



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIA ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**Formulación y caracterización de un
filtrante de hojas de *Moringa oleifera***

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

Bach. Cindy Karina Inostroza Chávez

Bach. Bryan Aldair Rubio Barrientos

ASESOR:

Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

E INDUSTRIA ALIMENTARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**Formulación y caracterización de un filtrante de hojas de
*Moringa oleífera***

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ELABORADO POR:

**Bach. Cindy Karina Inostroza Chávez
AUTORA**

**Bach. Bryan Aldair Rubio Barrientos
AUTOR**

APROBADO POR:

**Ing. M.Sc. Rubén Darío Sachún García
PRESIDENTE**

**Ing. M.Sc. Rubén Enrique Vargas Lindo
SECRETARIO**

**Ing. M.Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez
VOCAL**

**Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ
ASESOR**

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Por los triunfos logrados y los momentos difíciles que me ayudó a superar.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres, María Juana y Segundo Víctor, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. Por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A mi familia en general, quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Bryan Aldair Rubio Barrientos

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, guiando mi camino con su infinito amor para poder llegar a cumplir metas trazadas.

A mi madre, Nancy Chávez Meléndez, que, con su apoyo incondicional, perseverancia, esfuerzo y dedicación me ha enseñado a no rendirme ante ningún obstáculo y siempre perseverar hasta cumplir todo lo propuesto al inicio de esta etapa de mi formación universitaria, por ser la persona que me ha acompañado y guiado durante todo mi trayecto universitario y de vida.

A mis hermanas, Nancy Areliz y Cintya Aracely, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostración de amor incondicional.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y por confiar en mí.

Cindy Karina Inostroza Chávez

Agradecimiento

A Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda nuestra vida.

A nuestro asesor, el ingeniero Juan Francisco Robles Ruiz, por ser nuestro guía durante toda la etapa de elaboración de la tesis.

A los técnicos de los diferentes laboratorios de la facultad de Química e Industrias Alimentarias y Biología, quienes nos brindaron su tiempo y colaboración en la parte experimental de nuestro proyecto.

Amigos en general, porque cada una con sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

Gracias a todos ellos.

Cindy Karina y Bryan Aldair

ÍNDICE

Pág.

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	19
I. MARCO TEÓRICO	23
1.1 La Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	23
1.1.1 Origen y Distribución	25
1.1.2. Descripción botánica	27
1.1.3. Importancia nutricional	30
1.1.4. Composición química	34
1.1.5. Actividad biológica	35
1.1.6. Indicaciones terapéuticas	37
1.1.7. Farmacognosia	37
1.1.8. Toxicología	38
1.1.9. Papel de la <i>Moringa oleífera</i> en la Alimentación	38
1.2. Infusiones	40
1.3. Evaluación sensorial	41
1.3.1. Definición	41
1.3.2. Clasificación	41
1.3.3. Pruebas orientadas al consumidor	41
1.3.4. Prueba de preferencia	41
1.3.5. Pruebas de aceptabilidad	42
1.3.6. Pruebas Hedónicas	42
1.3.7. Pruebas orientadas a los productos	42
1.3.8. Pruebas de diferencia	42
1.3.9. Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad	42
1.3.10. Prueba de evaluación de intensidad con escalas	43

1.3.11. Pruebas descriptivas	43
II. METODOLOGÍA	44
2.1. Área de ejecución	44
2.2. Tipo de investigación	44
2.3. Población y muestra	44
2.3.1. Población	44
2.3.2. Muestra	44
2.4. Variable de estudio	44
2.4.1. Variables Independientes	44
2.4.2. Variable Dependiente	44
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	45
2.5.1. Equipos y materiales de laboratorio.	45
2.5.1.1. Equipos.	45
2.5.1.2. Materiales de laboratorio	45
2.5.1.3. Reactivos y soluciones	46
2.6. Método de análisis	46
2.6.1. Caracterización de la Materia Prima	46
2.6.1.1. Determinaciones Físicas de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	46
2.6.2. Caracterización de los tratamientos	46
2.6.2.1. Determinaciones Fisicoquímicas de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	46
2.6.2.2. Caracterización fitoquímica (Screening o Tamizaje fitoquímico)	47
2.6.2.3. Caracterización sensorial de las infusiones de hoja de <i>Moringa oleífera</i>	48
2.6.3. Caracterización del mejor tratamiento	48
2.6.3.1. Determinación fisicoquímica	48
2.6.3.2. Determinación de fenoles totales	48
2.6.3.3. Determinación de capacidad antioxidante	49
2.6.3.4. Caracterización microbiológica del filtrante de hoja de <i>Moringa oleífera</i>	49
2.7. Metodología experimental	49
2.7.1. Caracterización de la materia prima	50
2.7.1.1. Análisis físicos de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	50

2.7.2.	Evaluación de los tratamientos	50
2.7.2.1.	Determinaciones fisicoquímicas de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	50
2.7.2.2.	Caracterización fitoquímica de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	51
2.7.3.	Proceso de formulación del filtrante de hoja de <i>Moringa oleífera</i>	51
2.7.3.1.	Recolección	51
2.7.3.2.	Selección y Clasificación	51
2.7.3.3.	Desinfección	51
2.7.3.4.	Oreo	51
2.7.3.5.	Secado	51
2.7.3.6.	Pesado	51
2.7.3.7.	Molienda	52
2.7.3.8.	Tamizado	52
2.7.3.9.	Pesado/Envasado	52
2.7.3.10.	Empacado	52
2.7.3.11.	Almacenado	52
2.7.4.	Evaluación sensorial de los tratamientos	53
2.7.5.	Caracterización del mejor tratamiento	54
2.7.5.1.	Determinación fisicoquímica	54
2.7.5.2.	Determinación del contenido de fenoles totales en hoja de <i>Moringa oleífera</i>	54
2.7.5.3.	Determinación de la capacidad antioxidante de hojas de <i>Moringa oleífera</i>	55
2.7.5.4.	Análisis microbiológico	55
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	57
3.1.	Caracterización de la materia prima (hojas de <i>Moringa oleífera</i>)	56
3.1.1.	Caracterización física de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	56
3.1.2.	Evaluación físico química de los estadios de las hojas de <i>Moringa oleífera</i>	58
3.2.	Evaluación sensorial de los tratamientos	58
3.2.1.	Variable Aroma	59
3.2.2.	Color	60
3.2.3.	El sabor	62
3.2.4.	Apariencia	65

3.3.	Caracterización del mejor tratamiento	67
3.3.1.	Análisis físico químico del estadio seleccionado	67
3.3.2.	Determinación del contenido de fenoles	67
3.3.3.	Determinación de la capacidad antioxidante del Estadío 1 (hoja nueva)	68
3.3.4.	Análisis microbiológico	69
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
4.1.	CONCLUSIONES	70
4.2.	RECOMENDACIONES	71
ANEXOS		78

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1 Caracterización de la materia prima _____	80
ANEXO 2 Determinaciones fisicoquímicas de las muestras _____	81
ANEXO 3 Caracterización fitoquímica _____	84
ANEXO 4 Cálculos para la determinación de la composición fisicoquímica de la muestra ganadora (Estadío 1: hojas Nuevas: brote) _____	88
ANEXO 5 Evaluación sensorial _____	91
ANEXO 6 Fenoles totales en producto final "MORINVIA" _____	101
ANEXO 7 Determinación de capacidad antioxidante por ABTS _____	104
ANEXO 8 Análisis microbiológico a los filtrantes de hoja de <i>Moringa oleífera</i> _____	107

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1 Métodos de análisis microbiológicos_____	50
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Árbol de <i>Moringa oleífera</i> _____	23
Figura 2 Hojas de Moringa _____	25
Figura 3 Países donde crece la <i>Moringa oleífera</i> _____	26
Figura 4 Comparación del valor nutricional de la hoja de <i>Moringa oleífera</i> _____	32
Figura 5 Estructura de la pterigospermina _____	34
Figura 6. Diagrama del procedimiento de screening fitoquímico _____	48
Figura 7 Diagrama del diseño experimental para los tratamientos _____	51
Figura 8 Diagrama de bloque para obtención de filtrante de hoja de <i>Moringa oleífera</i> _____	54
Figura 9 Comparación de medias para aroma _____	61
Figura 10 Comparación de medias para color _____	63
Figura 11. Comparación de medias para sabor _____	65
Figura 12 Comparación de medias para apariencia _____	67
Figura 13 Calibre Pie de Rey _____	80
Figura 14 Muestra para análisis de características Fisicoquímicas	83
Figura 15 Procedimiento para Caracterización Fitoquímica _____	87
Figura 16 Análisis de PH para la muestra ganadora Estadío 1: hojas nuevas (brote) _____	90
Figura 17 Evaluación Sensorial (20 panelistas) _____	91
Figura 18 Muestras para Evaluación Sensorial _____	93
Figura 19 Curva Patrón de Fenoles _____	102
Figura 20 Procedimiento para la Determinación de Fenoles _____	103
Figura 21 Curva Patrón De Capacidad Antioxidante _____	105
Figura 22 Procedimiento para la determinación de Capacidad Antioxidante _____	106

Figura 23 Muestras para análisis microbiológico _____	107
Figura 24 Recuento de MOHOS y LEVADURAS _____	108
Figura 25 Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables _____	108
Figura 26 Determinación de Salmonelosis _____	109
Figura 27 Resultados del Ensayo microbiológico del Producto Alimenticio "MORINVIA" _____	110
Figura 28 Proceso para la obtención de filtrante de hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	111

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la <i>Moringa oleífera</i> _____	28
Tabla 2 Contenido del aminoácido de las hojas de moringa _____	30
Tabla 3 Contenido de vitaminas y minerales de la hoja de moringa _____	31
Tabla 4 Macro nutrientes en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	32
Tabla 5 Minerales en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	33
Tabla 6 Vitaminas en Hojas y Polvo de Hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	33
Tabla 7 Componentes químicos de la moringa _____	35
Tabla 8 Análisis de varianza para los tratamientos _____	54
Tabla 9 Caracterización física de las hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	57
Tabla 10 Composición fisicoquímica de las hojas de <i>Moringa oleífera</i> _____	58
Tabla 11 Análisis de varianza para variable Aroma _____	59
Tabla 12 Análisis de varianza para variable Color _____	61
Tabla 13 Análisis de varianza para variable Sabor _____	63
Tabla 14 Pruebas de Tukey _____	64
Tabla 15 Análisis de varianza para variable Apariencia _____	65
Tabla 16 Resultados de la caracterización fisicoquímica del Estadio 1 _____	67
Tabla 17 Contenido de fenoles en hoja de <i>Moringa oleífera</i> Estadio 1 (hoja nueva: brote) _____	68
Tabla 18 Contenido de antioxidantes en hoja de <i>Moringa oleífera</i> estadio 1 (hoja nueva: brote) _____	68
Tabla 19 Análisis microbiológicos del filtrante obtenido _____	69
Tabla 20 Leyenda: Estadios de hojas de <i>Moringa oleifera</i> _____	93

Tabla 21 Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial:	
Aroma	93
Tabla 22 Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial:	
Color	94
Tabla 23 Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial:	
Sabor	95
Tabla 24 Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial:	
Apariencia	96
Tabla 25 SUMA de las puntuaciones en base a los tres estadíos de la hoja de <i>Moringa oleífera</i> .	97
Tabla 26 PROMEDIO de las puntuaciones en base a los tres estadíos de la hoja de <i>Moringa oleífera</i> .	98
Tabla 27 Metodología empleada para la determinación de Fenoles	99
Tabla 28 Resultados de la Determinación de Fenoles	100
Tabla 29 Metodología Empleada Para La Determinación De Capacidad Antioxidante Por Abts	102
Tabla 30 Resultados de la Determinación de Capacidad Antioxidante Por Abts.	103

RESUMEN

El Presente trabajo de investigación fue realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo utilizando como materias primas las hojas de *Moringa oleífera* recolectados del vivero de la municipalidad de Tumbán – provincia de Lambayeque con la finalidad de formular un filtrante y caracterizarlo mediante análisis físico químicos, así mismo evaluar las características sensoriales de la infusión obtenida a partir de ellas.

El trabajo consistió inicialmente en caracterizar tres estadios fisiológicos de hojas de *Moringa oleífera* mediante análisis físicos (peso, longitud, espesor y ancho) y caracterización fisicoquímica. Luego las hojas de los diferentes estadios fisiológicos fueron sometidas a diferentes operaciones hasta la obtención del filtrante, para luego ser evaluados mediante análisis sensorial a cada una de las infusiones obtenidas a partir de cada estadio. Encontrándose después de haber sido analizados estadísticamente con el programa estadístico SPSS versión 21 cada atributo (sabor, apariencia, color y aroma) que el estadio tres, es el que mejor aceptabilidad presento entre los panelistas, calificándolo con un valor de 7,75 puntos de 9. Llegando a concluir: que las medidas biométricas de las hojas de *Moringa oleífera* del estadio 1 fueron: longitud 2,507 cm, ancho 1,9 cm, espesor 0,019 cm y peso 0.106 g.; características fisicoquímicas del filtrante: 8,95% de humedad, 26,33% de proteína, 40,09% de carbohidratos, 3.8% de grasa, 13,5% de fibra, 7,32% de ceniza, 62% sólidos solubles, 7,96 de pH, 91,1 % de sólidos totales y acidez de 0.677% expresada en ácido cítrico; contenido de fenoles y la capacidad antioxidante del filtrante seleccionado como mejor tratamiento es 45,812 y 5.151 respectivamente; almacenado por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, $< 1.8 \times 10^2$ UFC/g., Numeración de hongos $<$ Ausencia ufc/g., y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

Por lo tanto se recomienda hacer una investigación sobre el tamaño de partícula adecuado para mejorar el proceso de lixiviación durante la preparación de la infusión, hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto y realizar un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.

ABSTRACT

The present work of investigation was realized in the National University Pedro Ruiz Gallo using as raw materials the leaves of *Moringa oleífera* collected from the nursery of the municipality of Tuman - province of Lambayeque with the purpose of formulating a filter and characterizing it by physical chemical analysis, as well to evaluate the sensory characteristics of the infusion obtained from them.

