DETERMINACIÓN DE NITROGENO⁽²⁸⁾ Y PROTEÍNA CRUDA⁽²⁹⁾



VIII.9.1.1 CÁLCULO PARA DETERMINAR EL % DE NITRÓGENO TOTAL

$$\text{Nitrógeno}_{\text{Total}}(\%) = \frac{4[V_m - V_b] \times N \times 14}{m_m} \times 100$$

$$\text{Proteína}(\%) = 6.25 \times N - T (\%)$$

Donde:

V_m es el volumen, de HCl gastados en la titulación de la muestra.

V_b es el volumen, de HCl gastados en la titulación del blanco.

N es la normalidad del HCl

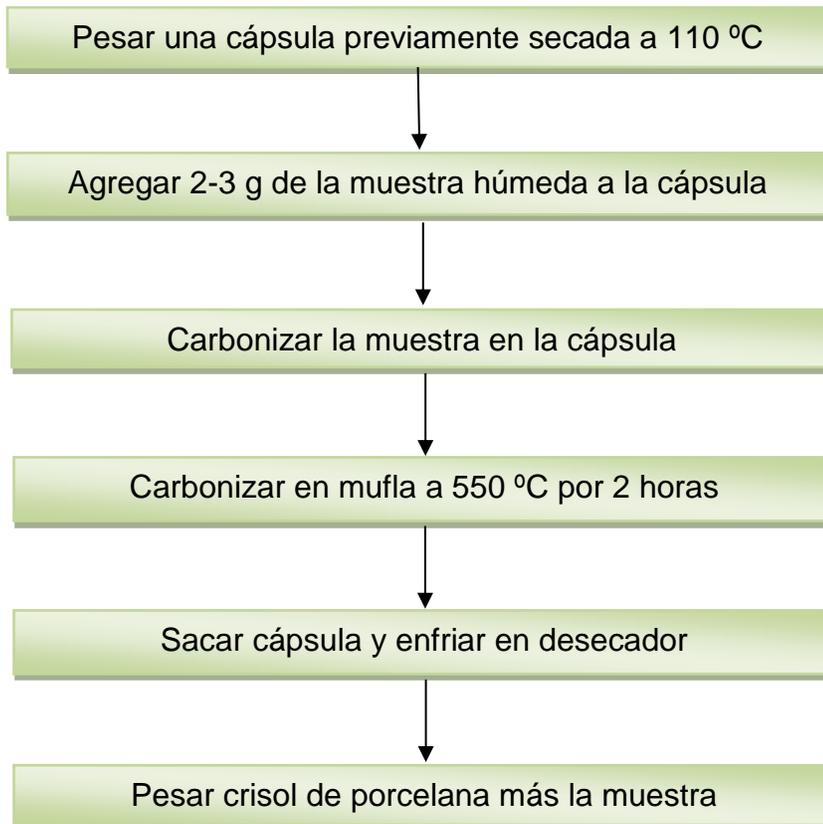
14 es el título (1 mL de HCl 1 N equivale a 14 mg de NH₄⁺)

m_m es la masa de la muestra en miligramos.

100 es el factor para convertir los resultados a por ciento.

4 es el factor de cálculo del contenido total de nitrógeno analizado en la muestra.

VII.9.2 DETERMINACIÓN DE CENIZA · (30)



VII.9.2.1 CÁLCULO PARA DETERMINAR % CENIZA

$$\% \text{Ceniza} = \frac{(B - A)}{(C - A)} \times 100$$

Donde:

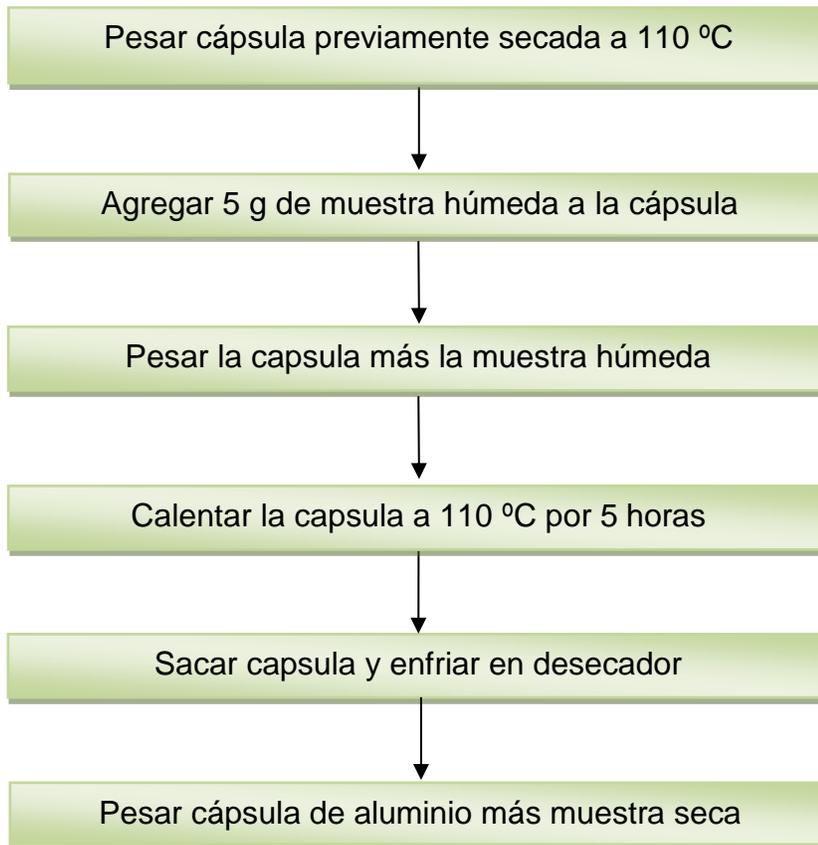
B es la masa en gramos, del crisol más ceniza.

A es la masa en gramos, del crisol vacío.

C es la masa en gramos, del crisol más muestra húmeda.

100 es el factor para convertir los resultados a por ciento.

VII.9.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD. (31)



VIII.9.3.1 CÁLCULO PARA DETERMINAR % HUMEDAD

$$\% \text{Humedad} = \frac{[(B - A) - (C - A)]}{B - A} \times 100$$

Donde:

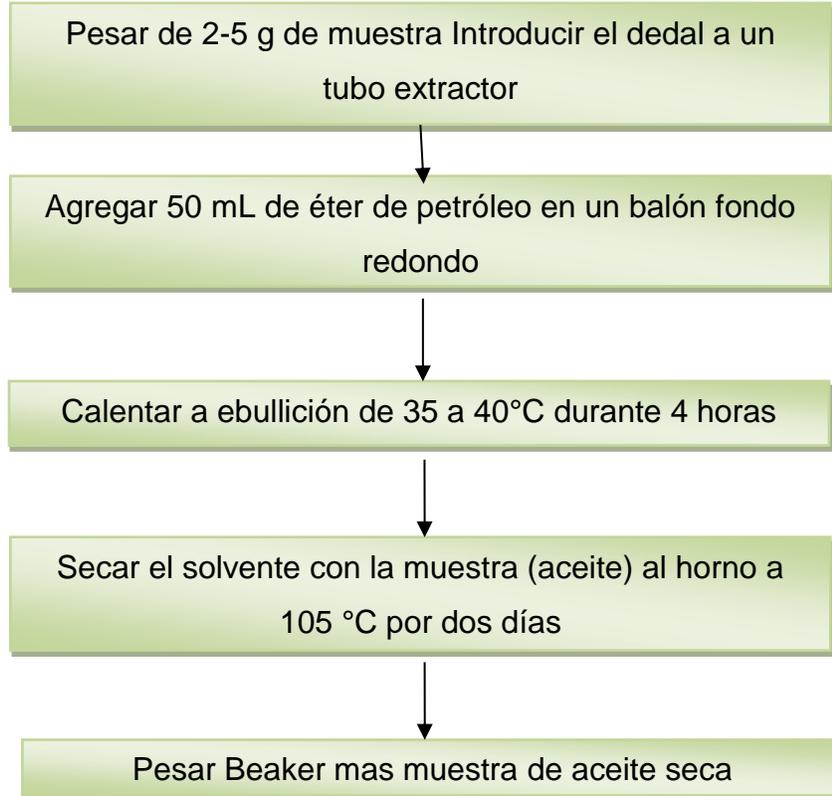
A es la masa en gramos, de la cápsula de vacía.

B es la masa en gramos, de la cápsula de aluminio más la muestra húmeda.

C es la masa en gramos, de la cápsula de aluminio más la muestra seca.

100 es el factor para convertir a porcentaje.

VII.9.4 DETERMINACIÓN DE GRASA TOTAL. ⁽³²⁾



VII.9.4.1 CÁLCULO PARA DETERMINAR % GRASA

$$\%Grasa = \frac{[pbg - pb]}{pm} \times 100$$

Donde:

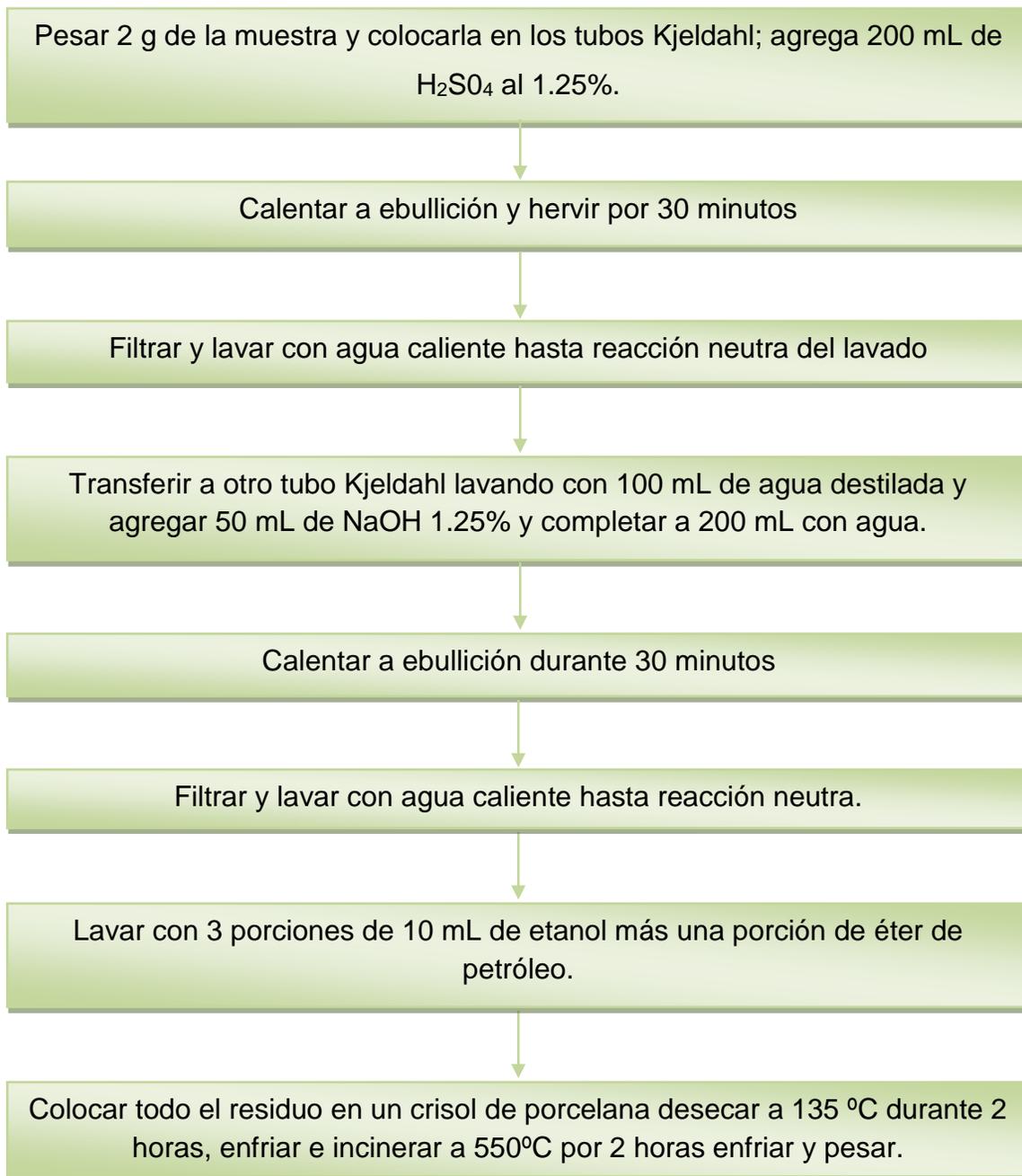
pbg Peso del beaker más la grasa en gramos

pb Peso del beaker vacío en gramos

pm Peso de la muestra en gramos

100 Factor para convertir los resultados a %

VII.9.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA. ⁽³³⁾



VIII.9.5.1 CÁLCULOS DE FIBRA CRUDA

$$\text{Fibra cruda (\%)} = \frac{[P_1 - P_2]}{m_m} \times 100$$

Donde:

P₁ es el peso del material después del secado al horno en gramos.

P₂ es el peso de la ceniza en gramos.

m_m es el peso de la muestra en gramos.

100 es el factor para convertir a porcentaje.

VII.9.6 CALCULO DE CARBOHIDRATO

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Ceniza} + \% \text{ Grasa} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Fibra Cruda})$$

VIII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VIII.1 RECOLECCIÓN, SELECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS HOJAS DE MARANGO (MORINGA OLEÍFERA) EN LA FINCA LOMA LINDA DE LA COOPERATIVA LOS LAGOS R.L EN EL DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA MUNICIPIO DE ISRAEL-VILLANUEVA

Para la recolección y selección de las muestras a analizar se llevó a cabo con la participación de hombre y mujeres trabajadores de la hacienda Loma Linda de la Cooperativa Los lagos R.L. y originarios de la región del Municipio Israel –Villanueva.



Figura VIII.1 Recolección de las hojas

Decidimos elegir las muestras basándonos en los siguientes criterios:

- **Consumo**, es una variedad de planta consumida por la población.
- **Existencia en el mercado**, alternativa natural con existencia relativamente nueva.
- **Precio**, variedad más económica para la población.
- **Estacionalidad**, la existencia de la planta está en todas las épocas del año.

Para los procesos de secado se realizaron con la ayuda de un flujo de proceso que nos proporcionó la cooperativa teniendo en cuenta las medidas de seguridad e higiene que debe de cumplir.

VIII.1.1 PROCESO DE SECADO NATURAL

Las hojas muestras calificadas se pasa al proceso de secado en una zaranda, mediante un periodo de **48 horas a una temperatura de aproximadamente 35 – 40 °C**, durante la noche las muestras fueron llevadas a un área de ventilación a una temperatura de 37 °C aproximadamente para que las muestras estén aptas para el siguiente proceso esta deben presentar una consistencia quebradiza. Una vez secadas se procedió a moler en molino eléctrico teniendo como resultado nuestra muestra a analizar.



Figura VIII.2 Proceso secado natural

VII.1.2 PROCESO DE SECADO HORNO

Después de un proceso de selección las hojas de moringa se pasaron a unas bandejas de aluminio poniendo estas al horno durante **2 horas a una temperatura de 60 °C**, resultando una muestra totalmente seca con características quebradiza. Una vez secadas se pasaron a moler en molino eléctrico el resultado de este fue nuestra muestra a analizar (Harina de Moringa oleífera).



Figura VIII.3 Proceso de secado horno

VIII.2 DETERMINACIÓN DE LAS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE HARINA OBTENIDAS MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SECADO

El análisis de los parámetros fisicoquímicos de las dos muestras de harina de Moringa Oleífera utilizadas en el presente estudio fue realizado en el Laboratorio de Suelos (LAB Suelo) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua de León (UNAN-León).

Las muestras fueron codificadas en base al procedimiento establecido por Laboratorio de Suelos a este respecto, de forma que las muestras tanto por secado natural como por secado el horno al final les correspondió al final las letras N y H, respectivamente.

Los parámetros determinados fueron los siguientes:

- a) **Proteína**
- b) **Ceniza**
- c) **Humedad**
- d) **Grasa**
- e) **Fibra**
- f) **Carbohidratos**

A continuación, se presentan el análisis de los resultados de cada parámetro fisicoquímico realizado, así como también comparando estos resultados con muestras con referencias bibliográficas.

VIII.2.1 PROTEINA

El porcentaje de proteína de las muestras estudiadas fue realizado por el método de Kjeldahl, los resultados de los análisis se muestran en la Figura VIII.4.

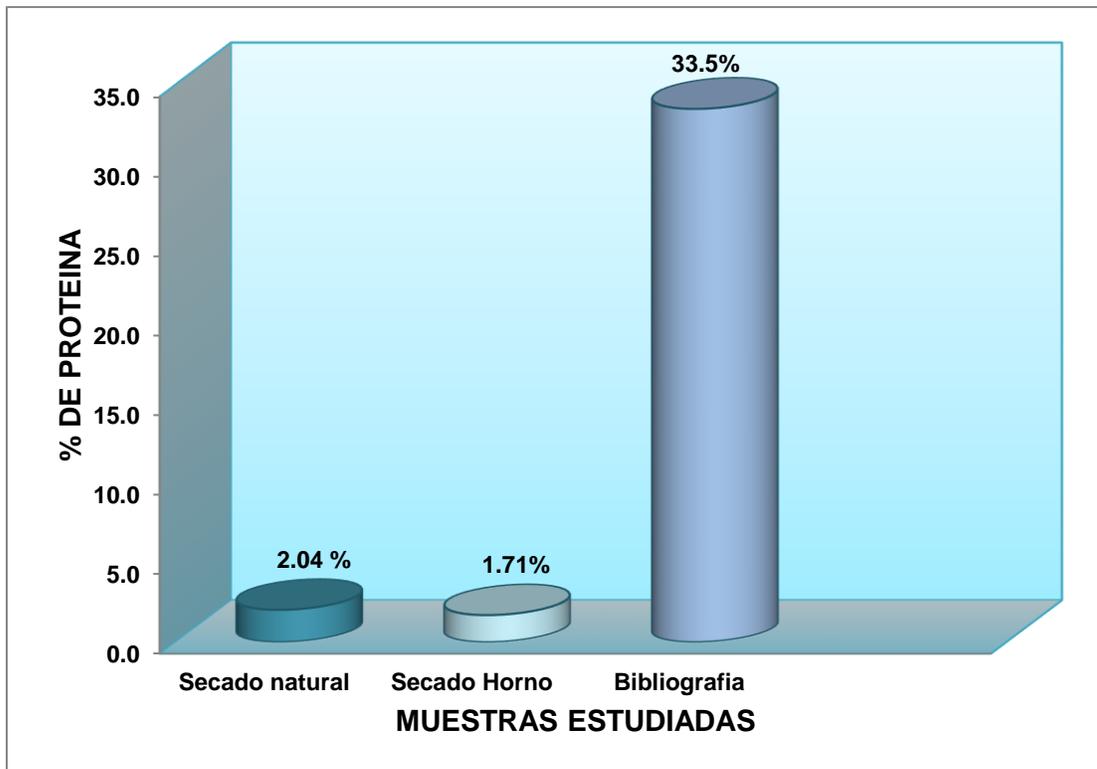


Figura VIII.4 Porcentaje de proteínas determinado en las muestras

Tal y como se observa en la Figura VIII.4, existen diferencias entre los porcentajes de proteína de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía ⁽³⁵⁾, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada en horno con un 1.71 %, seguida de la secada de forma natural con un 2.04 %, con una diferencia de 0.33% entre ambas muestras. Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (33.5%) se observa una gran diferencia de aproximadamente 29.8%, lo que posiblemente es debido, a que las muestras analizadas son de distintas variedades, a la estudiada en la bibliografía, lo que, sumado a las distintas condiciones geográficas, climáticas y de composición química del terreno de cultivo, contribuyeron a esta gran diferencia.

Por otra parte, es muy posible que se hayan producido errores durante las etapas del desarrollo del análisis de las proteínas en nuestro estudio, lo que contribuyó también posiblemente a incrementar la gran diferencia observada. **(Anexo Tabla#3)**

VIII.2.2. CENIZA

El porcentaje de ceniza es referida como el contenido de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. En este estudio se realizó con la técnica gravimétrica. Los resultados se muestran en la Figura VIII.5.