The work initially consisted in characterizing three physiological stages of leaves of *Moringa oleífera* through physical analyzes (weight, length, thickness and width) and physicochemical characterization. Then the leaves of the different physiological stages were submitted to different operations until the filtering was obtained, to be evaluated by means of sensorial analysis to each of the infusions obtained from each stage. After being statistically analyzed with the statistical program SPSS version 21 each attribute (flavor, appearance, color and aroma) that stage one, is the one that presented the best acceptability among the panelists, qualifying it with a value of 7.75 points of 9. Concluding: that the biometric measurements of the *Moringa oleífera* leaves of stage 1 were: length 2.507 cm, width 1.9 cm, thickness 0.019 cm and weight 0.106 g.; physicochemical characteristics of the filter: 8.95% moisture, 26.33% protein, 40.09% carbohydrates, 3.8% fat, 13.5% fiber, 7.32% ash, 62% soluble solids, 7.96 pH, 91.1% total solids and 0.677% acidity expressed as citric acid; content of phenols and the antioxidant capacity of the filter selected as the best treatment is 45.812 and 5.151 respectively; stored for 60 days has a presence of microorganisms (Number of viable aerobic bacteria total $<1.8 \times 10^2$ CFU / g., Number of fungi $<$ Absence of cfu / g., and determination of Salmonella Absence cfu / 25g) within permissible limits NTS N ° 071 MINSA / DIGESA V-01 (2008) and qualified sensorially for its good acceptance. Therefore, it is recommended to carry out research on the appropriate particle size to improve the leaching process during the preparation of the infusion, to make a technical and economic feasibility study for the development of a pilot project for the production of the product and to carry out a market study to determine the degree of acceptance of the product.

INTRODUCCIÓN

Las plantas son un verdadero laboratorio que, a través del agua que absorben del suelo, del dióxido de carbono que toman del aire y en una verdadera reacción de alquimia, los transforman en glucosa, que es almacenada por ellas en forma de almidón, como reserva para cuando se la requiera. Todo este trabajo lo realizan gracias a una reacción llamada fotosíntesis, donde el factor más importante es la energía aportada por el sol, que es facilitada por la intervención de un pigmento verde que solo tienen las plantas, conocida como clorofila.

La glucosa es un azúcar simple, origen de toda la vida en la tierra, y es a partir de ella que las plantas por medio de su metabolismo generan los llamados metabolitos secundarios, los que en la misma no cumplen un papel importante, pero que sí son el origen de una gran parte de los medicamentos que se encuentran en el mercado farmacéutico (Curso avanzado de Fitoterapia, 2008).

Estos metabolitos reciben el nombre de principios activos de las plantas, son sustancias que han de servir como droga o medicamento que alivie una enfermedad, entre estos tenemos: Heterosidos (sulfados, cianógenos, fenólicos simples, cumarinicos, flavonoides), mucílagos y gomas, alcaloides, taninos, aceites esenciales y principios amargos. Todas estas sustancias son verdaderas moléculas químicas que tienen sobre nuestro organismo diferentes acciones, la cuales si son bien usadas pueden ayudarnos a solucionar grandes problemas de salud e incluso prevenirlos. Pero que si se usan en una forma irracional, pueden en muchos casos hasta ocasionar la muerte por intoxicación (Manzano, 2011).

La Moringa es un árbol originario del norte de la India que se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América Latina. Se presenta como un vector importante en la lucha contra la desnutrición y la pobreza, con aplicaciones en nutrición, tratamiento de agua, higiene y generación de ingresos, sectores estratégicos a su vez para Acción Contra el Hambre.

Esta planta cuenta con un perfil nutritivo que tiene la capacidad de suplir los requerimientos de micronutrientes necesarios en una dieta saludable, lo que hace de ella una alternativa útil para combatir la inseguridad alimentaria cuando se debe a carencias debidas a la calidad de los alimentos. Las hojas de Moringa contienen una riqueza de nutrientes importantes, además de contener todos los aminoácidos esenciales y una gran variedad de vitaminas (Lowell, 2001).

En el a Perú el consumo de alimentos naturales es muy limitado ya que no se ha difundido la cultura alimenticia entre sus pobladores. En la Región Lambayeque el comportamiento del consumidor frente la calidad que ofrecen los productos orgánicos no se diferencian de la realidad nacional. A nivel regional existe muy poca difusión sobre los estudios realizados sobre el aprovechamiento de las hojas de moringa, por lo cual se desestima el valor de su aplicación en forma de filtrantes, debido a esto se ha planteado realizar esta investigación con el fin de contribuir con la salud y el bienestar del consumidor lambayecano.

En ese sentido el interés por la investigación y comercialización de la flora medicinal se incrementa continuamente tanto por el aumento y la revitalización del consumo actual como por el patentado de extractos vegetales. La vigencia del uso de la plantas medicinales en amplios sectores de la población, expresa la permanencia de esta práctica cultural y pone de manifiesto la revalorización del conocimiento tradicional al momento de solucionar los problemas de salud, en un país de permanente destrucción ambiental y donde 70.6% de los habitantes viven en la pobreza (Monroy-Ortiz y Castillo-España 2007). Es importante mencionar que muchas de las especies de plantas medicinales que utilizan los habitantes de estas zonas pobres, crecen de manera silvestre y han sido aprovechadas por la gente de la comunidad para solucionar algunos problemas de salud. Sin embargo, estudios previos indican que los huertos familiares son los principales lugares donde se encuentran las plantas medicinales y donde se da el flujo de conocimiento del uso múltiple de cada una de las especies y es donde se da la transmisión y la adquisición del conocimiento (Sol, 1993; Álvarez, 1997).

Actualmente el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, son las principales causas de muerte en nuestro país.

Y uno de los factores causantes de estas enfermedades es la presencia en altas concentraciones de radicales libres,

Estos compuestos químicos los produce nuestro cuerpo naturalmente para luchar contra infecciones y virus. Pero el organismo controla su número mediante los antioxidantes.

Sin embargo, en concentraciones altas, lo cual puede ser producido por la ingesta excesiva de grasas, exposición a la radiación ionizante y a otras toxinas del ambiente. Pueden ser peligrosos para el cuerpo y pueden dañar todos los componentes principales de las células, incluso el ADN, las proteínas y las membranas celulares. El daño a las células causado por los radicales libres, especialmente el daño al ADN, el cual puede tener un papel en la formación del cáncer y en otros padecimientos de la salud.

La investigación de este proyecto se la realiza teniendo en cuenta este factor, por ello hemos elaborado un filtrante a partir de hojas de moringa, la cual contiene fenoles (son compuestos orgánicos aromático y les confiere una cualidad especialmente antioxidante a fin de contrarrestar la oxidación producida por radicales libres, productos químicos, la luz, etc.) y su capacidad antioxidante. Contribuyendo así a la mejora en la salud del consumidor.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteando los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Formular y caracterizar un filtrante a partir de las hojas de *Moringa oleífera*.

Objetivos Específicos:

Caracterizar físico químicamente las hojas de moringa.

Determinar los parámetros tecnológicos (medidas biométricas: longitud, peso y ancho) de las hojas de moringa para la formulación de un filtrante.

Determinar la mejor formulación a través de las evaluaciones físico químicas.

Caracterizar fisicoquímicamente la infusión obtenida de las hojas de moringa.

Determinar la cantidad de fenoles y la capacidad antioxidante de la infusión obtenida de las hojas de moringa.

Caracterizar microbiológicamente el filtrante obtenido y evaluar su estabilidad en almacenamiento.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 La Moringa (*Moringa oleífera*.)

La Moringa se trata de un árbol que proviene de la familia Moringaceae, pertenece al género moringa del cual hay 14 especies entre las que oleífera ha ganado popularidad por su cantidad de bondades. Posee diversos nombres regionales que se derivan de la raíz "Morunga".

En inglés es conocido como árbol de rábano, palo de tambor, el que nunca muere, el árbol de Ben y otros nombres, tiene una alta tasa de crecimiento de hasta 4 m por año, y puede llegar a medir desde 5 hasta 15 m y tiene un promedio de vida de 20 años.



Figura 1 Árbol de *Moringa oleífera*. RAMOS, J. (2017). Central Mayorista de Antioquia, Medellín; Boletín informativo. 25 p.

Moringa oleífera es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico. La variedad de nombres tanto en inglés como vernáculos ilustra los muchos usos asignados al árbol y sus productos.

En algunos lugares se conoce como "palo de tambor" debido a la forma de sus vainas, que son uno de los principales productos alimenticios en la India y África.

También es conocido como el árbol del rábano picante, debido al sabor de sus raíces, que los británicos utilizaban en la India como sustituto del rábano silvestre.

En algunos sitios del este de África se le conoce como "el mejor amigo de mamá", nombre que indica cuatro metros en un año.

Experiencias recientes con *Moringa oleifera* desarrolladas en Kenya, en colaboración con el Instituto de Investigación Forestal de Kenya (Kenya Forestry Research Institute) han producido árboles de cuatro metros en sólo cuatro meses. En el sur de Malawi se ha trabajado con el cultivo para probar su potencial en el tratamiento de aguas; los ensayos mostraron que el árbol podría florear y dar fruto en un año. En muchas partes del mundo se han reportado grandes y múltiples cosechas en un solo año.

El árbol brinda una innumerable cantidad de productos valiosos que las comunidades han aprovechado por cientos, tal vez por miles de años. Las vainas verdes, las hojas, las flores y las semillas son muy nutritivas y se consumen en muchas partes del mundo. El aceite de la semilla de *M. oleifera* puede utilizarse en la cocina, para producir jabones, cosméticos y combustible para lámparas. Diferentes partes del árbol se utilizan en medicinas naturales.

Los residuos de la extracción del aceite de las semillas pueden utilizarse como acondicionador del suelo o como fertilizante y tienen potencial para ser utilizados como suplemento alimenticio avícola y ganadero. Las hojas verdes constituyen una fuente muy útil de compuestos alimenticios.

Las semillas pulverizadas se utilizan en ungüentos/pomadas para el tratamiento de infecciones dermatológicas. Al suelo se adapta bien y es una buena fuente de leña.

En la India, la pulpa de la madera se utiliza para hacer papel. El árbol proporciona una sombra poco densa, útil para sistemas de intercultivo donde la luz solar intensa y directa puede dañar los cultivos; por último, pero no menos importante, *M. oleifera* constituye un buen árbol ornamental.

Las hojas tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes.

El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C.

Este valor nutricional es particularmente importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada por períodos de sequía, pues las hojas de moringa pueden cosecharse durante las épocas secas, cuando no hay otros vegetales frescos disponibles.

Es claro que el gran potencial de este árbol como proveedor de valiosos productos aún no ha sido completamente explotado en los trópicos. En el sur de Nigeria, el árbol de moringa se conoce como idagba manoye, lo que literalmente significa "creciendo sin sentido" (Folkard y Sutherland, 1994). Esperemos que en el futuro, el buen sentido prevalezca y que se reconozca y utilice todo el potencial del árbol y sus productos.



Figura 2. Hojas de moringa. CHICAÍZA, G.; PUCHA, M. y URIGÜEN, P. (2003). Proyecto para la producción y exportación de la guanábana en la Hacienda María Dolores del Cantón El Guabo - Provincia de el Oro. Tesis. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.

1.1.1 Origen y Distribución

Al referirse a su origen se debe nombrar a la India, lugar en el que se cultiva hace miles de años. Hoy en día, es distribuida por África, Medio Oriente, sureste de Asia, el Pacífico, las Islas del Caribe, Centro y Norteamérica.

Se encuentra sembrado en gran parte del planeta, como India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Sri Lanka, el SE asiático, Asia occidental, la Península Arábiga, África del Este y del Oeste, Madagascar, el sur de la Florida, las Islas del Caribe, y América del Sur, desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Solórzano, 2014). (Ver figura 3).



En el siglo 19, sembradíos de moringa en el Caribe exportaron el aceite de la planta hacia Europa la elaboración de perfumes y lubricantes para las máquinas.

Gobiernos como el de Honduras, Perú y Colombia han incluido su consumo como suplemento alimenticio en las escuelas, esto con la idea de prevenir y disminuir la desnutrición infantil en los centros educativos de escasos recursos.

Cabe mencionar que la *Moringa oleífera* ha tenido presencia en varios países del mundo, tal como lo indica la publicación de Sembradores sin Fronteras:

Haití inicio su reconstrucción con la siembra de 5.000 h de moringa. Neiva-Colombia, la Cámara de Comercio entregó miles de plantas de moringa a la población. ICA-Perú, el Gobierno siembra 500 ha de moringa traídas desde la India, con la finalidad de luchar contra la desnutrición de la población.

1.1.2. Descripción botánica

Moringa oleífera Lam., conocido comúnmente como Marango, árbol de rábano (horseradish tree), árbol de baqueta (drumstick tree), ángela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol "ben", Bean oil tree y por diversos nombres adicionales, es un árbol que pertenece a la familia Moringaceae que crece en el trópico misma que es originaria del sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán (García, Martínez, & Rodríguez, 2013).

Para (Canett-Romero, Arvayo-Mata, & Ruvalcaba-Garfias, 2014) se trata de un árbol siempre verde, que presenta un crecimiento acelerado, usualmente alcanza una altura de hasta 15m.

Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje frondoso de hojas pinnadas, una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso.

Principalmente se valora por sus raíces, flores, hojas, frutas y por el aceite que son totalmente comestibles.

Se emplea de manera extensa en el ámbito de la medicina tradicional en las áreas en donde es nativo y en donde ha sido introducido.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la *Moringa oleífera*

TAXONOMIA	
Reino	Vegetal
Familia	Moringceas
Origen	Capparidales
Clase	Magnoleopesida
Género	Moringa
Especie	oleífera

Recuperado de GARCÍA, MARTINEZ Y RODRIGUEZ. (2013). Aislamiento y caracterización estructural de acetogeninas obtenidas de semillas de *Annona cherimolia* y *Moringa oleífera*. Evaluación genotóxica y potencial quimioterapéutico. Tesis. Instituto politécnico Nacional. México D.F.. México.

Las hojas de la *Moringa* fueron reconocidas recientemente por el World Vegetable Center (Taiwan) como el vegetal con los valores nutricionales más altos de entre 120 tipos de especies alimenticias analizadas.

Fácil de cultivar y principalmente resistente a sequías, este árbol produce un gran volumen de hojas con alto concentrado en proteínas, vitaminas y minerales, es así que cada 100 gramos de hoja fresca de *moringa* proveen la misma cantidad de proteína que un huevo, la misma cantidad de hierro que un bistec, los mismos niveles de vitamina C que una naranja y tanto calcio como un vaso de leche natural (Isitua, 2015).

Con el paso del tiempo la *moringa* se está revelando como uno de los recursos naturales de primer orden y que representa un muy reducido costo de producción para prevenir los problemas de desnutrición y múltiples patologías, como la ceguera infantil, asociadas a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta.

Esta planta se ha constituido como uno de los recursos naturales con más futuro dentro de la industria dietética y como alimento proteico para deportistas, especialmente atendiendo a su carácter de alimento natural.

Otras ventajas adicionales son su naturaleza ornamental, su acelerada velocidad de crecimiento, la facilidad de cultivo, la capacidad de aceptar grandes podas y su gran rusticidad, además los antiguos escritores Sánscritos la conocían como una planta medicinal.

Los primeros romanos, griegos y egipcios apreciaban la moringa por sus propiedades terapéuticas, así como también era utilizada para proteger la piel, elaborar perfumes y purificar el agua para ingerirla.

En el siglo XIX, los productores de moringa en el Caribe fueron uno de los primeros pueblos que exportaron el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria.

La moringa oleífera ha estado dando pasos agigantados en varias sociedades por miles de años. Sus remedios han traspasado generaciones dentro de la medicina casera, por lo que dentro de la ciencia moderna se ha convertido en uno de los descubrimientos más recientes e importantes (Mathur, 2005).

Según (Vásquez, 2004) en América Latina y Centroamérica la moringa se introdujo y naturalizó en 1920 como un árbol ornamental y fue principalmente utilizado como cerca viva y cortinas rompe vientos, se ha convertido en un excelente floculante natural para purificación de aguas, energético, fuente de materia prima de celulosa y de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal.

Las hojas y vainas de la moringa son las partes de mayor importancia ya que son ricas en vitaminas y minerales por lo que también pueden tomarse como en té. Los médicos las recomiendan especialmente a las madres lactantes.

La semilla contiene un 35% de un aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73% de ácido oleico, muy similar al aceite de oliva, empleado en cocina, ya que es muy bueno para aliño principalmente de ensaladas.

Así también puede tener interesantes aplicaciones en lubricación de mecanismos y fabricación de jabón y cosméticos. Este aceite arde sin producir humo, por lo que es adecuado para ser empleado como combustible para lámparas.

1.1.3. Importancia nutricional

Un análisis nutritivo indica que las hojas de moringa contienen una riqueza de nutrientes esenciales que evitan enfermedades. Además contienen todo el aminoácido esencial (tablas I y II), 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 (Balbir, 2005).

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.

Tabla 2

Contenido del aminoácido de las hojas de moringa / 100g.

Contenido	Hojas frescas (mg)	Hojas secas (mg)
arginina	406,6	1325,0
histidina	149,8	613,0
Isoleucina	299,6	825,0
Leucina	492,2	1950,0
Lisina	342,4	1325,0
Metionina	117,7	350,0
Fenilalanina	310,3	1388,0
Treonina	117,7	1188,0
Triptófano	107,0	425,0
valina	374,5	1063,0

Recuperado de BALBIR, Mathur. Trees for life Moringa Book. p 22. (2005)

Tabla 3**Contenido de vitaminas y minerales de la hoja de moringa / 100g.**

Contenido	Hojas frescas (mg)	Hojas secas (mg)
Caroteno (vitamina A)	6,78	18,90
Tiamina (B1)	0,06	2,64
Riboflavina (B2)	0,05	20,50
Niacina (B3)	0,80	8,20
Vitamina C	220,0	17,30
Calcio	440,00	2003,00
carbohidratos	12500,00	38200,00
Cobre	0,07	0,57
Grasa	1700,00	2300,00
Fibra	900,00	19,20
Hierro	0,85	28,20
Magnesio	42,00	368,00
Fosforo	70,00	204,00
Potasio	259,00	1324,00
Proteína	6700,00	27100,00
zinc	0,16	3,28

Recuperado de BALBIR, Mathur. Trees for life Moringa Book. p 22. (2005)

Es así que, se han identificado a las hojas de moringa como el vegetal con el más alto valor nutricional, que posee un alto concentrado en proteínas, vitaminas y minerales, también contienen todos los aminoácidos esenciales, lo que no es muy común en una sola planta.

Según (Mathur, 2005), la hoja de moringa oleífera contiene un porcentaje más alto del 25% de proteínas, es decir, 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 (ver figura 4).



Hojas frescas

Gramo por gramo, las hojas frescas contienen aproximadamente:

- 4 veces más vitamina A que las zanahorias
- 7 veces más vitamina C que las naranjas
- 4 veces más calcio que la leche
- 3 veces más potasio que los bananos
- 3/4 de la cantidad de hierro que tiene la espinaca
- 2 veces más proteína que el yogurt

Hojas secas

Gramo por gramo, las hojas secas contienen aproximadamente:

- 10 veces más vitamina A que las zanahorias
- 1/2 de la cantidad de vitamina C que tienen las naranjas
- 17 veces más calcio que la leche
- 15 veces más potasio que los bananos
- 25 veces más hierro que la espinaca
- 9 veces más proteína que el yogurt

Figura 4 Comparación del valor nutricional de la hoja de *Moringa oleífera*.
MALTHUR, P. (2005). Plantas Medicinales Iberoamericanas. Editorial Converse. Santa Fe de Bogotá- Colombia. Pp. 26-27.

Según la (FAO, 2017) sus hojas, ricas en proteínas, vitaminas y minerales, son recomendadas para mujeres embarazadas y lactantes, así como para niños pequeños.

Las hojas frescas de moringa tienen un alto contenido nutricional en 100 gramos, como se puede visualizar en las siguientes tablas:

Tabla 4

Macro nutrientes en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de *Moringa oleífera* 100g.

Nutriente	Hojas frescas	Polvo de hojas
Humedad	75,00	7,5
Calorías (kcal)	92	205
Proteína (g)	6,7	27,1
Grasa (g)	1,7	2,3
Carbohidratos (g)	13,4	38,2

Recuperado de MALTHUR, P. (2005). Plantas Medicinales Iberoamericanas. Editorial Converse. Santa Fe de Bogotá- Colombia. Pp. 26-27.

Tabla 5**Minerales en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de *Moringa oleífera* 100g.**

Nutrientes	Hojas frescas	Polvo de hojas
Fibra (g)	0,9	9,2
Calcio (mg)	4440	2,003
Magnesio (mg)	224	68
Fosforo (mg)	70	204
Potasio (mg)	2259	1,324
Cobre (mg)	11,1	0,57
Hierro (mg)	7	28,2
Azufre (mg)	13,7	870

Recuperado de MALTHUR, P. (2005). Plantas Medicinales Iberoamericanas. Editorial Converse. Santa Fe de Bogotá- Colombia. Pp. 26-27.

Tabla 6**Vitaminas en Hojas y Polvo de Hojas de *Moringa oleífera* 100g.**

Nutrientes	Hojas frescas	Polvo de hojas
Vit. A-B caroteno (mg)	6,8	16,3
Vit. B1 tiamina (mg)	0,21	2,64
Vit. B2- riboflavina (mg)	0,05	20.5
Vit. B3-ac. Nicoti. (mg)	0.8	8.2
Vit C- ac. Ascórb. (mg)	220	17.3

Recuperado de MALTHUR, P. (2005). Plantas Medicinales Iberoamericanas. Editorial Converse. Santa Fe de Bogotá- Colombia. Pp. 26-27.

Al comparar los valores nutricionales de la hoja de moringa fresca con el polvo de hojas de moringa, las propiedades del polvo aumentan considerablemente: “10 veces más vitamina A que las zanahorias, la mitad de la vitamina C que las naranjas, 25 veces más hierro que las espinacas y 9 veces más proteína que el yogur”, como se demuestra en los siguientes gráficos (Mathur, 2005).

1.1.4. Composición química

Las semillas contienen 25-30% de aceite, glicósidos, pterigospermina, ilustrada en la figura 3, y 4-benzilisocianato y trazas de alcaloides. La corteza de la raíz contiene β -sitosterol, trazas de alcaloides, afomina, espiraquina y gomas.

La pterigospermina similar a 4(α -L-ramnosil) bencilisotiocianato, es el producto de condensación de dos moléculas de bencilisotiocianato con una molécula de benzoquinona.

Las hojas y flores contienen aminoácidos, quercetina, vitaminas y minerales. La goma del tallo contiene dextrina, basorina, enzimas (emulsina y mirosina) y un alcaloide (moringenina).

Las hojas secas contienen humedad (8.4%), cenizas (12.5%), nitrógeno total (3.3%), proteínas (20.6%), fibra cruda (3.8%), extracto etéreo (9%) y extracto no nitrogenado (45.6%) (Cáceres, 1996). Las tablas III y IV muestran los componentes químicos de la moringa.

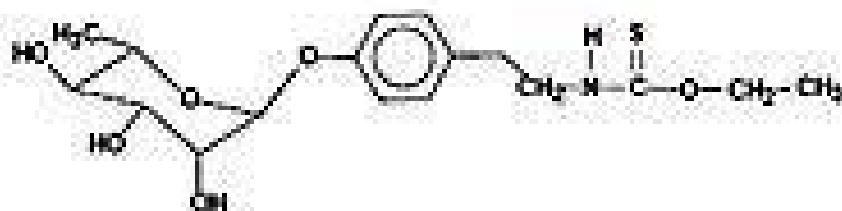


Figura 5 Estructura de la Pterigospermina

<http://www.biorgamix.com/infomoringa.html>. Consulta: enero de 2011.

Tabla 7**Componentes químicos de la moringa/ 100g.**

Componente químico	Semilla	Tallo	Hojas	Flor	Raíz	Corteza
4(α -L-ramnosil)	x				x	
Bencilisotiocianato						
Acidos grasos	x					
Afomina					x	
Alcaloide (moringenina)		x			x	
Aminoácidos			x	x		
Basorina		X				
Dextrina		X				
Enzimas (emulsina , mirosina)		x				
Espiraquina					x	
Glicosidos (moringina)	X					
Gomas						x
Pterigospermina	X				x	
Quercetina			x	x		
Trazas de alcaloides	X					x
Vitaminas y minerales	x		x	x		
B-sitosterol						x

Recuperado de CÁCERES. (1993). "Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México". Acta Botánica Mexicana, 75: 21-43.

1.1.5. Actividad biológica

Estudios antimicrobianos demuestran que los extractos tienen actividad contra bacterias *E. coli* y *S. aureus*, las infusiones de hojas y semillas frescas son activas además contra *P. aeruginosa* y *S. pyogenes* y algunos hongos, aunque no presentan actividad antidermatofítica.

Una pomada a base del extracto clorofórmico de semillas redujo el tiempo de curación de la piodermia experimental inducida por *S. aureus* en ratas rasuradas. La corteza no tiene actividad antimalárica.

Estudios farmacológicos demuestran que la infusión de semillas tiene actividad diurética en dosis de 1,000 mg/kg en rata y espasmolítica en ileon aislado de rata, a dosis de 750 mg/kg.

El extracto acuoso de hojas por vía intravenosa tiene actividad hipotensora, estimula el corazón aislado de conejo, produce bloqueo neuromuscular y provoca sedación de animales conscientes. La raíz ha demostrado actividad hipoglucémica.

De acuerdo con Cáceres (1993) el extracto de corteza de raíz tiene actividad antiinflamatoria medida por tres métodos de inducción de la inflamación, sugiriéndose un modo de acción similar a la adrenalina; otro estudio demuestra que inhibe el edema por carragenina en rata, solo en la inflamación aguda y presenta aumento de la actividad tensil, de la lisiloxidasa y del contenido de hexosamina; lo que indica una actividad cicatrizante.

La infusión de semillas es antiinflamatoria con relación a la dosis efecto (1000 mg/kg); la infusión de hojas y la de flores también (750 mg/kg); los otros órganos no mostraron actividad; el principio responsable se extrae en mayor cantidad con cloroformo. El extracto acuoso de raíz produce una curación más rápida en heridas inducidas experimentalmente (Cáceres, 1993).

La decocción de raíces tiene un efecto antifertilidad, ya que presenta un efecto estrogénico, hay cambios en la histoarquitectura del ovario e interferencia con la formación de deciduoma en un 50%; otro estudio demuestra que el ovario de ratas durante el embarazo temprano, tratadas con 200 mg/kg, se mantuvo en condiciones cíclicas, como un cuerpo recién formado, los cuerpos lúteos, se mantuvieron compactos, los folículos de Graaf en diferentes etapas de desarrollo, por lo que se postula que la actividad debe estar relacionada con la trompa de Falopio; se concluye que las causas son múltiples.

1.1.6. Indicaciones terapéuticas

Por su actividad antiinflamatoria, antiséptica y cicatrizal, su uso tópico está indicado en el tratamiento de quemaduras, heridas, piodermias y otras afecciones de la piel.

Se aplica el aceite o infusión de semillas o raíz en forma de compresas, lavados o cataplasma; el aceite puede entrar en preparaciones fitofarmacéuticas o cosméticas.

1.1.7. Farmacognosia

Los órganos usados medicinalmente son corteza, raíz y semillas, que deben reunir las mismas características fisicoquímicas y sanitarias de la materia prima usada para la elaboración de productos fitofarmacéuticos.