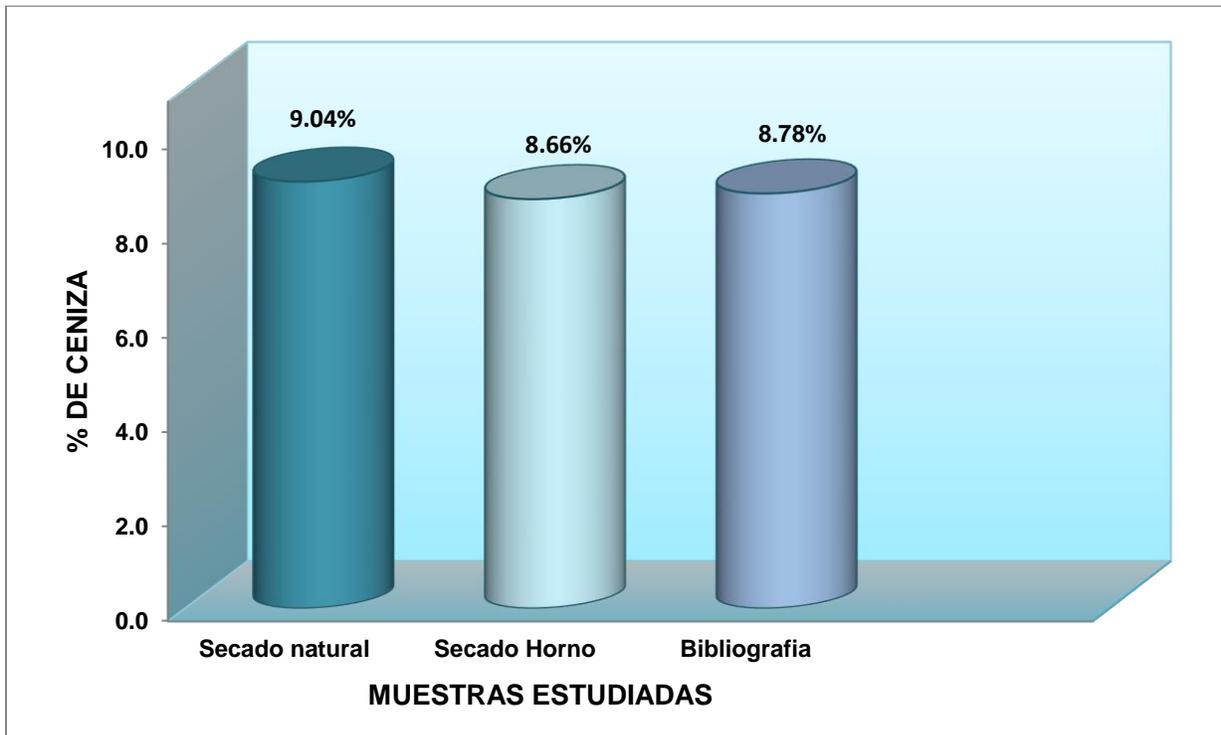


Figura VIII.5 Porcentaje de ceniza

Tal y como se observa en la Figura VIII.5, existen diferencias entre los porcentajes de ceniza de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía ⁽³⁵⁾, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada en horno con un 8.66 %, seguida de la secada de forma natural con un 9.04%, con una diferencia de 0.38% entre ambas muestras.

Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (8.78%) se observa una diferencia menor que lo observado en el caso de las proteínas, de aproximadamente 0.06%, lo que evidencia una mejor ejecución de los análisis realizados en nuestro estudio en relación a lo reflejado en la bibliografía. **(Anexo Tabla#3)**

VIII.2.3 HUMEDAD

El porcentaje de humedad de las muestras estudiadas en este caso la hoja de Moringa fue calculado mediante diferencia de pesos entre las muestras húmedas y las muestras secas. Los resultados se muestran en la Figura VIII.6.

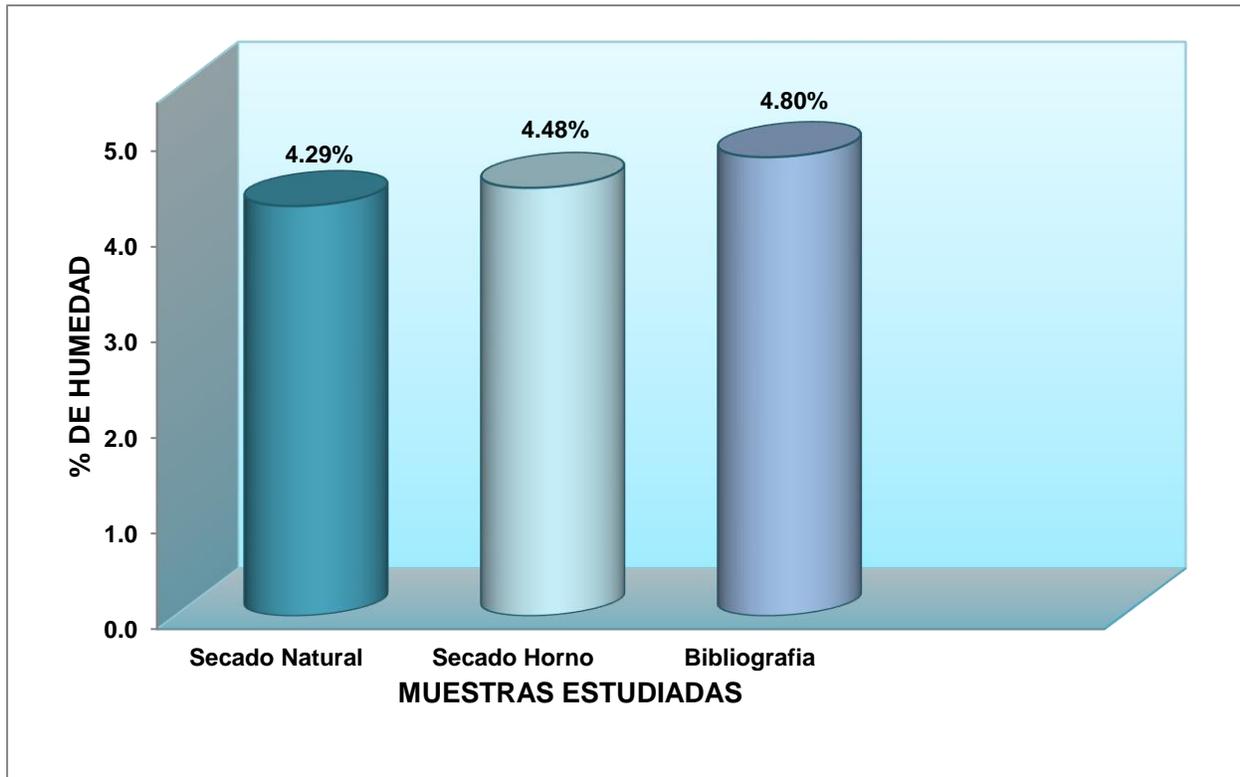


Figura VIII.6 Porcentaje de humedad

Por otra parte, en la Figura VIII.6, podemos observar que también existen diferencias entre los porcentajes de humedad de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía ⁽³⁵⁾, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada de forma natural con un 4.29%, seguida de la secada al horno con un 4.48%, con una diferencia de 0.19% entre ambas muestras.

Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (4.80%) se observa una diferencia menor que lo observado en el caso de las proteínas, de aproximadamente 0.42%, lo que evidencia una mejor ejecución de los análisis

realizados en nuestro estudio en relación a lo reflejado en la bibliografía. (**Anexo Tabla#3**)

VIII.2.4 GRASA

El porcentaje de grasa de las muestras estudiadas fue calculado mediante la técnica de separación sólido-líquido (Soxhlet), los resultados se muestran en la Figura VIII.7.

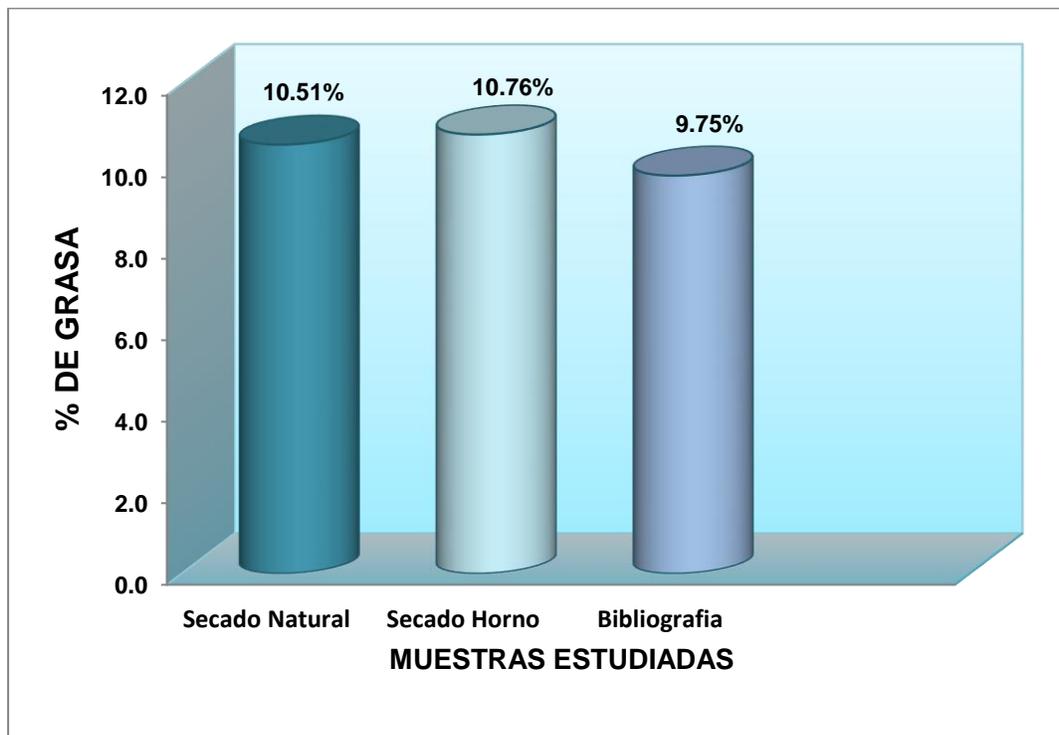


Figura VIII.7 Porcentaje de grasa

En la Figura VIII.7, podemos observar que también existen diferencias entre los porcentajes de grasa de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía ⁽³⁵⁾, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada de forma natural con un 10.51%, seguida de la secada al horno con un 10.76%, con una diferencia de 0.25% entre ambas muestras.

Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (9.75%) se observa un menor porcentaje que lo obtenido en nuestro estudio, con una diferencia de

aproximadamente 0.89%, lo que indica que en nuestro estudio se trabajó de manera similar a lo mostrado en la bibliografía. **(Anexo Tabla#3)**

VIII.2.5 FIBRA

El porcentaje de fibra de las muestras estudiadas se realizó por el método de Henneberg y Stohmann. Los resultados se muestran en la Figura VIII.8.