En la revisión de literatura realizada se encontró información sobre la relación entre la actividad farmacológica atribuida y la composición química, no se encontraron estudios tendientes a la formulación de productos fitofarmacéuticos.

El aceite moringa (aceite de mon) tiene un rendimiento de 25 a 30%, es transparente, sabor ligeramente dulce, densidad de 0.899 a 0.912 g/mL, índice de refracción 1.4652; la extracción en frío da menor rendimiento pero mejor calidad; la extracción en caliente da más rendimiento pero menor calidad; es un aceite que no se enrancia fácilmente; se utiliza en perfumería, en la industria farmacéutica y como lubricante (Cáceres, 1996).

La actividad antibiótica se asocia con pterigospermina y otros compuestos que se extraen mejor por la acción del ácido ascórbico.

Tiene potente actividad antibiótica (*A. aerogenes*, *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi*, *S. enteritidis*, *S. dysenteriae* y *M. tuberculosis*) y antimicótica; la tiamina y ácido glutámico antagonizan con su actividad antibiótica, mientras que la piridoxina la aumenta. Otro principio antibiótico de las semillas es la atomina, activa contra *V. cholerae*; en la raíz se encuentra espiroquina que tiene actividad profiláctica y antiséptica contra *S. aureus*, aun en altas diluciones (1:70,000), promueve la epitelización y presenta actividad analgésica y antipirética.

Por fraccionamiento bioquímico se han aislado del extracto etanólico de las hojas, al menos nueve glicósidos completamente acetilados con grupos tiocarbamato,

carbamato o nitrilo, los cuales son muy raros en la naturaleza; los compuestos de tiocarbamato presentan actividad hipotensora (Cáceres, 1996).

1.1.8. Toxicología

La planta se considera segura por pruebas toxicológicas en varias especies de animales, tanto por administración oral como intravenosa.

Los cotiledones son tóxicos para los peces y protozoos, por inhibición de la acetilcolinesterasa, aunque sin riesgo para la salud humana en las concentraciones usadas. Estudios sobre la toxicidad crónica de las semillas no demuestran alteraciones histológicas en 28 órganos examinados. La DL de pterigospermina por vía oral en ratón es 400 mg/kg; en dosis mayores los animales mueren por paro respiratorio; la DL de espiroquina por vía intravenosa en ratón es 350 mg/Kg (Cáceres, 1996).

1.1.9. Papel de la *Moringa oleífera* en la Alimentación

Una vez realizada la revisión literaria, se puede determinar que el consumo de moringa aporta grandes beneficios a la salud, por los nutrientes que ésta posee. La ingesta de la moringa como una verdura, permite que se reciban los nutrientes de la misma.

Como se ha visto, prácticamente todas las partes de la planta de moringa tienen un uso alimenticio. Las frutas, las hojas, las flores, las raíces y el aceite son realmente apreciados por su gran valor nutritivo y son utilizadas para la preparación de diversos platos en la India, Indonesia, Filipinas, Malasia, el Caribe y en varios países africanos.

Las hojas tiernas cocinadas se emplean en la preparación de ensaladas, sopas y salsas, también pueden ser consumidas crudas como las otras verduras. Las flores cocinadas tienen un sabor que es similar al de algunas setas comestibles.

Las vainas tiernas son muy apreciadas en la India, se preparan del mismo modo que las habichuelas y su sabor es parecido al de los espárragos.

Cuando las vainas ya están maduras, se vuelven leñosas y pierden sus cualidades como alimentos. Por otro lado, las semillas pueden ser apartadas de la vaina

madura y se pueden utilizar como alimento. Estas semillas se pueden preparar de manera similar a los guisantes y pueden ser consumidas fritas, tostadas (como el maní), en infusiones y en salsas.

Los valores nutricionales de la moringa demuestran que la mezcla de las hojas de moringa con los alimentos consumidos normalmente constituye una opción para mejorar la alimentación de la población, así como también una nueva iniciativa culinaria, esto debido a los nutrientes que la misma posee.

La moringa se identifica por contribuir con una gran cantidad de nutrientes imprescindibles para el ser humano. En algunas localidades ya la consumen en la alimentación humana y como pasto para animales, debido a su alta palatabilidad.

Todas las partes de esta planta pueden ser aprovechadas; es así que, de las hojas se elabora harina, las vainas pueden utilizarse en preparaciones cocidas o a manera de espárragos. Por otro lado, ya que las raíces tienen un sabor picante, similar al rábano, se lo puede utilizar como condimento en los alimentos. En el caso de las flores, se las puede preparar con huevo.

Según (Navarro, 2016), la mejor manera para tomar el polvo de *Moringa oleífera* es combinar una cucharadita de polvo con un vaso de jugo de naranja u otro tipo de bebida. También puede incluirse en la preparación de alimentos y sopas.

De igual manera, las hojas frescas de moringa se pueden cocinar como se cocina la espinaca, siendo la manera más fácil prepararlas al vapor, colocando 2 tazas de hojas frescas con una taza de agua, condimentada con ajo, aceite o mantequilla, sal y cebolla.

Así mismo, las vainas de la *Moringa oleífera* tienen un sabor similar al de los espárragos y se pueden consumir enteras y se pueden preparar de varias formas: hervidas por 10 minutos junto con cebollas, ajo, mantequilla y sal, o cocinadas al vapor y marinadas con vinagreta hecha con aceite, vinagre, sal, ajo, pimiento y perejil.

De modo similar, las semillas o guisantes se pueden preparar como habitualmente se hace con las habichuelas, se pueden mezclar con arroz, o hervirlas para preparar una crema.

Por otro lado, las flores se pueden hervir en agua por alrededor de 5 minutos, luego agregar azúcar y beberlo.

1.2. Infusiones

Infusión es el proceso de extracción de compuestos químicos o sabores de material vegetal en un disolvente tal como agua, aceite o alcohol, al permitir que el material permanezca suspendido en el disolvente en el tiempo (a menudo llamado un proceso de remojo).

Una infusión es un proceso químico muy simple que se usa con plantas que son volátiles y se disuelven fácilmente, o liberan sus ingredientes activos fácilmente, en agua, aceite o alcohol. Los botánicos se secan típicamente hierbas, flores o bayas.

El líquido se hierve típicamente (o presentada a otra temperatura adecuada) y después se vertió sobre la hierba, que después se deja reposar en el líquido durante un período de tiempo. El líquido puede después ser filtrada o las hiervas otra cosa eliminado del líquido. A menos que la infusión se va a consumir de inmediato, entonces puede ser embotellado y refrigerado para su uso futuro.

Una infusión es también el nombre para el líquido resultante. El proceso de infusión es distinto de decocción, que consiste en hervir el material vegetal, o percolación, en la que el agua pasa a través del material (como en una máquina de café). Un método popular de la preparación de té y tisanas. Thai método de preparación de té / "té de hierbas" normalmente implica verter agua caliente sobre la materia vegetal (como hojas o bayas secas), a la espera de un período de tiempo y después de retirar la materia de la planta antes de su consumo.

La infusión también puede referirse a la bebida de infusión en sí. A veces se usa para referirse específicamente a las tisanas, que se pueden llamar "infusiones de hierbas, pero también puede referirse a los verdaderos té.

El método de infusión difiere de decocción en que el agua no se calienta continuamente o hervida lejos como los empapa la materia vegetal. Esto puede resultar en una bebida más débil (Rivera "015).

1.3. Evaluación sensorial

1.3.1. Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. (Anzaldúa, 1994). La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material.

No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts et al., 2001).

1.3.2. Clasificación

Las pruebas sensoriales han sido descritas y clasificadas de diferentes formas; la clasificación estadística de las evaluaciones sensoriales las dividen en pruebas paramétricas y no paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba.

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto” (Watts et al., 2001).

1.3.3. Pruebas orientadas al consumidor

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

1.3.4. Prueba de preferencia

Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.

1.3.5. Pruebas de aceptabilidad

Pruebas de Aceptabilidad.- Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores.

1.3.6. Pruebas Hedónicas

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

1.3.7. Pruebas orientadas a los productos

Las pruebas orientadas a los productos, utilizadas comúnmente en los laboratorios de alimentos, incluyen las pruebas de diferencias, pruebas de ordenamiento por intensidad, pruebas de puntajes por intensidad y pruebas de análisis descriptivo.

1.3.8. Pruebas de diferencia

Las pruebas de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir dos muestras entre sí, por medio de análisis sensorial.

1.3.9. Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad

En las pruebas de ordenamiento por intensidad, se requiere que los panelistas ordenen las muestras de acuerdo a la intensidad perceptible de una determinada característica sensorial.

Este tipo de pruebas se puede utilizar para obtener información preliminar sobre las diferencias de productos o para seleccionar panelistas según su habilidad para discriminar entre las muestras con diferencias conocidas.

Las pruebas de ordenamiento pueden indicar si existen diferencias perceptibles en la intensidad de un atributo entre diferentes muestras, aunque no dan información sobre la magnitud de la diferencia entre dos muestras.

1.3.10. Prueba de evaluación de intensidad con escalas

En las pruebas de evaluación de intensidad, se requiere que los panelistas evalúen la intensidad perceptible de una característica sensorial de las muestras, pero a diferencia de las “pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad”; éstas pruebas utilizan escalas lineales o escalas categorizadas, logrando medir la magnitud de la diferencia entre las muestras de acuerdo al mayor o menor grado de intensidad de una característica.

1.3.11. Pruebas descriptivas

Las pruebas descriptivas son similares a las pruebas de evaluación de intensidad, excepto que los panelistas deben evaluar la intensidad de varias características de la muestra en vez de evaluar sólo una característica (Watts et al., 2001).

Para desarrollar la presente investigación sobre la Formulación y caracterización de un filtrante de hojas de *Moringa oleifera*, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se estableció el tamaño de muestra adecuado para obtener una cantidad aceptable de datos que permitan caracterizar el producto.

El diseño experimental para dicho proyecto, se presenta esquemáticamente en las variables de estudio, de tal forma que permita su evaluación. Este diseño muestra detalles de las variables en estudio, explicándose el significado de cada variable.

2.1. Área de ejecución

La investigación fue realizada en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la UNPRG.

2.2. Tipo de investigación

Investigación Experimental

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población estuvo constituida por los árboles del vivero de la Municipalidad de Tumbán – Provincia de Lambayeque.

2.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 1000 unidades de hojas para cada estado fisiológico diferente (3), lo que hará un total de 3000 unidades. Las hojas se extrajeron de árboles del vivero de la municipalidad de Tumbán – Provincia de Lambayeque.

2.4. Variable de estudio

2.4.1. Variables Independientes

Estadio de la hoja de *Moringa oleifera* (1: hoja nueva o brote, 2: hoja semi-madura y 3: hoja madura).

2.4.2. Variable Dependiente

Contenido de fenoles y capacidad antioxidantes

Características sensoriales de la infusión (atributos como. Color, sabor, aroma y apariencia)

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.5.1. Equipos y materiales de laboratorio.

2.5.1.1. Equipos.

Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.

Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 gr. EE.UU.

Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.

Bomba de Vacío (precisión Vacuum Pump) Model 535, CGA Cooperation USA.

Congeladora Faeda.

Estufa marca Memmert electric tipo IR-202.

Extractor tipo Soxhlet.

Refrigerador OLG.

Refractómetro de AB

Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.

2.5.1.2. Materiales de laboratorio

Agitador de vidrio.

Buretas de 25 y 50 ml c/u

Cronómetro.

Cuchillos de acero inoxidable.

Embudos de vidrio y porcelana

Fiolas de 50, 100, 250 Y 500 ml c/u.

Juego de tamices

Kittasato de 250 ml Matrices de 100, 250 Y 500 ml c/u.

Papel filtro rápido.

Papel filtro whattman No. 40-42.

Pipetas de 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 ml c/u.

Placas Petri

Probetas de 10, 100 Y 250 ml c/u.

Picetas.

Telas para filtrado.

Termómetros de -10°C a 250°C.

Tubos de prueba.

Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 600 y 1000 ml c/u.

2.5.1.3. Reactivos y soluciones

Ácido acético

Agua destilada

Azul de Metileno

Ácido sulfúrico

Acetato de sodio

Ácido clorhídrico

Alcohol etílico al 96% de pureza.

Ácido Ascórbico.

Etanol 96% v/v

Fenoltaleína al 1%

Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N

Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.6. Método de análisis

Los métodos de análisis que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

2.6.1. Caracterización de la Materia Prima

2.6.1.1. Determinaciones Físicas de las hojas de *Moringa oleífera*

Dimensiones de las hojas de acuerdo a cada estado fisiológico, se utilizó un vernier para medir su longitud, ancho y espesor (Shewfelt, 1993).

2.6.2. Caracterización de los tratamientos

2.6.2.1. Determinaciones Fisicoquímicas de las hojas de *Moringa oleífera*

Se determinó:

Humedad, método 950.46 A.O.A.C. (2005).

Proteína, método 984.13 A.O.A.C. (2005).

Grasa, método 2003.05 A.O.A.C. (2005).

Fibra, método 962.09 A.O.A.C. (2005).

Ceniza, método 942.05 A.O.A.C. (2005).

Los carbohidratos se determinarán por diferencia, respecto a los otros componentes.

Acidez, NTP 205.039 (1975)

2.6.2.2. Caracterización fitoquímica (Screening o Tamizaje fitoquímico)

Se realizarán de acuerdo al método descrito por Ciulei (1982). El esquema se presenta en la figura 6.



Figura 6. Diagrama del procedimiento de screening fitoquímico. BARAHONA, V. (2013). “Evaluación de la actividad antioxidante y valor nutracéutico de las hojas y frutos de la guanábana (*Annona muricata*)”. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

2.6.2.3. Caracterización sensorial de las infusiones de hoja de *Moringa oleifera*

Se efectuaron teniendo en cuenta los atributos de color, olor y sabor, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos, los que serán evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos.