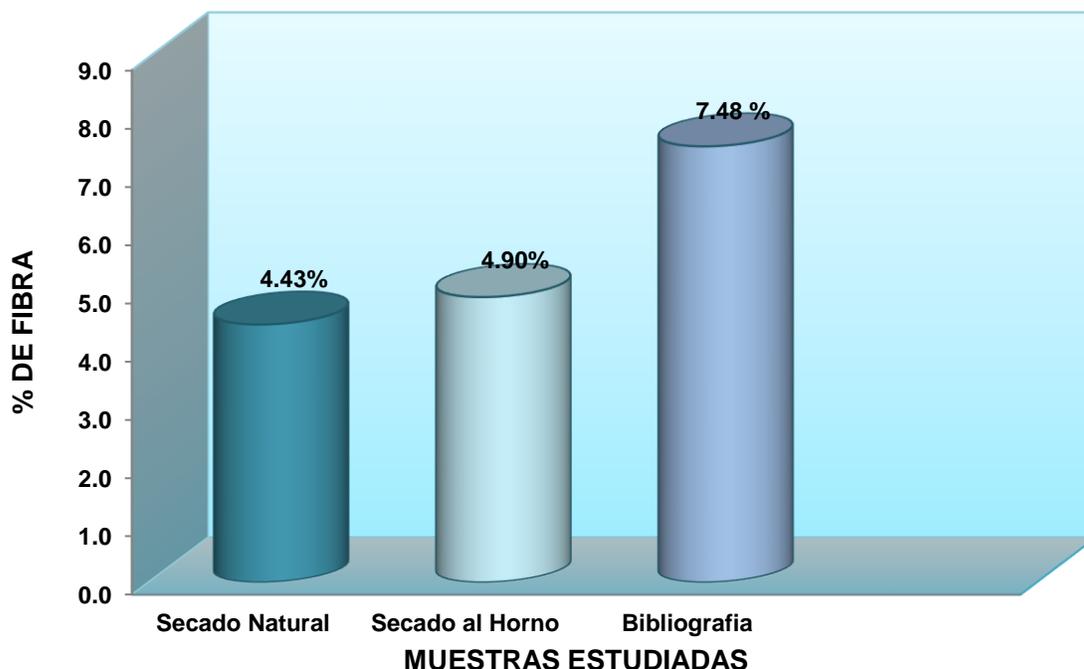


Figura VIII.8 Porcentaje de fibra

En la Figura VIII.8, podemos observar que también existen diferencias entre los porcentajes de fibra de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía ⁽³⁵⁾, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada de forma natural con un 4.43%, seguida de la secada al horno con un 4.90%, con una diferencia de 0.47% entre ambas muestras. Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (7.48%) se observa una diferencia apreciable de aproximadamente 2.9%, lo que posiblemente es debido, a que las muestras analizadas son de distintas variedades, a la estudiada en la bibliografía, lo que, sumado a las distintas condiciones geográficas, climáticas y de composición química del terreno de cultivo, contribuyeron a esta gran diferencia.

Por otra parte, es muy posible que se hayan producido errores durante las etapas del desarrollo del análisis de las proteínas en nuestro estudio, lo que contribuyó también posiblemente a incrementar la diferencia observada. **(Anexo Tabla#3)**

VIII.2.6 CARBOHIDRATO

El porcentaje de carbohidratos, tal y como se mencionó el punto VII.9.6, es calculado restándole a 100 los porcentajes de parámetros anteriormente mencionados. Los resultados se muestran en la Figura VIII.9.

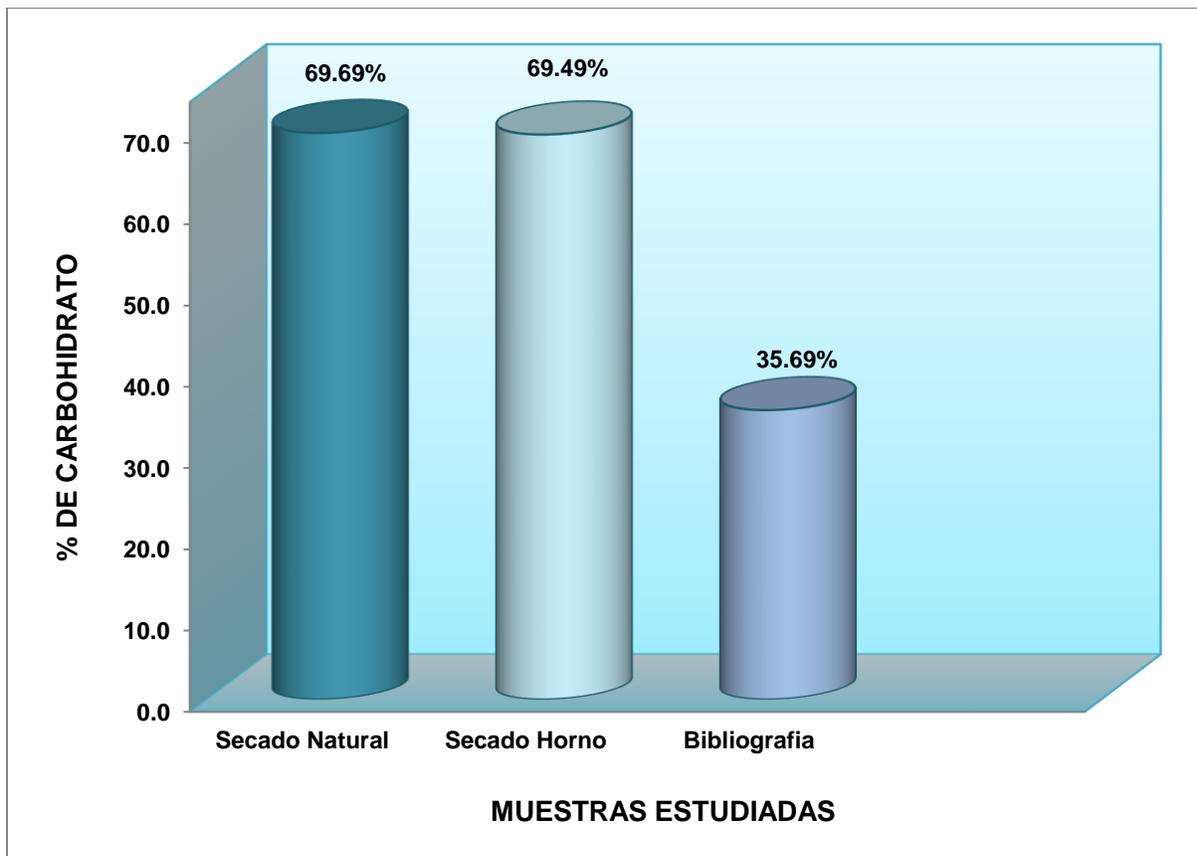


Figura VIII.9 Porcentaje de carbohidrato

En la Figura VIII.9, podemos observar diferencias entre los porcentajes de carbohidratos de las muestras analizadas, y la encontrada en la bibliografía, siendo la muestra que contenía menor porcentaje la muestra secada al horno con un 69.49%, seguida de la secada de forma natural con un 69.69%, con una diferencia de 0.20% entre ambas muestras. Si comparamos, estos resultados con el reflejado con la bibliografía (35.69%) se observa una gran diferencia de aproximadamente 33.9%, lo

que claramente es debido a las diferencias encontradas en los porcentajes de proteínas y fibras, lo que influyó en la diferencia observada en la bibliografía.

Los resultados obtenidos para todos los parámetros estudiados se muestran en la Figura VIII.10.

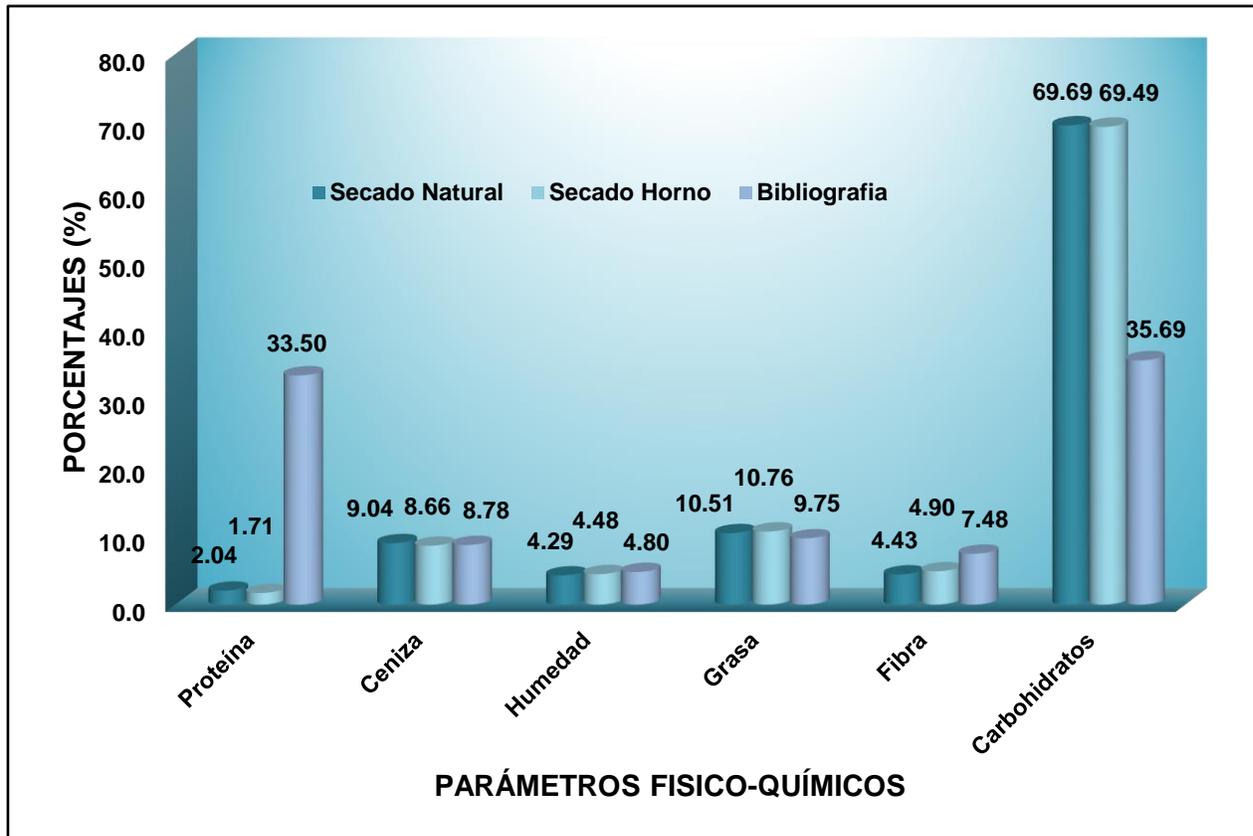


Figura VIII.10 Propiedades Físico-Químicos de las muestras analizadas y de la bibliografía.

En la Figura VIII.10, se pueden observar diferencias entre los parámetros físico-químicos de las dos muestras analizadas tanto la secada de manera natural como la secada al horno, razón por la cual consideramos necesario realizar un estudio estadístico de las diferencias observadas, aspecto que será abordado a continuación.

VIII.3 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Dado que en las figuras VIII.4 a VIII.9, se observaban diferencias entre los parámetros físico-químicos de las dos muestras estudiadas, consideramos necesario realizar una comparación estadística de lo observado, esto para determinar si existían diferencias o similitudes entre los resultados de los parámetros estudiados. Para esto realizamos dos tipos de comparaciones:

- a) **Comparación de los parámetros físico-químicos, aplicando test de comparación de varias varianzas (Cochran) y test de comparación medias apareadas múltiples.**
- b) **Comparación de los métodos de secado de las muestras, aplicando test de comparación medias apareadas y correlación.**

VIII.3.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Para la realización de ésta comparación tomamos la media de los resultados de los análisis de los parámetros físico-químicos de los dos métodos de secado, los que se observan en las Tablas VIII.1 y VIII.2.

Tabla VIII.1 Medias de porcentaje de los parámetros físico-químicos obtenidos en la muestra de secado natural

Nº	Ceniza	Humedad	Fibra	Proteína	Grasa	Carbohidratos
1	9.03	3.42	4.47	1.96	10.77	69.73
2	9.05	5.16	4.39	2.12	10.25	69.80
3	9.04	4.29	4.43	2.04	10.51	69.77
Media	9.04	4.29	4.43	2.04	10.51	69.77
S	0.01	0.87	0.04	0.08	0.26	0.035
S²	0.0001	0.7569	0.0016	0.0064	0.0676	0.0012

Tabla VIII.2 Medias de porcentaje de los parámetros físico-químicos obtenidos en la muestra de secado al horno

Nº	Ceniza	Humedad	Fibra	Proteína	Grasa	Carbohidratos
1	8.62	3.43	4.75	1.66	10.84	69.75
2	8.7	5.53	5.04	1.75	10.68	69.8
3	8.66	4.48	4.90	1.71	10.76	69.78
Media	8.66	4.48	4.90	1.71	10.76	69.78
S	0.04	1.05	0.145	0.045	0.08	0.025
S²	0.0016	1.1025	0.0210	0.0020	0.0064	0.0006

VIII.3.1.1 TEST DE COCHRAN

Para la comparación de las varianzas de los porcentajes de los parámetros físico-químicos de los dos métodos de secado se utilizó el test de Cochran, que compara las varianzas de dos o más conjuntos de resultados, con igual cantidad de datos, detectando la igualdad o no de las varianzas de los dos conjuntos.

La hipótesis nula planteada, tanto para los parámetros físico-químicos de los métodos de secado natural y al horno, fue la siguiente:

$$H_0: S_{Ceniza}^2 = S_{Humedad}^2 = S_{Fibra}^2 = S_{Proteina}^2 = S_{Grasa}^2 = S_{Carbohidratos}^2$$

Aceptándose la hipótesis nula si:

$$G_{cal} < G_{(0.05, 3-1, 6)}$$

Concluyéndose en este caso, que las varianzas de los parámetros físico-químicos, son iguales u homocedásticos. Los resultados de la aplicación del test de Cochran para la comparación de las varianzas de los parámetros físico-químicos de los dos métodos se muestran en la tabla VIII.3.

Tabla VIII.3 Resultados del test de Cochran

Parámetro	Natural	Horno
G_{cal}	0.8064	0.9721
G_{Tab}	0.6161	

Tal y como se puede observar en la tabla VIII.3, los valores de los estadísticos de Cochran calculados (G_{cal}) para los parámetros físico-químicos, de los métodos de secado natural y horno, respectivamente (**0.8064 y 0.9721**), son mayores que los valores del estadístico de Cochran tabulado a un nivel de significación de 0.05, 2 grados de libertad y 6 valores (**0.6161**), por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las varianzas de los parámetros físico-químicos, de los métodos de secado natural y horno respectivamente, son distintas, lo cual se corresponde con lo observado en el apartado **VIII.2**, de esta monografía.

VIII.3.1.2 TEST DE COMPARACIÓN MEDIAS APAREADAS MÚLTIPLES.

Dado que se encontró diferencias entre las varianzas de los parámetros físico-químicos, de los dos métodos de secado, procedimos a comparar las medias de los dos conjuntos de resultados de estos parámetros, con el fin de intentar determinar, la posible similitud de las medias de estos parámetros.

Debido a la imposibilidad de aplicar ANOVA para la comparación de las medias de los resultados, esto porque se detectó diferencias entre las varianzas de los dos conjuntos de resultados analizados. Se procedió a emplear una comparación de medias apareadas múltiples, desarrollándola en distintas etapas, discriminando en cada etapa uno de los parámetros hasta que finalmente se quedó con una última pareja de comparación.

En el primer conjunto se compararon, las medias del parámetro ceniza respecto a los demás parámetros en el siguiente orden:

$$\bar{x}_{Ceniza} \text{ vs } \bar{x}_{Humedad}$$

$$\bar{x}_{Ceniza} \text{ vs } \bar{x}_{Fibra}$$

$$\bar{x}_{Ceniza} \text{ vs } \bar{x}_{Proteina}$$

$$\bar{x}_{Ceniza} \text{ vs } \bar{x}_{Grasa}$$

$$\bar{x}_{Ceniza} \text{ vs } \bar{x}_{Carbohidratos}$$

En el segundo conjunto se compararon, las medias del parámetro humedad respecto a los demás parámetros en el siguiente orden:

$$\bar{x}_{Humedad} \text{ vs } \bar{x}_{Fibra}$$

$$\bar{x}_{Humedad} \text{ vs } \bar{x}_{Proteina}$$

$$\bar{x}_{Humedad} \text{ vs } \bar{x}_{Grasa}$$

$$\bar{x}_{Humedad} \text{ vs } \bar{x}_{Carbohidratos}$$

En el tercer conjunto se compararon, las medias del parámetro fibra respecto a los demás parámetros en el siguiente orden:

$$\bar{x}_{Fibra} \text{ vs } \bar{x}_{Proteina}$$

$$\bar{x}_{Fibra} \text{ vs } \bar{x}_{Grasa}$$

$$\bar{x}_{Fibra} \text{ vs } \bar{x}_{Carbohidratos}$$

En el cuarto conjunto se compararon, las medias del parámetro proteína respecto a los demás parámetros en el siguiente orden:

$$\bar{x}_{Proteina} \text{ vs } \bar{x}_{Grasa}$$

$$\bar{x}_{Proteina} \text{ vs } \bar{x}_{Carbohidratos}$$

Finalmente, en el quinto conjunto se compararon, las medias de grasa respecto a carbohidratos:

$$\bar{x}_{Grasa} \text{ vs } \bar{x}_{Carbohidratos}$$

Dado que realmente estábamos comparando medias apareadas, la hipótesis nula planteada fue:

$$H_0: \bar{x}_{Parámetro (n)} = \bar{x}_{Parámetro (n-1)}$$

Aceptándose la hipótesis nula si:

$$|t_{cal}| < t_{(0.05, 3-1)} \text{ (4.303)}$$

Concluyéndose en este caso, que las medias de los dos parámetros físico-químicos comparados, son iguales.

Los resultados de la aplicación del test de medias apareadas múltiples se muestran en las **tablas VIII.4 y VIII.5**, para los métodos de secado natural y al horno respectivamente.

Tabla VIII.4 Resultados de la comparación de medias del método de secado natural

	SECADO NATURAL				
	Ceniza	Humedad	Fibra	Proteína	Grasa
Humedad	9.57				
Fibra	159.70	-0.27			
Proteína	173.21	4.93	34.50		
Grasa	-9.43	-9.53	-47.87	-43.15	
Carbohidratos	-4207.15	-135.82	-1508.85	-2606.74	-347.91

Tabla VIII.5 Resultados de la comparación de medias del método de secado al horno

	SECADO HORNO				
	Ceniza	Humedad	Fibra	Proteína	Grasa
Humedad	7.17				
Fibra	62.11	-0.79			
Proteína	2409.28	4.78	55.25		
Grasa	-30.31	-9.63	-45.15	-125.47	
Carbohidratos	-7056.95	-110.34	-936.46	-5895.03	-973.50

Como podemos observar en las Tablas VIII.4 y VIII.5 el valor absoluto del estadístico t calculado en todas las comparaciones tanto para el método de secado natural como para el método de secado al horno, resultó ser mayor que el valor del estadístico t tabulado para un nivel de significación de 0.05 y 2 grados de libertad (4.303), excepto para el caso de la comparación de los parámetros humedad y fibra, en ambos procesos de secado.

Este resultado nos indica, que la mayoría de las medias de los parámetros físico-químicos tanto para el método de secado natural como para el secado al horno, son distintos y por lo tanto son independientes entre sí, lo que confirmaría lo ya observado en los apartados **VIII.2** y **VIII.3.1.1**, de esta monografía.

VIII.3.2 COMPARACIÓN DE LOS METODOS DE SECADO

Para la realización de la comparación de los métodos, tomamos la media de los resultados de los análisis de los parámetros físico-químicos de los dos métodos de secado, los que se muestran reflejados en la Tabla VIII.6.

Tabla VIII.6 Medias de porcentaje de los parámetros físico-químicos obtenidos en el análisis de los dos métodos de secado

Parámetros	Natural	Horno
Ceniza	9.04	8.66
Humedad	4.29	4.48
Fibra	4.43	4.9
Proteína	2.04	1.71
Grasa	10.51	10.76
Carbohidratos	69.77	69.78

Para la comparación de las medias de los dos métodos de secado se utilizó el test de comparación de medias apareadas, que compara las medias de dos conjuntos de resultados, con igual cantidad de datos, detectando la igualdad o no de las medias de los dos conjuntos.