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

2.6.3. Caracterización del mejor tratamiento

2.6.3.1. Determinación fisicoquímica

Se realizó siguiendo los pasos de la sección 2.6.2.1

2.6.3.2. Determinación de fenoles totales

Se realizó mediante el método colorimétrico de Folin. Ver anexo 6.

2.6.3.3. Determinación de capacidad antioxidante

Se realizó mediante el método de colorimetría por ABTS. Ver anexo 7.

2.6.3.4. Caracterización microbiológica del filtrante de hoja de *Moringa oleifera*

Cuadro 1

Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Recuento de mohos y levaduras	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa:
		Determinación de crecimiento Micelial (Mohos)
		Determinación de crecimiento Colonial(Levaduras)
Numeración de bacterias mesófilos aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP

Recuperado de Lab. de Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG (2016)

2.7. Metodología experimental

El diseño experimental para la investigación se presenta esquemáticamente en la figura 7, que fue estructurada de tal forma que permita su evaluación. Este diseño muestra detalles de la variable en estudio, explicándose su significado.

El mejor tratamiento se determinará teniendo en cuenta la evaluación sensorial y la estabilidad durante su almacenamiento, para lo cual los valores experimentales serán evaluados estadísticamente.

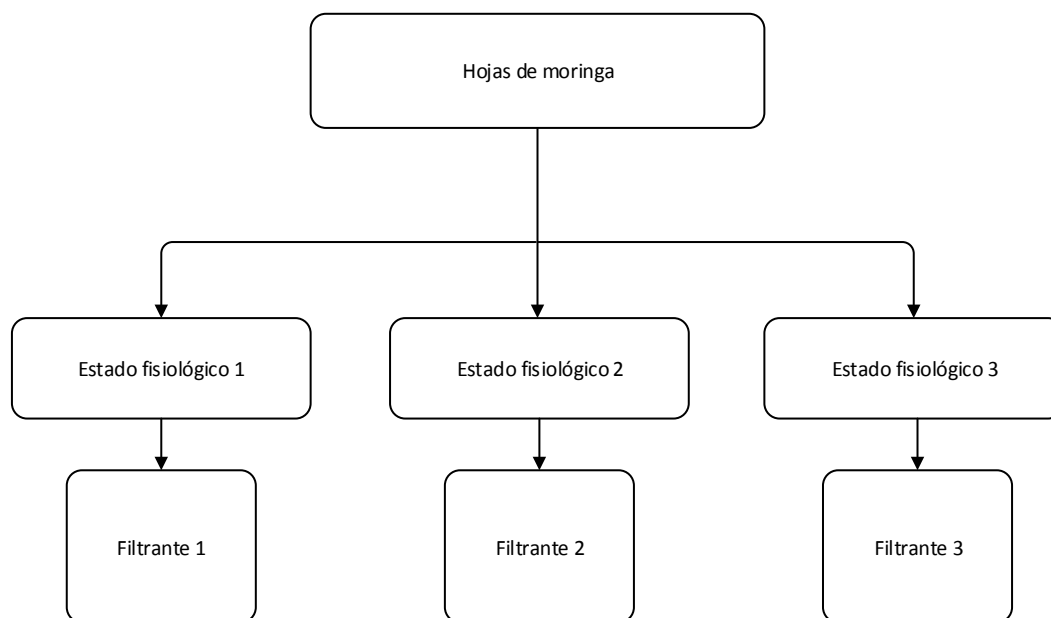


Figura 7 Diagrama del diseño experimental para los tratamientos. Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

2.7.1. Caracterización de la materia prima

2.7.1.1. Análisis físicos de las hojas de *Moringa oleífera*

La caracterización de las hojas de moringa se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el Marco metodológico sección 2.6.1.1.

2.7.2. Evaluación de los tratamientos

2.7.2.1. Determinaciones fisicoquímicas de las hojas de *Moringa oleífera*

La caracterización de las hojas de moringa se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el Marco metodológico sección 2.6.2.1.

2.7.2.2. Caracterización fitoquímica de las hojas de *Moringa oleífera*

Se realizó mediante el método descrito por Ciulei (1982), indicado en el Marco metodológico sección 2.6.2.2.

2.7.3. Proceso de formulación del filtrante de hoja de *Moringa oleífera*

Se experimentará con hojas de moringa frescas recolectadas del distrito de Tumán – Provincia de Lambayeque. Las operaciones con la finalidad de obtener el filtrante se describen a continuación.

2.7.3.1. Recolección

La recolección se hará a primeras horas de la mañana para evitar dañar las hojas. Se evitara demorar más de 1 hora entre la recolección y la siguiente operación.

2.7.3.2. Selección y Clasificación

El producto debe ser recibido de en las mejores condiciones. El material que venga requemado por largas horas de envasado luego de la cosecha o que no reúna las condiciones técnicas requeridas, con olores diferentes deber ser rechazado. Se usó 200g. De cada estadio para los posteriores análisis mencionados anteriormente.

2.7.3.3. Desinfección

Una vez aceptado el producto, las hojas son colocadas en un colador de acero inoxidable, la misma que es llevado luego a una olla con agua hirviendo con la finalidad de que las hojas sean tratadas con vapor de agua el cual elimina su toxicidad, a continuación es escurrida y pasada al oreo. Tiempo de desinfección: 30 seg.

2.7.3.4. Oreo

Para eliminar el exceso de agua y facilitar el secado de las hojas.

2.7.3.5. Secado

Las hojas ya oreadas y desinfectadas se colocan en un secador solar a una temperatura de 25°C. Por un período de 15 días.

2.7.3.6. Pesado 1

Operación que permitirá evaluar el rendimiento del proceso.

2.7.3.7. Molienda

Para reducir el tamaño de partícula.

2.7.3.8. Tamizado

Para uniformizar el tamaño de partícula que se colocara en el filtrante y mejorar la calidad del producto. Tamizador N° 30.

2.7.3.9. Pesado 2 /Envasado/Sellado

Se colocó 0.9g. de moringa y 0.1g, de stevia. Previa evaluación de la dosificación. Uso de papel filtro y el sellado manual.

2.7.3.10. Empacado

En papel con su respectiva información y forma de preparación.

2.7.3.11. Almacenado

A temperatura ambiente y en un lugar fresco.

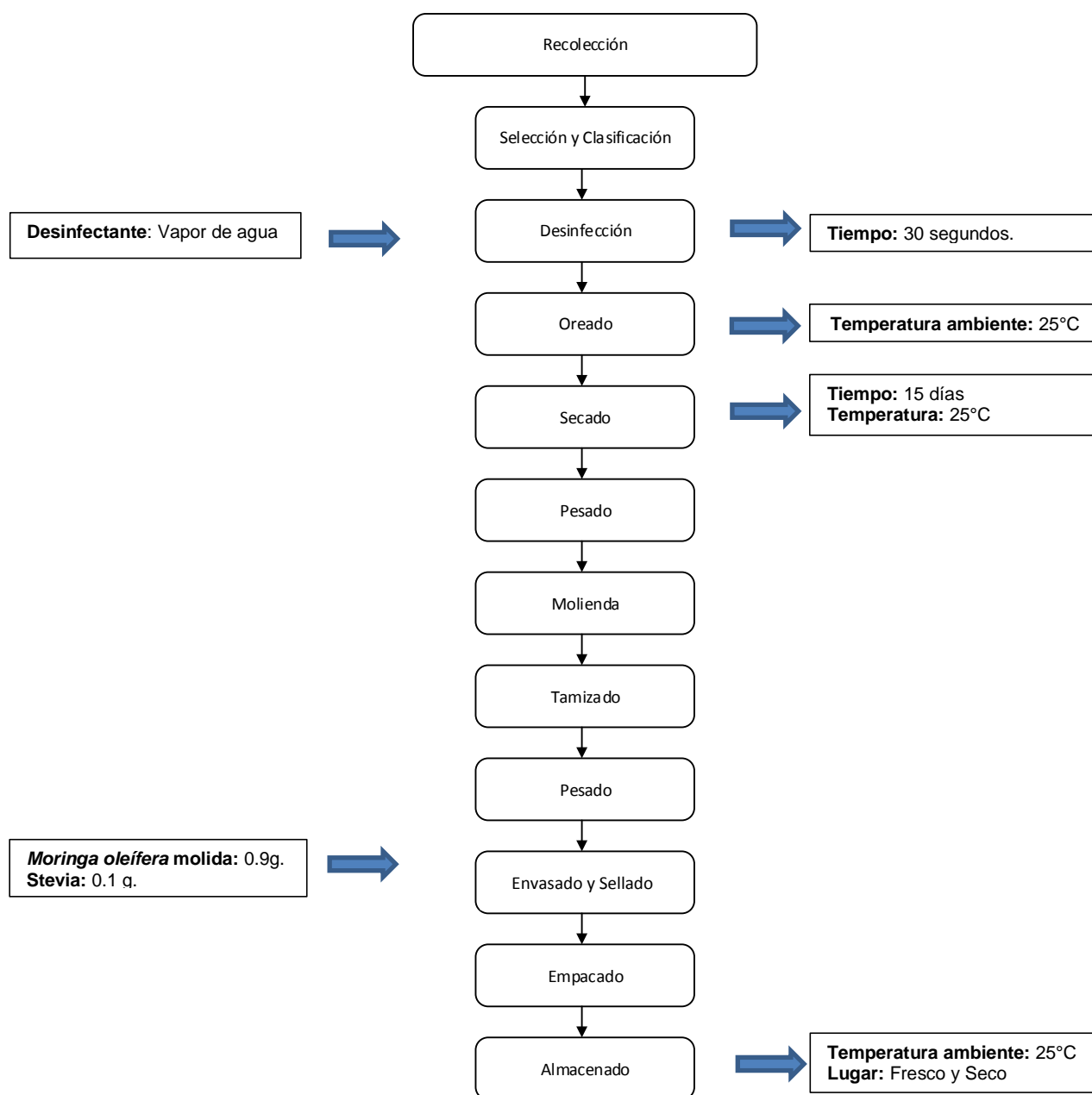


Figura 8 Diagrama de bloque para obtención de filtrante de hoja de *Moringa oleífera* .Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

2.7.4. Evaluación sensorial de los tratamientos

La caracterización sensorial de los tratamientos se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.3.

Los datos obtenidos serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de tukey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. . Se empleará el software estadístico SPSS versión19.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 8

Análisis de varianza para los tratamientos

F.V.	G.L.
Tratamientos	2
Error	57
Total	59

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

2.7.5. Caracterización del mejor tratamiento

2.7.5.1. Determinación fisicoquímica

Se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.4.

2.7.5.2. Determinación del contenido de fenoles totales en hoja de *Moringa oleífera*

Se realizó mediante el método de colorimetría de Foling.

2.7.5.3. Determinación de la capacidad antioxidante de hojas de *Moringa oleífera*

Se realizó mediante el método de colorimetría por ABTS.

2.7.5.4. Análisis microbiológico

Se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.6.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Caracterización de la materia prima (hojas de *Moringa oleífera*)

3.1.1. Caracterización física de las hojas de *Moringa oleífera*

Se determinaron valores como peso, longitud y ancho de cada uno de ellos tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Caracterización física de las hojas de *Moringa oleífera*

MUESTRA	ESTADÍOS											
	BROTOS				MADURAS				SECAS			
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)
1	2,50	2,1	0,02	0,10	2,85	2,2	0,02	0,16	3,05	2,5	0,02	0,18
2	2,49	1,9	0,02	0,10	2,80	2,3	0,02	0,15	2,98	2,5	0,02	0,19
3	2,51	1,8	0,02	0,11	2,79	2,3	0,02	0,16	2,95	2,5	0,02	0,19
4	2,52	1,8	0,02	0,12	2,82	2,3	0,02	0,14	2,98	2,6	0,02	0,19
5	2,51	1,8	0,02	0,12	2,81	2,4	0,02	0,15	3,10	2,5	0,02	0,19
6	2,51	1,9	0,02	0,11	2,81	2,3	0,02	0,16	3,12	2,6	0,02	0,19
7	2,50	1,8	0,02	0,10	2,78	2,2	0,02	0,14	3,20	2,5	0,02	0,19
8	2,49	1,8	0,02	0,09	2,82	2,2	0,02	0,15	3,05	2,5	0,02	0,18
9	2,51	1,9	0,02	0,10	2,8	2,3	0,02	0,15	2,98	2,5	0,02	0,18
10	2,52	1,9	0,02	0,09	2,82	2,3	0,02	0,15	2,95	2,5	0,02	0,18
11	2,51	2,1	0,02	0,11	2,84	2,3	0,02	0,16	2,98	2,5	0,02	0,19
12	2,51	1,9	0,02	0,09	2,85	2,4	0,02	0,14	3,10	2,6	0,02	0,19
13	2,50	1,8	0,02	0,12	2,80	2,3	0,02	0,14	3,12	2,5	0,02	0,19
14	2,49	2,1	0,02	0,12	2,83	2,2	0,02	0,15	3,12	2,6	0,02	0,19
15	2,51	1,9	0,02	0,11	2,82	2,3	0,02	0,14	3,20	2,5	0,02	0,18
16	2,52	1,8	0,02	0,09	2,83	2,2	0,02	0,14	3,05	2,5	0,02	0,20
17	2,51	1,8	0,02	0,11	2,84	2,2	0,02	0,15	2,98	2,5	0,02	0,20
18	2,51	1,9	0,02	0,11	2,83	2,3	0,02	0,15	3,12	2,5	0,02	0,20
19	2,52	2,1	0,02	0,12	2,82	2,4	0,02	0,15	3,20	2,5	0,02	0,20
20	2,50	1,9	0,02	0,10	2,83	2,3	0,02	0,15	3,05	2,5	0,02	0,20
PROM	2,51	1,9	0,02	0,11	2,82	2,3	0,02	0,15	3,10	2,5	0,02	0,19

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.1.2. Evaluación físico química de los estadíos de las hojas de *Moringa oleífera*

Las hojas de *Moringa oleífera* empleadas en la investigación fueron evaluadas fisicoquímicamente obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Composición fisicoquímica de las hojas de *Moringa oleífera*

HOJAS MOLIDAS DE <i>Moringa oleífera</i>	Estado de la Hoja		
	Hojas Nuevas : Brote	Hojas Semi- Maduras	Hojas Maduras
Humedad(%)	9.1	9.1	8.8
Ceniza (%)	7.8	7.8	7.9
Solidos solubles (%)	64	65	64
PH (%)	5.5	5.5	5.5
Azucares reductores (%)	11.70	11.34	11.52
Acidez (%)	0.687	0.715	0.676
Solidos totales (%)	90.9	90.9	91.2
Grasa (%)	4	4.1	4.2

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

En la tabla 10 se puede observar que la humedad en cada estadío es semejante, siendo las hojas maduras las que presentan un valor porcentual ligeramente más bajo; Así mismo es relevante observar que el valor de pH es el mismo (5.5) en cada uno de los estadíos de las hojas, lo cual es importante pues permitirán una mejor evaluación sensorial por parte de los panelistas debido al nivel de pH.

3.2. Evaluación sensorial de los tratamientos

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones extruidas, (se muestran en el anexo 5), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

3.2.1. Variable Aroma

1. Planteamiento de hipótesis del Aroma

H₀: Las medias de las muestras del Aroma son Iguales

H₁: Las medias de las muestras del Aroma no son Iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 11

Análisis de varianza para variable Aroma

ANOVA					
Aroma de filtrante					
	Suma de cuadrado s	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,700	2	2,850	1,847	,167
Dentro de grupos	87,950	57	1,543		
Total	93,650	59			

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig.) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el aroma en las tres muestra son iguales en otras los evaluadores han calificado igual el aroma.

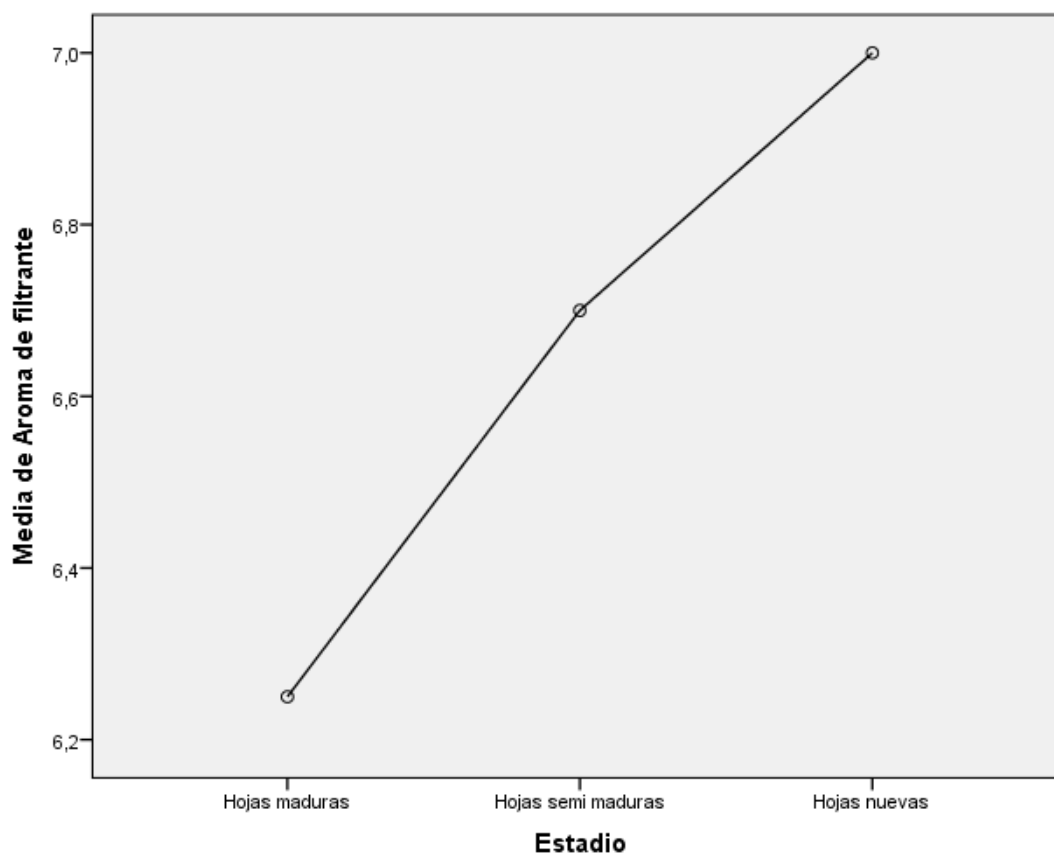


Figura 9 Comparación de medias para aroma. Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.2.2. Color

Planteamiento de Hipótesis para el Color

H_0 : Las medias de las muestra del color son iguales

H₁ Las medias de las muestras del color no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 12

Análisis de varianza para variable Color

ANOVA					
Color de filtrante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,233	2	,117	,054	,947
Dentro de grupos	122,700	57	2,153		
Total	122,933	59			

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces no se rechaza H₀.

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H₀ por lo tanto se concluye que el color en las tres muestra son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado igual el color.

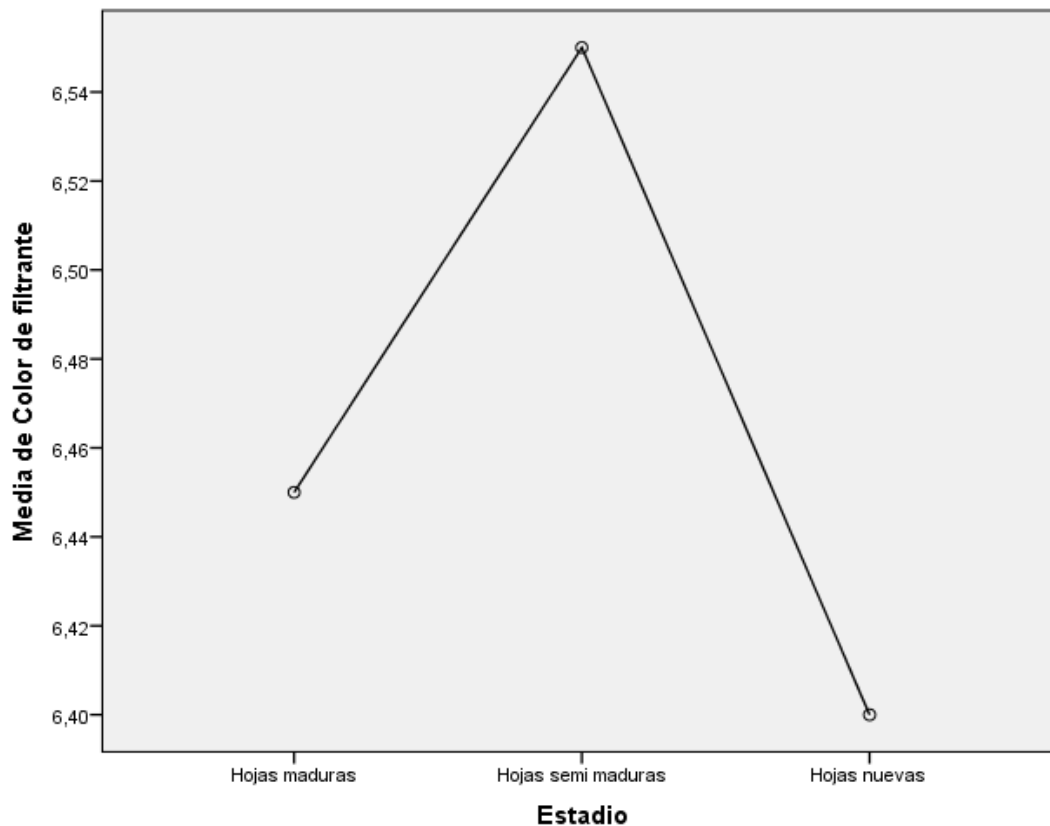


Figura 10 Comparación de medias para color. Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.2.3. El sabor

Planteamiento de Hipótesis para el Sabor

H_0 : Las medias de las muestra del sabor son iguales

H_1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

Estadístico de prueba

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 13

Análisis de varianza para variable Sabor

ANOVA					
Sabor de filtrante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32,933	2	16,467	9,270	,000
Dentro de grupos	101,250	57	1,776		
Total	134,183	59			

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el sabor en las tres muestra son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al sabor.

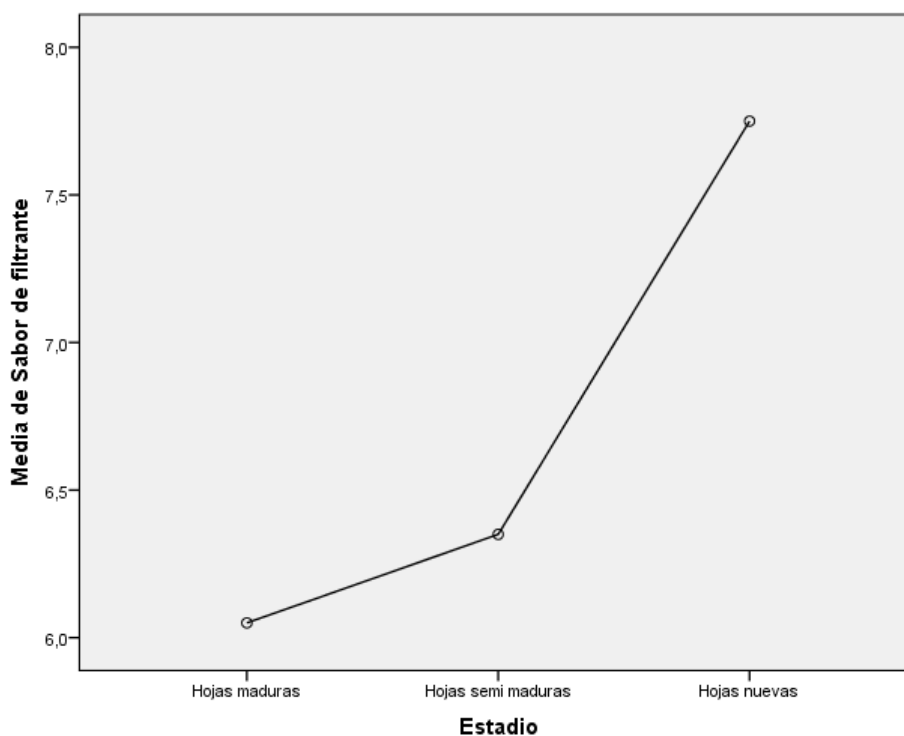


Figura 11. Comparación de medias para sabor. Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 14

Pruebas de Tukey

Sabor de filtrante			
HSD Tukey ^a			
Estadio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Hojas maduras	20	6,05	
Hojas semi maduras	20	6,35	
Hojas nuevas	20		7,75
Sig.		,758	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Concluyendo que el mejor estadio para la elaboración del filtrante es el de **hojas nuevas (brote)**.

3.2.4. Apariencia

Planteamiento de Hipótesis para la apariencia

H_0 : Las medias de las muestras de la apariencia son iguales

H_1 Las medias de las muestras de la apariencia no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 15

Análisis de varianza para variable Apariencia

ANOVA					
Apariencia de filtrante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,900	2	2,450	1,284	,285
Dentro de grupos	108,750	57	1,908		
Total	113,650	59			

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la apariencia en las tres muestras son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras como iguales con respecto a la apariencia.

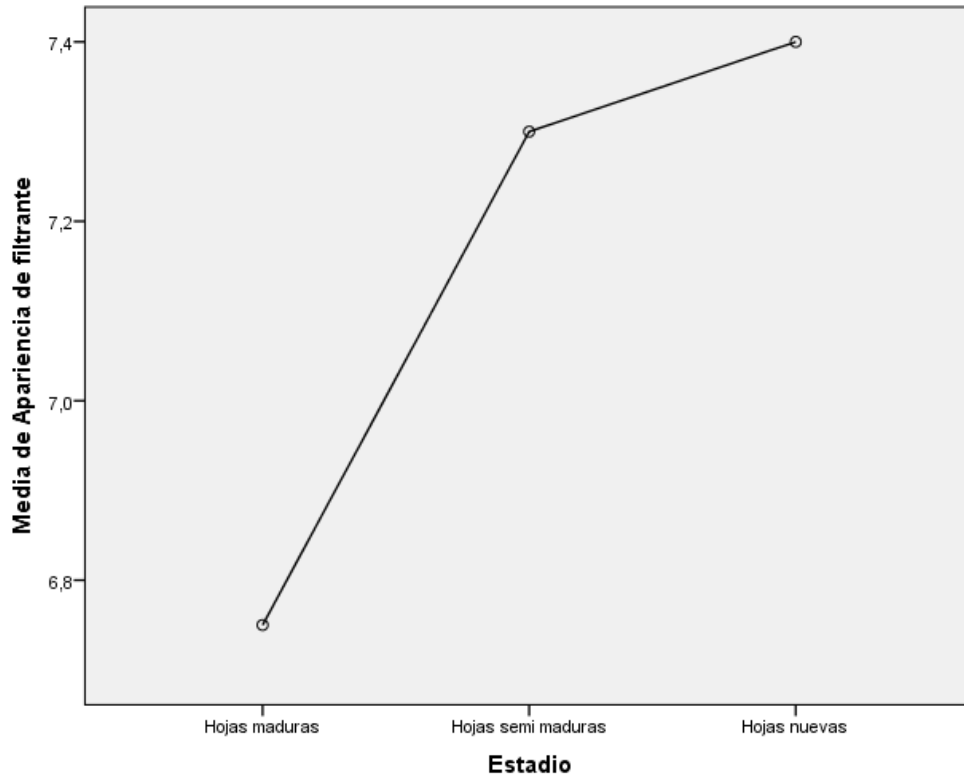


Figura 12 Comparación de medias para apariencia. Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que no hay diferencia en cuanto a los parámetros de aroma, color y apariencia entre los diferentes estadios de las hojas de ***Moringa oleífera***. En el parámetro sabor si existe diferencia significativa por lo que se sometió a la prueba de tukey donde se observa según la tabla 14 que el mejor tratamiento es el del Estadio 1 (hojas nueva: brote).