La hipótesis nula planteada, en este caso fue la siguiente:

$$H_0: \bar{X}_{\text{Método de secado natural}} = \bar{X}_{\text{Método de secado al horno}}$$

Aceptándose la hipótesis nula si:

$$|t_{\text{cal}}| < t_{(0.05, 6-1)} \quad (2.57)$$

Concluyéndose en este caso, que las medias de los dos métodos de secado, son iguales.

Los resultados de la aplicación del test de medias apareadas se muestran en la **tabla VIII.7**, para los métodos de secado natural y al horno respectivamente.

Tabla VIII.7 Resultados del test de comparación de las medias de los dos métodos de secado

Parámetros	Secado Natural	Secado Horno
Media	16.68	16.72
Varianza	686.58	686.14
Observaciones	6	6
R	0.99992	
r ²	0.99984	
Estadístico t	-0.255	
Valor crítico de t (dos colas)	2.571	

Como podemos observar en la Tablas VIII.7, el valor absoluto del estadístico t calculado de los dos métodos de secado natural y al horno, resultó ser menor que el valor del estadístico t tabulado para un nivel de significación de 0.05 y 5 grados de libertad (2.571).

Este resultado nos indica, que las medias de los dos métodos de secado son iguales por lo tanto el método de secado natural como el secado al horno, proporcionan resultados iguales y podemos considerar que estadísticamente, resulta igual secar las hojas de Moringa para la obtención de harina, empleando o el método de secado al natural o el método de secado al horno.

Para confirmar lo observado, procedimos a obtener el coeficiente de correlación de los dos métodos y realizar el grafico de método de secado natural vs secado al horno, para verificar la relación entre ambos métodos.

En la tabla VIII.7 se puede observar el valor del coeficiente de correlación obtenido y en la Figura VIII.11, se muestra el grafico de relación entre ambos métodos.

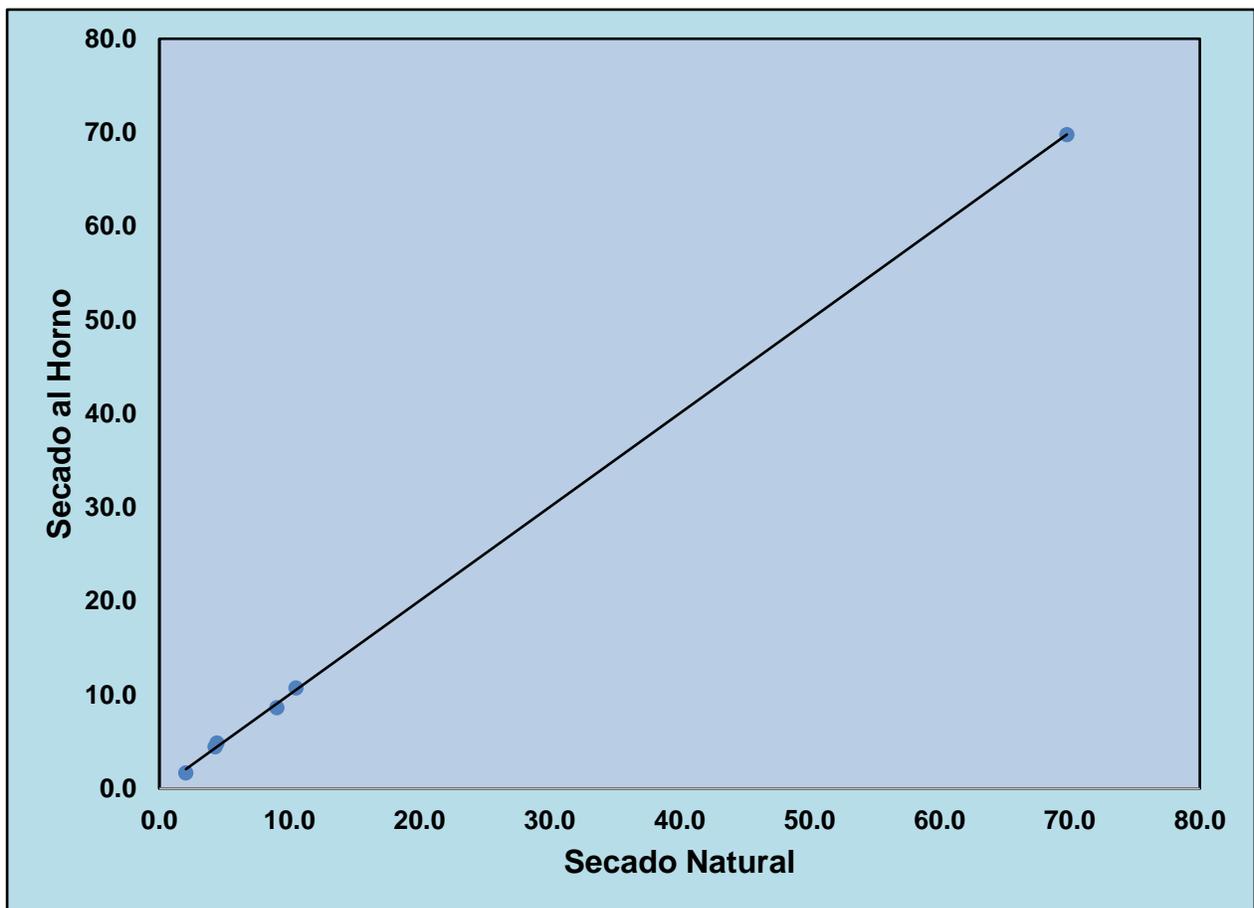


Figura VIII.11 Correlación de los dos métodos de secado empleados en este estudio.

El valor del coeficiente de correlación de los dos métodos de secado de las hojas de la Moringa (mostrado en la tabla VIII.7), **0.99992** indica que existe una alta correlación

positiva entre los resultados de los dos métodos de secado, lo que se puede confirmar observando la Figura VIII.11. Estos resultados confirman lo ya indicado en la comparación de las medias de los dos métodos de secado.

Estos resultados muestran, que el efecto del tiempo de secado, así como la temperatura, no influyen en los resultados obtenidos en ambos métodos de secado. Sin embargo, para efectos prácticos, dado que resulta lo mismo usar un método u otro, y por ahorro de recursos y tiempo resultaría más adecuado el secado de las hojas empleando el método de secado al horno, ya que emplea menos tiempo 4 horas en lugar de las 48 horas de secado al natural.

IX CONCLUSIÓN

Una vez finalizadas todas las actividades experimentales y una vez realizado el análisis de los resultados podemos concluir que:

1. Se recolectaron y seleccionaron hojas de Marango de árboles plantados en la finca Loma Linda de la Cooperativa Los Lagos R.L en el Departamento de Chinandega Municipio de Villanueva-Israel, las que fueron secadas mediante dos métodos (Natural y Horno) con distintos tiempos (4 y 48 horas) y temperatura (35-40 °C y 60 °C), finalmente las hojas secas fueron molidas y tamizadas para obtener harina que posteriormente fue empleada para determinar los parámetros físico-químicos de este estudio.
2. Se determinaron parámetros físico-químicos de las muestras obtenidas por los métodos de secado natural y horno, tales como: proteína, ceniza, humedad, grasa, fibra y carbohidrato. Siendo el porcentaje de proteína el que presentó los menores valores con un 2.04 y 1.71% para las muestras de secado natural y horno respectivamente y la grasa la que presentó el mayor porcentaje con un 10.51 y 10.76% para las muestras de secado natural y horno respectivamente. Las diferencias encontradas creemos que es debido a distintos factores tales como errores durante las etapas del desarrollo de los análisis, lo que posiblemente contribuyó a las diferencias observadas entre las muestras analizadas.
3. Se compararon los resultados obtenidos en la determinación de los parámetros físico-químicos en Harina de Marango, obtenida mediante los métodos de secado natural y al horno. Resultando que las varianzas y las medias de los parámetros físico-químicos de los dos métodos de secado eran distintas, lo que se correspondía con lo observado en los gráficos de estos parámetros. La comparación de los dos métodos demostró que no existían diferencias entre los métodos de secado de las hojas por lo que asumimos que resulta igual emplear uno que el otro, salvo por el tiempo empleado en la obtención de las hojas secas, siendo ambos de utilidad para la Cooperativa Los Lagos R.L.

X RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la presente monografía tomando en cuenta los resultados obtenidos, así como las conclusiones de este estudio, creemos conveniente realizar las siguientes recomendaciones:

1. Realizar un estudio similar, incluyendo muestras de otras regiones del País para comparar los resultados, de este estudio con los de estas otras regiones.
2. Ampliar en un futuro estudio, la cantidad de parámetros a ser estudiados tales como azúcares, acidez, vitaminas, aminoácidos, así como también análisis microbiológicos.
3. Considerar la aplicación en un estudio posterior de los datos obtenidos, de otras herramientas de comparación multivalente, dada la cantidad de datos reflejados, para obtener una mayor y mejor visión de los resultados y sus relaciones entre sí, tales como comparación de medias múltiples usando el test de Bonferroni que consiste en un estudio de la normalidad de la distribución. También como herramientas informáticas como SPSS, STATA que son más oportunas para este tipo de análisis.