Comparando los resultado físico químicos y sensoriales se creyó conveniente dar como ganadora al Estadio 1 (hojas nuevas: brote), en vista que en la evaluación físico química no existen diferencia significativa entre los resultados obtenidos en cada parámetro evaluado y habiendo resultado ser el estadio de mayor aceptabilidad en el atributo sabor.

3.3. Caracterización del mejor tratamiento

3.3.1. Análisis físico químico del estadio seleccionado

En la tabla 16 se observan la caracterización del mejor tratamiento donde se observa un valor de pH de 7.96 valor que le permitió ser la muestra de mayor aceptación; así mismo podemos resaltar su contenido de proteína 26.33 %, valor alto para un filtrante, lo que da un valor adicional al producto.

Tabla 16

Resultados de la caracterización fisicoquímica del Estadio 1 (hoja nueva: brote)

HOJAS MOLIDAS DE <i>Moringa oleífera</i>	Valor
Humedad (%)	8.95
Proteína (%)	26.33
Grasa (%)	3.8
Fibra (%)	13.5
Ceniza (%)	7.32
Solidos solubles (%)	62
PH (%)	7.96
Azucares reductores (%)	12.24
Solidos totales (%)	91.1
Carbohidratos	40.09
Acidez (%)	0.677

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.3.2. Determinación del contenido de fenoles

En el anexo 5 se detalla el procedimiento para la determinación del contenido de fenoles en la hoja de *Moringa oleífera*. En la tabla 17 se observa el resultado el mismo que nos indica un alto contenido en comparación a la hoja de ciruelo (41.78), tal como lo reporta Díaz (2016).

Tabla 17

Contenido de fenoles en hoja de *Moringa oleífera* Estadío 1 (hoja nueva)

FENOLES TOTALES EN <i>Moringa oleífera</i>	Valor
mg ácido gálico/100 ml muestra	45,812

Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.3.3. Determinación de la capacidad antioxidante del Estadío 1 (hoja nueva: brote)

En el anexo 6 se detalla el procedimiento para la determinación del contenido de antioxidantes en la hoja de *Moringa oleífera*. En la tabla 18 se observa el resultado el mismo que nos indica un ligeramente inferior en comparación a la hoja de ciruelo (5.21), pero un valor mayor a la hoja de mango (4.65), tal como lo reporta Aldaz (2014).

Tabla 18

Contenido de antioxidantes en hoja de *Moringa oleífera* Estadío 1 (hoja nueva: brote)

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN <i>Moringa oleífera</i>	Valor
μM Trolox/ml	5.151

Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

3.3.4. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del filtrante con hojas de *Moringa oleífera* se muestran a continuación en la tabla 19 donde se puede observar que aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 19

Análisis microbiológicos del filtrante obtenido

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
60		
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	18×10^2 UFC/gr = 180 ufc/gr.	$< 10^3$
Numeración de mohos y levaduras	Ausente ufc/g.	$< 10^2$
Determinación de Salmonella	Ausencia ufc/25g.	Ausencia / 25g.

(*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones para responder a los objetivos planteados.

Se logró con éxito formular y caracterizar al filtrante a partir de hojas de *Moringa oleífera*. Determinándose que el estadio 1 (hojas nuevas) son las más adecuadas para su procesamiento.

Las medidas biométricas de las hojas de *Moringa oleífera* del estadio 1 fueron: longitud 2,51 cm, ancho 1,9 cm, espesor 0,02 cm. y peso 0.11 cm.

El filtrante seleccionado como ganador en la evaluación sensorial, tuvo un valor promedio de 7,75 puntos en el atributo sabor.

El filtrante seleccionado como mejor tratamiento se caracterizó fisicoquímicamente presentando: 8,95% de humedad, 26,33% de proteína, 40,09% de carbohidratos, 3.8% de grasa, 13,5% de fibra, 7,32% de ceniza, 62% sólidos solubles, 7,96 de pH, 91,1 % de sólidos totales y acidez de 0.677% expresada en ácido gálico.

El contenido de fenoles y la capacidad antioxidante del filtrante seleccionado como mejor tratamiento es 45.812 mg ácido gálico/100 ml muestra y 5.151 µM Trolox/ml respectivamente.

El filtrante almacenado por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, $< 1.8 \times 10^2$ UFC/g., Numeración de hongos < Ausencia ufc/g., y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer una investigación sobre el tamaño de partícula adecuado para mejorar el proceso de lixiviación durante la preparación de la infusión.

Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.

Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.

V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. ALONSO, J. (2004). Tratado de fitofármacos y nutraceuticos. Rosario - Argentina. Corpus. Pp. 641- 646, 927-930,1037-1041.
2. ÁLVAREZ, L.M.A., (1997). Estudio etnobotánico de las plantas medicinales presentes en los huertos familiares en La comunidad de Balzapote, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. 117 pp.
3. ANZALDÚA, A. (1994). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia Zaragoza.España.
4. BARAHONA, V. (2013). “Evaluación de la actividad antioxidante y valor nutraceutico de las hojas y frutos de la guanábana (*Annona muricata*)”. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
5. BERNAL, E. y DÍAZ, C. (2003). Tecnología para el cultivo del tomate de árbol. Rionegro : Impresos Begón Ltda. 130 p.
6. BRUNETON, J. (2001). Farmacognosia. Fitoquímica., Plantas medicinales. 2a ed., Zaragoza – España. Acribia. Pp. 115-119
7. CÁCERES. (1993). “Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México”. Acta Botánica Mexicana, 75: 21-43.
8. COZAR, A. Y MUCHA, L. (2011). Elaboración y caracterización química y organoleptica de un filtrante de maca (*Lepidium peruvianum* chacón) con cáscara de naranja (*Citrus aurantium*). Tesis. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú.
9. CURSO AVANZADO DE FITOTERAPIA. (2008). Principios Activos y Propiedades de Plantas Medicinales. Módulo II. Quito – Ecuador.
10. CHANG, F. y WU, F. (2001) Novel Cytotoxic Annonaceous Acetogenins from *Annona muricata*. J. Nat. Prod. 64: 925-931

11. CHICAÍZA, G.; PUCHA, M. y URIGÜEN, P. (2003). Proyecto para la producción y exportación de la guanábana en la Hacienda María Dolores del Cantón El Guabo - Provincia de el Oro. Tesis. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.
12. DELGADO, C. (2006). El cultivo del tomate de árbol. En: Rev. ICA Informa. Vol. 20; p. 38- 41.
13. De LIMA, J. (2003). Comportamento respiratorio e qualidade pós – colheita de graviola (*Annona muricata* L.) “morada” sob temperatura ambiente. En: Rev. Bras. Frutic. Vol. 25, No. 1 p. 1-10.
14. ESCOBAR, T. y SANCHEZ, L. (2000). Fruticultura colombiana: guanábano. Bogotá: Produmedios. 100 p.
15. FERNÁNDEZ, B. (2009). Ripening of sugar apple fruits (*Annona squamosa* L.) developed in Yucatán, México. En: Agrociencia. Vol. 43, No. 2; p. 133-141.
16. GALLARDO, T.; ZAFRA-POLO, M.; TORMO, J.; GONZÁLEZ, C.; FRANCK, X.; ESSTORNELL, E. y CORTES, D. (2000). Semisynthesis of Antitumoral Acetogenins: SAR of Functionalized Alkyl-Chain Bis-Tetrahydrofuranic Acetogenins, Specific Inhibitors of Mitochondrial. J. Med. Chem. 43: 4793-4800
17. GARCÍA, MARTINEZ Y RODRIGUEZ. (2013). Aislamiento y caracterización estructural de acetogeninas obtenidas de semillas de *Annona cherimolia* y *Moringa oleífera*. Evaluación genotóxica y potencial quimioterapéutico. Tesis. Instituto politécnico Nacional. México D.F.. México.
18. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. (2003). Norma Técnica Colombiana NTC, 5208. 17 p.
19. KIM, E.; TIAN, F.; y WOO, M. (2000) Asitrocin, (2,4)-cis- and trans-Asitrocinones: Novel Bioactive Mono-tetrahydrofuran Acetogenins from *Asimina triloba* seeds. J. Nat. Prod. 63: 1503-1506

20. MALTHUR, P. (2005). Plantas Medicinales Iberoamericanas. Editorial Converse. Santa Fe de Bogotá- Colombia. Pp. 26-27.
21. MANZANO, A. (2011). Proyecto de factibilidad para el cultivo de momórdica charantia, achochilla, con mujeres microagricultoras de la parroquia san jacinto del búa, provincia de santo domingo de los tsáchilas y su comercialización en la ciudad de Quito. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador.
22. MARQUEZ, C. (2009). Caracterización fisiológica, físico-química, reológica, nutraceútica, estructural y sensorial de la guanábana (*Annona muricata* L. cv. ELITA).Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia. Pp 31-36, 111-117,150-156, 183
23. MATTHEW, J.; RIESER, M.; GU ZHE-MING., FANG XIN-PING, ZENG L.; WOOD, K.; MCLAUGHLIN, J. (2006) Five Novel Mono-tetrahydrofuran Ring Acetogenins from the Seeds of *Annona muricata*. J. Nat. Prod. 59: 100-108
24. MENDEZ, J. (2003). Perfil de mercado y productivo de la guanábana. Guatemala: Abt Associates Inc. 7 p.
25. MILLONES, C.; MORI, G.; BACALLA, J.; VÁSQUEZ, E. Y TAFUR, R. (2014). Obtención de un filtrante de anís de monte (*Tagetes filifolia* Lag.) edulcorado con hojas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Tesis. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas. Perú.
26. MIRANDA, L.; BARRAGAN, E. y BARRETO, O. (2003). Manejo integrado del cultivo de la guanábana: innovaciones tecnológicas. Ibagué: Corpoica.. 189 p.
27. MONROY-ORTIZ, C. y CASTILLO-ESPAÑA, P. (2007). Plantas medicinales utilizadas en el estado de Morelos. 2da. ed. Universidad Autónoma de Morelos. 405 pp.
28. MOTOYAMA, T.; YABUNAKA, H. y MIYOSHI, H. (2002) Essential Structural Factors of Acetogenins, Potent Inhibitors of Mitochondrial Complex I. Bioorg. Med. Chem. Lett. 12: 2089-2092

29. MUÑOZ, R. y VELÁSQUEZ, J. (2009). Proyecto de factibilidad para la implementación de estrategias que permitan la comercialización y difusión de las bondades y beneficios de la guanábana y sus derivados como actividad agroindustrial y agro exportable en la ciudad de Manta, año 2008 – 2009. Tesis. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta. Manabí. Ecuador.
30. MURILLO, E. (2002). Actividad Antioxidante de bebidas de frutas y té comercializadas en Costa Rica. Universidad de Panamá. Instituto de Alimentación y Nutrición., Panamá – Panamá. Pp. 6-10
31. OJEDA, G.; CORONADO, J.; NAVA, R.; SULBARÁN, B.; ARAUJO, D. y CABRERA, L. (2007). “Caracterización fisicoquímica de la pulpa de guanábana (*Annona Muricata*) cultivada en el occidente de Venezuela”. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Vol. 41, N° 2. Universidad de Zulia. Venezuela. [http://revistas.luz.edu.ve/index.php/bcib/article/view File/3305/3188](http://revistas.luz.edu.ve/index.php/bcib/article/view/File/3305/3188) (Agosto 2011).
32. PALOMINO, C. (2007). Efecto del extracto etanólico de hojas *Annona muricata* L. (“Guanábana”) sobre la Hiperglicemia Inducida con Aloxano en Ratas., Facultad de Farmacia y Bioquímica., Universidad Nacional de San Marcos., Lima - Perú., TESIS. 2007. Pp. 14-16
33. PINTO, A. (2006). *Annona: Field manual for extensions workers and farmers*. Southampton, UK: ICUC. 41 p.
34. PINTO, A. (2005). *Annona species*. Southampton, UK: ICUC. 265 p.
35. POMA, M. (2011). Estudio Fitoquímico y Actividad Antiinflamatoria de la *Annona muricata* L. (Guanábana) de Cuzco. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Instituto de Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara”, UNMSM. Cuzco-Perú.
36. RAMOS, J. (2017). Central Mayorista de Antioquia, Medellín; Boletín informativo. 25 p.