XI BIBLIOGRAFÍA

1. OMS (2011) MAPA DEL HAMBRE DE 2011. RECUPERADO EL 6/6/2011 DE:
<HTTP://HOME.WFP.ORG/STELLENT/GROUPS/PUBLIC/DOCUMENTS/COMMUNICATIONS/WFP229489.PDF>.
2. LIM, T. K. 2012. EDIBLE MEDICINAL AND NON MEDICINAL PLANTS, VOLUME 3. SPRINGER. . DORDRECHT. MAKKAR, H. P. S., Y BECKER, K. 1996.
3. BALBIR, MATUR. TREES FOR LIFE: MORINGA BOOK. [EN LÍNEA]. ST LOUIS, EUA, 2005.
<HTTP://WWW.TREESFORLIFE.ORG/OURWORK/OURINITIATIVES/MORINGA/MORINGA-BOOK> [CONSULTA: ABRIL DE 2016].
4. PLANTAS DE USO MEDICINAL EN NICARAGUA.: EDITORIAL UNIVERSITARIA, [EN LÍNEA]. MANAGUA, NICARAGUA, 1999. 122 P.
HTTP://WWW.PLANTAS_DE_USO_MEDICINAL_EN_NICARAGUA.COM.HTML/20%ONLINE/MORINGA/EDITORIAL_UNIVERSITARIA/122P_20%/20%PDF.HTML [CONSULTA: ABRIL DE 2016. 03:19 PM-04:22 PM].
5. JUAN MIGUEL MURILLO GUILLÉN. UTILIZACIÓN DE LA HOJA DE LA MORINGA OLEÍFERA COMO FILTRO NATURAL. TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS, UNAN-LEON. 1996. 78 P. PDF.
HTTP://WWWUTILIZACIÓN_DE_LAHOJA_DE_LA_MORINGA_OLEÍFERACOMO_FILTRO_NATURAL./%20JORGE%20MIGUEL%20MURILLO%20GUILLEN%C3%B3N%20-%20PDF.HTML [CONSULTA: ABRIL DE 2016. 08:21 AM-09:13AM]
6. INGRID SOFÍA RIZO JUÁREZ. “DETERMINACIÓN DE LA ACCIÓN ANTIESPASMÓDICA DE LAS INFUSIONES DE LAS FLORES, HOJAS, RAÍCES, SEMILLAS Y TALLOS DE MORINGA OLEÍFERA.”. TRABAJO DE GRADUACIÓN DE LIC. EN QUÍMICA FARMACÉUTICA. UNAN-LEON, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, 1989. 32 P.PDF.
HTTP://WWW.DETERMINACIÓN_DE_LA_HOJA_DE_LA_ACCION_ANTIESPASMÓDICA

DE LAS INFUSIONES DE LAS FLORES HOJAS RAICES SEMILLAS Y TALLOS DE MORINGA PLEIFERA./

%3F20INGRID%20SOFIA%20RIZO%20JUAREZ%N2%Z11%20A%20PDF.HTML

[CONSULTA: MAYO DE 2016. 07:55 AM-08:27]

7. EDDY ANTONIO AGUILAR MEJÍA. “DETERMINACIÓN DE LA ACCIÓN DIURÉTICA DE LAS INFUSIONES DE LAS SEMILLAS, TALLOS, RAÍCES Y HOJAS DE MORINGA OLEÍFERA”. TRABAJO DE GRADUACIÓN DE LIC. EN QUÍMICA FARMACÉUTICA. UNAN-LEÓN, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, 1990. 56 P.PDF. [DESCARGADO: MAYO DE 2016. 09:22 PM]
8. BOLETÍN MAGFOR.[EN LÍNEA].NICARAGUA.[HTTP://WWW.MAGFOR.COM.NI/OFFICIALSITE/BOLETIN_2012_FEBRERO/20%MORINGA/30%20MARISELA20%20SOTO](http://www.magfor.com.ni/oficialsite/boletin_2012_febrero/20%20MORINGA/30%20MARISELA20%20SOTO) [CONSULTA: MAYO DE 2016].
9. INTA. (21 DE JULIO DE 2012).[EN LÍNEA]. FÍSICA DEL FRUTO DE LA MORINGA.[HTTP://WWW.CORPOICA.ORG.CO/SITIOWEB/DOCUMENTO/MORINGA](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/documento/moringa) [CONSULTA: MAYO DE 2016].
10. . CÁCERES MONTES, C. M., DÍAZ AYALA, J. C. (2005), PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE DESECHO DE UNA INDUSTRIA QUÍMICA DE ADHESIVOS UTILIZANDO EXTRACTO ACUOSO DE LA SEMILLA DE MORINGA OLEÍFERA (TEBERINTO), TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA, SAN SALVADOR, EL SALVADOR [CONSULTA: MAYO DE 2016].
11. GRAN CONSULTOR ESTUDIANTIL. BOTÁNICA. PLANTAS DICOTILEDÓNEAS. MORINGA-MARANGO EDITORIAL ESPASA. 2001. 711P. [CONSULTA: MAYO DE 2016]
12. KANDY PAOLA GÓMEZ GÓMEZ.. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE LA FRACCIÓN EXTRAÍBLE DE SEMILLA DE MORINGA (MORINGA OLEÍFERA LAM.), A NIVEL LABORATORIO. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. GUATEMALA. JUNIO 2013. [CONSULTA: MAYO DE 2016].

13. BALBIR, MATHUR. TREES FOR LIFE MORINGA BOOK. P 12. LOUIS, EUA, 2005. [CONSULTA: MAYO DE 2016].
14. EL NUEVO DIARIO. 17 DE AGOSTO 2012. AFP/END.PAG 13B. PÁRRAFO 8. EDICIÓN
14963.[HTTP://WWW.ELNUEVODIARIO.COM.NI/ECONOMICO/2012_AGOSTO/20%2FCULTIVO MORINGA/20%2F13B/20%2F8/20%2FEDICIÓN #14963/13%.HTML](http://www.elnuevodiario.com.ni/economico/2012_agosto/20%2Fcultivo_moringa/20%2F13b/20%2F8/20%2Fedicion_#14963/13.html)[CONSULTA: MAYO DE 2016].
15. MANUAL DE CULTIVO.MAGFOR. SEPTIEMBRE.2011. 3ª. ED. — MANAGUA. 200 P. ISBN: 999XX-X-XX-X0. PDF. [RECUPERADO: MAYO DE 2016]
16. CÁCERES, ARMANDO, ET AL. *ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE PLANTAS MEDICINALES DE USO POPULAR EN GUATEMALA (I)*. GUATEMALA: DIGI, USAC, 1993. 61 P. [CONSULTA: JUNIO DE 2016]
17. *USOS DE PLANTAS. MEDICINA VERDE. EDITORIAL GALLACH. 1999. GUATEMALA. 112P.* . [CONSULTA: JUNIO DE 2016]
18. COOPERATIVAS LOS LAGOS R.L. *ACERCA DE LA MORINGA. CHINANDEGA-NICARAGUA.* JUNIO 2016.[HTTP://WWW.COOPERATIVALOSLAGOS.COM.NI/ACERCA DE LA MORINGA/2016 JUNIO/.HTML](http://www.cooperativaloslagos.com.ni/acerca_de_la_moringa/2016_junio.html). [CONSULTA: JUNIO DE 2016]
19. GRAN CONSULTOR ESTUDIANTIL. BOTÁNICA. PLANTAS DICOTILEDÓNEAS. MORINGA-MARANGOEDITORIAL ESPASA. 2001. 713P. [CONSULTA: JUNIO DE 2016]
20. C. GOPALAN ET AL (1994), NUTRITIVE VALUE OF INDIAN FOODS, INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION INDIA. [CONSULTA: JULIO DE 2016]
21. CARACTERISTICAS Y POTENCIALIDADES DE MORINGA OLEIFERA, LAMARK. ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTO Y FORAJE "INDIO HATUEY". ARTICULO DE INVESTIGACION. VOL 33.# 4 2010[CONSULTA: JULIO DE 2016]
22. NYLE SYSTEMS .INTRODUCCION SECADO AL HORNO. 12 STEVENS ROAD. BREWER ME 04412-2252 USA [CONSULTA: AGOSTO DE 2016]

23. COLEGIO DE LA SALLE. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS. PROFESORA MARÍA ANGÉLICA RIEDEL P. PDF CREATED WITH PDF FACTORY TRIAL VERSION WWW.PDFFACTORY.COM [DESCARGADO: AGOSTO DE 2016]
24. CID (CENTRO DE INVESTIGACION JORGE MARIO) COLOMBOVIA [HTTP://CIDJORGEMARIO.BLOGSPOT.COM/2011/08/ANALISIS-BROMATOLOGICO.HTML](http://CIDJORGEMARIO.BLOGSPOT.COM/2011/08/ANALISIS-BROMATOLOGICO.HTML). [CONSULTA: AGOSTO DE 2016]
25. [HTTP://WWW.WOOPRA.COM/TRACK/PING/?RA=NEQKEV2XHCHNW&ALIAS=WWW.EUFIC.ORG&COOKIE=LMAM1ZSQLEXC&META=&SCREEN=1024X600&LANGUAGE=ES&REFERER=HTTPS%3A%2F%2FWWW.GOOGLE.COM.NI%2F&IDLE=0&VS=R&CE_NAME=X./CARBOHIDRATOS\(EUFIC\)FILES.HTML](http://WWW.WOOPRA.COM/TRACK/PING/?RA=NEQKEV2XHCHNW&ALIAS=WWW.EUFIC.ORG&COOKIE=LMAM1ZSQLEXC&META=&SCREEN=1024X600&LANGUAGE=ES&REFERER=HTTPS%3A%2F%2FWWW.GOOGLE.COM.NI%2F&IDLE=0&VS=R&CE_NAME=X./CARBOHIDRATOS(EUFIC)FILES.HTML) [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
26. MÉNDEZ S. H.; TOSCA R.A. *ET AL.*; 1974. ALIMENTACIÓN Y MANEJO DEL GANADO VACUNO. ED PUEBLO Y EDUCACIÓN. CUBA. [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
27. ESTADÍSTICA Y QUIMIOMETRÍA PARA QUÍMICA ANALÍTICA (4ª ED.) (EN PAPEL) ISBN 9788420535142 JAMES MILLER; JANE MILLER, PEARSON EDUCACION, 2002 [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
28. MÉTODO DE SPAD (SOIL AND PLANT ANALYZER DEVELOPMENT), FHK [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
29. MÉTODO DE ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO Y MATERIA ORGÁNICA, COMITÉ DE SUELO DE JAPÓN, 2004 [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
30. MÉTODO OFICIAL AOAC INTERNACIONAL 930.05; 942.05 [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
31. MÉTODO OFICIAL AOAC 930.04; 934.01 [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
32. MÉTODO AOAC 920.39 (MÉTODO SOXHLET) [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
33. MÉTODO OFICIAL AOAC 930.10; 962.09 (MÉTODO DE HENNEBERG Y STOHMANN) [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]
34. ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA PRÁCTICAS DE ESTADÍSTICA COMPARAR MEDIAS [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]

35. ALFARO, N. C., MARTÍNEZ W., USO POTENCIAL DE LA MORINGA (*MORINGA OLEIFERA*, LAM) PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS NUTRICIONALMENTE MEJORADOS, CARTILLA: CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DE LA *MORINGA OLEIFERA* LAM (EN EL CONTEXTO GUATEMALTECO). –INCAP– GUATEMALA: INCAP, MARZO, 2008.

36. COHEN, J., & COHEN, P. (1983). APPLIED MULTIPLE REGRESSION/CORRELATION ANALYSIS FOR THE BEHAVIORAL SCIENCES. HILLSDALE, NJ: LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, INC. [CONSULTA: SEPTIEMBRE DE 2016]

XI ANEXO



Foto#1 *Recolección Hoja de Marango*



Foto#2 *Selección Hoja de Marango*

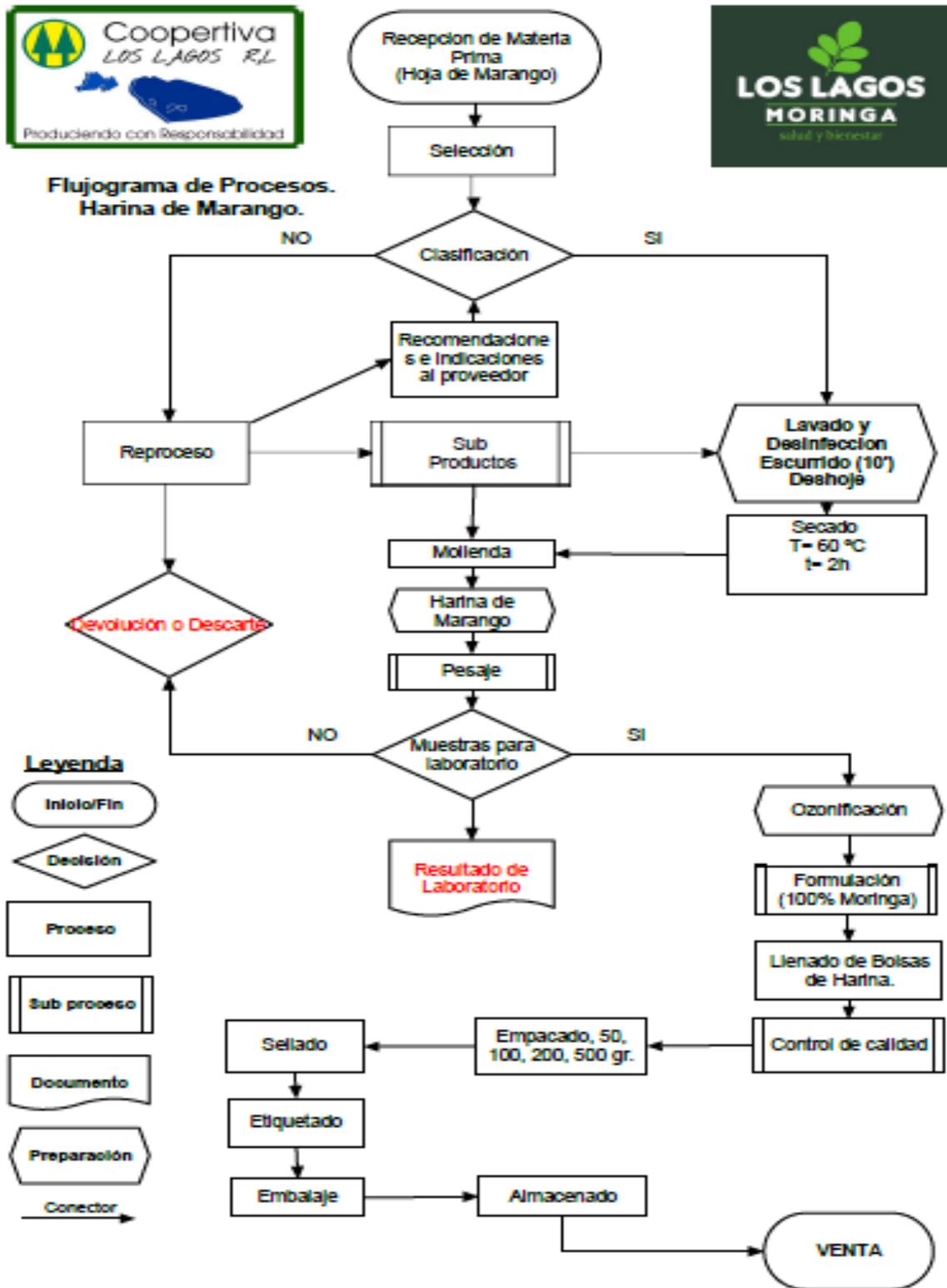


Foto#3 *Secado Natural de Hoja de Marango*



Foto#4 *Secado en Horno de Hoja de Marango*

Figura#1. Flujograma de proceso de Harina de Marango



Tabla#1 TEST DE COCHRAN

Level of significance $\alpha = 0.05$

k	V_x													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	36	144	∞
2	0.9985	0.9750	0.9392	0.9057	0.8772	0.8534	0.8332	0.8159	0.8010	0.7880	0.7341	0.6602	0.5813	0.5000
3	0.9669	0.8709	0.7977	0.7457	0.7071	0.6771	0.6530	0.6333	0.6167	0.6025	0.5466	0.4748	0.4031	0.3333
4	0.9065	0.7679	0.6841	0.6287	0.5895	0.5598	0.5365	0.5175	0.5017	0.4884	0.4366	0.3720	0.3093	0.2500
5	0.8412	0.6838	0.5981	0.5441	0.5065	0.4783	0.4564	0.4387	0.4241	0.4118	0.3645	0.3066	0.2513	0.2000
6	0.7808	0.6161	0.5321	0.4803	0.4447	0.4184	0.3980	0.3817	0.3682	0.3568	0.3135	0.2612	0.2119	0.1667
7	0.7271	0.5612	0.4800	0.4307	0.3974	0.3726	0.3535	0.3384	0.3259	0.3154	0.2756	0.2278	0.1833	0.1429
8	0.6798	0.5157	0.4377	0.3910	0.3595	0.3362	0.3185	0.3043	0.2926	0.2829	0.2462	0.2022	0.1616	0.1250
9	0.6385	0.4775	0.4027	0.3584	0.3286	0.3067	0.2901	0.2768	0.2659	0.2568	0.2226	0.1820	0.1446	0.1111
10	0.6020	0.4450	0.3733	0.3311	0.3029	0.2823	0.2666	0.2541	0.2439	0.2353	0.2032	0.1655	0.1308	0.1000
12	0.5410	0.3924	0.3264	0.2880	0.2624	0.2439	0.2299	0.2187	0.2098	0.2020	0.1737	0.1403	0.1100	0.0833
15	0.4709	0.3346	0.2758	0.2419	0.2195	0.2034	0.1911	0.1815	0.1736	0.1671	0.1429	0.1144	0.0889	0.0667
20	0.3894	0.2705	0.2205	0.1921	0.1735	0.1602	0.1501	0.1422	0.1357	0.1303	0.1108	0.0879	0.0675	0.0500
24	0.3434	0.2354	0.1907	0.1656	0.1493	0.1374	0.1286	0.1216	0.1160	0.1113	0.0942	0.0743	0.0567	0.0417
30	0.2929	0.1980	0.1593	0.1377	0.1237	0.1137	0.1061	0.1002	0.0958	0.0921	0.0771	0.0604	0.0457	0.0333
40	0.2370	0.1576	0.1259	0.1082	0.0968	0.0887	0.0827	0.0780	0.0745	0.0713	0.0585	0.0462	0.0347	0.0250
60	0.1737	0.1131	0.0895	0.0765	0.0682	0.0623	0.0583	0.0552	0.0520	0.0497	0.0411	0.0316	0.0234	0.0167
120	0.0998	0.0632	0.0495	0.0419	0.0371	0.0337	0.0312	0.0292	0.0279	0.0266	0.0218	0.0165	0.0120	0.0083
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kanji, Gopal K. 100 Statistical Tests. London : SAGE Publication Ltd., 1993.

Tabla#2 Análisis químico de harina elaborada con hojas de *M. oleifera* (g%)

Análisis químico	Valor nutricional
Humedad	4.80 ± 0.17
Cenizas	8.78 ± 0.04
Grasa	9.75 ± 0.16
Proteína	33.50 ± 1.10
Fibra	7.48 ± 0.12

Tabla#5 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Ceniza Para Secado Natural

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Ceniza	9.04	0.0001				
Humedad	4.29	0.7569				
Ceniza	9.04	0.0001				
Fibra	4.43	0.0016				
Ceniza	9.04	0.0001				
Proteína	2.04	0.0064				
Ceniza	9.04	0.0001				
Grasa	10.51	0.0676				
Ceniza	9.04	0.0001				
Carbohidratos	69.765	0.001225				

Tabla#6 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Humedad Para Secado Natural

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Humedad	4.29	0.7569				
Fibra	4.43	0.0016				
Humedad	4.29	0.7569				
Proteína	2.04	0.0064				
Humedad	4.29	0.7569				
Grasa	10.51	0.0676				
Humedad	4.29	0.7569				
Carbohidratos	69.765	0.001225				

Tabla#7 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Fibra Para Secado Natural

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Fibra	4.43	0.0016				
Proteína	2.04	0.0064				
Fibra	4.43	0.0016				
Grasa	10.51	0.0676				
Fibra	4.43	0.0016				
Carbohidratos	69.765	0.001225				

Tabla#8 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Proteína Para Secado Natural

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Proteína	2.04	0.0064				
Grasa	10.51	0.0676				
Proteína	2.04	0.0064				
Carbohidratos	69.765	0.001225				

Tabla#9 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Grasa Para Secado Natural

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Grasa	10.51	0.0676				
Carbohidratos	69.765	0.001225				

Tabla#10 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Ceniza Para Secado Horno

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Ceniza	8.66	0.0016				
Humedad	4.48	1.1025				
Ceniza	8.66	0.0016				
Fibra	4.895	0.021025				
Ceniza	8.66	0.0016				
Proteína	1.705	0.002025				
Ceniza	8.66	0.0016				
Grasa	10.76	0.0064				
Ceniza	8.66	0.0016				
Carbohidratos	69.775	0.000625				

Tabla#11 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Humedad Para Secado Horno

Parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Humedad	4.48	1.1025				
Fibra	4.895	0.021025				
Humedad	4.48	1.1025				
Proteína	1.705	0.002025				
Humedad	4.48	1.1025				
Grasa	10.76	0.0064				
Humedad	4.48	1.1025				
Carbohidratos	69.775	0.000625				

Tabla#12 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Fibra Para Secado Horno

parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Fibra	4.895	0.021025				
Proteína	1.705	0.002025				
Fibra	4.895	0.021025				
Grasa	10.76	0.0064				
Fibra	4.895	0.021025				
Carbohidratos	69.775	0.000625				

Tabla#13 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Proteína Para Secado Horno

parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Proteína	1.705	0.002025				
Grasa	10.76	0.0064				
Proteína	1.705	0.002025				
Carbohidratos	69.775	0.000625				

Tabla#14 Resultados Del Test De Comparación De Medias De Grasa Para Secado Horno

parámetros	Media	Varianza	Observaciones	Grados de libertad	Estadístico t	Valor crítico de t (dos colas)
Grasa	10.76	0.0064				
Carbohidratos	69.775	0.000625				