37. RODRÍGUEZ, N. (2004). La utilidad de las plantas medicinales en Costa Rica. 2ª. reimpresión. Edit. EUNA. 213 pp.
38. SANTILLO, H., (2001). Hierbas. La Curación Natural. Edit. Subhuti Dhramanada. Grupo editorial Tomo, S.A. de C.V. 585 pp.
39. SOL, S. (1993). Utilización de los recursos vegetales por los habitantes del ejido Linda Vista, Palenque Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, Tabasco. 86 pp.
40. SOLORZANO. (2014). Plantas medicinales: las enfermedades y su tratamiento por plantas, Ronda Universitaria 4. Barcelona. España.
41. TÓRREZ, C. y URIARTE, E. (2003). Caracterización y evaluación preliminar in situ de 68 accesiones de guanábana (*Annona muricata* L.) en la Región del Pacífico y norte de Nicaragua. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua..
42. VILLAMIZAR, F. (2001). Manejo tecnológico poscosecha de frutas y hortalizas. Manual de prácticas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001. 130 p.
43. WATTS, B., YLIMAKI, G., JEFFERY, L., y ELÍAS, L. (2001). Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID. Ottawa Canadá.
44. YABUNAKA, H.; ABE, M.; KENMOCHI, A.; HAMADA, T.; NISHIOKA, T. y MIYOSHI, H. (2003) Synthesis and Inhibitory Activity of Ubiquinone- Acetogenin Hybrid Inhibitor with Bovine Mitochondrial Complex I. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 13: 2385-2388
45. ZENG, B.; WU, Y.; JAING, S.; YU, Q.; YAO, Z.; LIU, Z.; LI, H.; LI, Y.; CHEN, X. y WU, Y. (2003) Studies on Mimicry of Naturally Occurring Annonaceous Acetogenins:

Non-THF Analogues Leading to Remarkable Selective Cytotoxicity against Human Tumor Cells. Chem. Eur. 9: 282-290

ANEXOS

ANEXO 1
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA



Figura 13 Calibre Pie de Rey. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 2

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS DE LAS MUESTRAS

Estadío 1: Brotes

a. **Humedad:** $\frac{95.145-94.235}{10 \text{ (muestra)}} * 100 = 9.1\%$

b. **Ceniza:** $\frac{14.400-(19.045-5 \text{ (muestra)})}{5 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-9.1(\%H)} \times 100 = 7.8\%$

c. **Porcentaje de azúcares reductores (%AR):**

% AR: $\frac{100 \times 0.05}{7.7} = 0.65$

% AR: $\frac{100 \times 0.64}{5} = 13.0 \text{ (glucosa)}$

% AR: $13.0 \times 0.90 = 11.7$

d. **Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.5)**

% A= $7.5 \times 0.098 \times \frac{85}{100-9.1} = 0.687$

e. **Sólidos totales:** $100- \%H^{\circ} = 100 - 9.1 = 90.9\%$

f. **Grasa:** $\frac{6.035-5.835}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 4\%$

Estadío 2: Hojas Semi- Maduras

a. **Humedad:** $\frac{66.490-65.585}{10 \text{ (muestra)}} * 100 = 9.1\%$

b. **Ceniza:** $\frac{34.020-(38.665-5 \text{ (muestra)})}{5 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-9.1(\%H)} \times 100 = 7.8\%$

c. Porcentaje de azúcares reductores (%AR):

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.05}{7.9} = 0.63$$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.63}{5} = 12.6 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 13.0 \times 0.90 = 11.34$$

d. Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.8)

$$\% \text{ A} = 7.8 \times 0.098 \times \frac{85}{100-9.1} = 0.715$$

e. Sólidos totales: $100 - \%H^{\circ} = 100 - 9.1 = 90.9\%$

f. Grasa: $\frac{6.030-5.825}{5(\text{muestra})} \times 100 = 4.1\%$

Estadío 3: Hojas Maduras

a. Humedad: $\frac{69.230-68.350}{10(\text{muestra})} \times 100 = 8.8\%$

b. Ceniza: $\frac{34.030-(38.670-5(\text{muestra}))}{5(\text{muestra})} \times \frac{100}{100-8.8(\%H)} \times 100 = 7.9\%$

c. Porcentaje de azúcares reductores (%AR):

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.05}{7.8} = 0.64$$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.64}{5} = 12.8 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 12.8 \times 0.90 = 11.52$$

d. Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.4)

$$\% \text{ A} = 7.4 \times 0.098 \times \frac{85}{100-8.8} = 0.676$$

e. Solidos totales: $100 - \%H^{\circ} = 100 - 8.8 = 91.2\%$

f. Grasa: $\frac{6.025-5.815}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 4.2\%$



Figura 14 Muestra para análisis de características Fisicoquímicas. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 3

CARACTERIZACION FITOQUIMICA

Según el Diagrama del procedimiento de screening fitoquímico.

CANTIDAD EN g. DE HOJAS DE MORINGA MOLIDAS USADAS: 30

a. Alcohol etanol:

Peso residuo sólido (T°: 100°C; t: 20')

M1: 24.970 g.

M2: 25.105 g.

M3: 25.805 g.

Volumen:

M1: 145 ml.

M2: 148 ml.

M3: 151 ml.

Concentración:

M1: % de pureza 99.98

M2: % de pureza 99.97

M3: % de pureza 99.98

Nota: % de pureza químicamente puro del etanol es 99.7%(min.) a 99.98% (max.)

Densidad: (Con muestra)

$$X: \frac{\text{etanol filtrado} - \text{pignometro vacio}}{\text{pignometro con agua} - \text{ignometro vacio}}$$

$$M1: \frac{36.99 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.86}{24.82} = 0.800$$

$$M2: \frac{36.99 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.86}{24.82} = 0.800$$

$$M3: \frac{36.99 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.86}{24.82} = 0.800$$

Densidad: (Método por arrastre)

$$M1: \frac{68.94 - 29.800}{78.825 - 29.800} = \frac{39.14}{49.025} = 0.798$$

$$M2: \frac{68.94 - 29.800}{78.825 - 29.800} = \frac{39.14}{49.025} = 0.798$$

$$M3: \frac{68.94 - 29.800}{78.825 - 29.800} = \frac{39.14}{49.025} = 0.798$$

Nota: Densidad del Etanol químicamente puro es 0.789.

b. Éter Etílico: (90 ml.)**Peso residuo sólido (T°: 100°C; t: 20')**

M1: 26.095 g.

M2: 26.650 g.

M3: 27.255 g

Volumen:

M1: 27 ml.

M2: 32 ml.

M3: 30 ml.

Concentración:

M1: % de pureza 99.5

M2: % de pureza 99.6

M3: % de pureza 99.6

Densidad:

$$X: \frac{\text{etanol filtrado} - \text{pícnometro vacío}}{\text{pícnometro con agua} - \text{pícnometro vacío}}$$

$$M1: \frac{36.34 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.21}{24.81} = 0.774$$

$$M2: \frac{36.34 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.21}{24.81} = 0.774$$

$$M3: \frac{36.34 - 17.13}{41.95 - 17.13} = \frac{19.21}{24.81} = 0.774$$

Nota: Densidad del Éter Etílico químicamente puro es 0.711min.) a 0.714% (max.)

c. Aqua destilada:

Peso residuo sólido (T°: 100°C; t: 1 hr.)

M1: 18.805 g.

M2: 18.995 g.

M3: 18.970 g.

Volumen:

M1: 218 ml.

M2: 225 ml.

M3: 230 ml.

Densidad: (Pigometría)

$$X: \frac{\text{etanol filtrado} - \text{pignometro vacio}}{\text{pignometro con agua} - \text{ignometro vacio}}$$

$$M1: \frac{79.570 - 29.800}{78.835 - 29.800} = \frac{49.77}{49.035} = 1.0149$$

$$M2: \frac{79.575 - 29.800}{78.830 - 29.800} = \frac{49.775}{49.03} = 1.0151$$

$$M3: \frac{79.570 - 29.800}{78.835 - 29.800} = \frac{49.77}{49.035} = 1.0149$$

Nota: Densidad del agua es 0.999



Figura 15 Procedimiento para Caracterización Fitoquímica. Realizada por los
tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 4
CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA
DE LA MUESTRA GANADORA (ESTADÍO 1: HOJAS NUEVAS: BROTE)

GANADOR (ESTADÍO 1: HOJAS NUEVAS: BROTE)

a. **Humedad:** $\frac{95.140-94.245}{10 \text{ (muestra)}} * 100 = 8.95\%$

b. **Porcentaje de proteína (% Proteína):** gasto (3.3ml)

% Proteína: $\frac{\text{gasto} \times 0.0014 \times \text{factor de origen vegetal} \times 100}{0.1 \text{ M}}$

% Proteína: $\frac{3.3 \times 0.0014 \times 5.70 \times 100}{0.1 \text{ M}}$

% Proteína: 26.33%

c. **Grasa:** $\frac{5.035-4.835}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 3.8\%$

d. **Porcentaje de Fibra (%Fibra)**

% Fibra: $\frac{P1-P2}{P \text{ muestra}} * 100$

% Fibra: $\frac{33.265-32.995}{2g.(muestra)} * 100$

% Fibra: 13.5%

e. **Ceniza:** $\frac{34.670-(38.670-5 \text{ (muestra)})}{15 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-8.95(\%H)} \times 100 = 7.32\%$

f. **Sólidos totales:** $100 - \%H^{\circ} = 100 - 8.95 = 91.1\%$

g. Porcentaje de azúcares reductores (%AR):

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.05}{7.3} = 0.68$$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.68}{5} = 13.6 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 13.6 \times 0.90 = 12.24$$

h. Carbohidratos:

$$100 - (\%H + \%Grasa + \%Ceniza + \%Fibra + \%Proteína)$$

$$100 - (8.95 + 3.8 + 7.32 + 13.5 + 26.34) = 40.09\%$$

i. Porcentaje de acidez (%A): gasto (7.4)

$$\% \text{ A} = 7.4 \times 0.098 \times \frac{85}{100 - 8.95} = 0.677$$



Figura 16 Análisis de PH para la muestra ganadora **ESTADÍO 1: HOJAS NUEVAS-BROTE**. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 5

EVALUACION SENSORIAL



Figura 17 Evaluación Sensorial (20 panelistas). Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN




Nombre:

Fecha:

Producto:

Instrucciones: A continuación se presenta 3 muestras de Filtrante elaborados a partir de hojas de Moringa endulzado parcialmente con Stevia. Pruebe las muestras de izquierda a derecha.

Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	AROMA	COLOR	SABOR	APARIENCIA
				
				
				

Descripción:

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	(9)
Me gusta mucho	(8)
Me gusta bastante	(7)
Me gusta ligeramente	(6)
Ni me gusta ni me disgusta	(5)
Me disgusta ligeramente	(4)
Me disgusta bastante	(3)
Me disgusta mucho	(2)
Me disgusta muchísimo	(1)




Comentarios y sugerencias:



Figura 18 Muestras para Evaluación Sensorial. Realizada por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 20




Leyenda: Estadios de hojas de *Moringa oleifera*

LEYENDA		
	3	HOJAS MADURAS
	2	HOJAS SEMI MADURAS
	1	HOJAS NUEVAS O BROTE

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
Cindy Karina (2017)

Tabla 21

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Aroma




AROMA			
PANELISTAS	MUESTRAS		
06/05/2017			
1	5	6	6
2	8	5	8
3	7	6	5
4	8	8	8
5	6	6	8
6	6	8	7
7	7	9	7
8	5	8	8
9	5	6	8
10	4	5	8
11	6	7	9
12	6	9	7
13	6	7	8
14	6	6	7
15	6	6	7
16	6	8	5
17	8	6	5
18	6	6	4
19	8	5	8
20	6	7	7

Elaborado por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 22

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Color

COLOR

PANELISTAS	MUESTRAS		
06/05/2017			
1	8	9	6
2	9	7	6
3	8	7	4
4	8	7	6
5	4	6	9
6	6	7	6
7	9	6	9
8	4	6	8
9	6	8	7
10	5	5	5
11	5	4	4
12	8	8	6
13	6	7	8
14	6	6	7
15	6	6	6
16	4	9	5
17	8	6	6
18	7	6	8
19	7	5	5
20	5	6	7

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
Cindy Karina (2017)

Tabla 23

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Sabor




SABOR	
PANELISTAS	MUESTRAS
	  

Tabla 24

**Puntuación de
frente a la
sensorial:**

06/05/2017

1	7	8	8
2	9	5	8
3	6	6	9
4	8	7	8

**los panelistas
característica
Apariencia**

APARIENCIA

PANELISTAS

MUESTRAS

06/05/2017






1	9	9	9
2	8	9	7
3	6	8	9
4	8	7	6
5	5	8	9
6	7	7	6
7	9	8	9
8	6	8	9
9	8	8	8
10	6	6	8
11	5	5	7
12	6	9	6
13	5	6	8
14	5	6	7
15	5	6	6
16	5	8	6
17	8	6	7
18	8	6	4
19	8	8	9
20	8	8	8

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e
Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 25




SUMA de las puntuaciones en base a los tres estadios de la hoja de *Moringa oleífera*.

SUMA			
PANELISTAS	MUESTRAS		
06/05/2017			
1	29	32	29
2	34	26	29
3	27	27	28
4	32	29	28
5	21	27	34
6	23	30	27
7	33	28	34
8	21	26	29
9	24	28	27
10	19	20	29
11	22	24	29
12	28	35	24
13	21	26	33
14	22	25	28
15	21	23	26
16	20	31	24
17	31	26	27
18	28	24	27
19	30	24	29
20	24	27	30

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e
Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 26

PROMEDIO de las puntuaciones en base a los tres estadíos de la hoja de *Moringa oleífera*.

PROMEDIO			
PANELISTAS	MUESTRAS		
06/05/2017			
1	7.3	8	7.3
2	8.5	6.5	7.3
3	6.8	6.8	7.5
4	8	7.3	7
5	5.3	6.8	8.5
6	5.8	7.5	5.8
7	8.3	7	8.5
8	5.3	6.5	7.3
9	6	7	6.8
10	4.8	5	7.3
11	5.5	6	7.3
12	7	8.8	7
13	5.3	6.5	8.3
14	5.5	6.3	7
15	5.3	5.8	6.5
16	5	7.8	7
17	7.8	6.5	7
18	7	6	7
19	7.5	6	7.3
20	6	6.75	7.9

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 6

FENOLES TOTALES EN PRODUCTO FINAL "MORINVIA"

1. **Solución patrón de Ácido Gálico 0.1 mg/mL** **100 mL**

Pesar 0.010 g y se disuelven en 1 mL de etanol. Se afora con agua destilada a 100mL.

2. **Carbonato de sodio anhidro 20 % p/v** **100 ml**

Pesar 20 g de carbonato de sodio anhidro y disolverlo en 80 mL de agua destilada hirviendo. Enfriar a temperatura ambiente, después de 24 horas, filtrar sobre papel y aforar a 100 mL con agua destilada.

3. **Reactivo comercial de Folin-Ciocalteu**

Tabla 27

Metodología empleada para la determinación de Fenoles

No. de tubo	Ác. Gálico (mg/mL)	Ác. Gálico (µL)	Agua destilada (µL)	Agua destilada (µL)	Folin Ciocalte (µL)	Na ₂ CO ₃ (µL)	Agitar y dejar reposar	Leer en espectro
Bco	0	0	200	1500	100	200	30 min	765 nm
1	0.02	40	160					
2	0.04	80	120					
3	0.06	120	80					
4	0.08	160	40					
5	1.0	200	0					

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
Cindy Karina (2017)

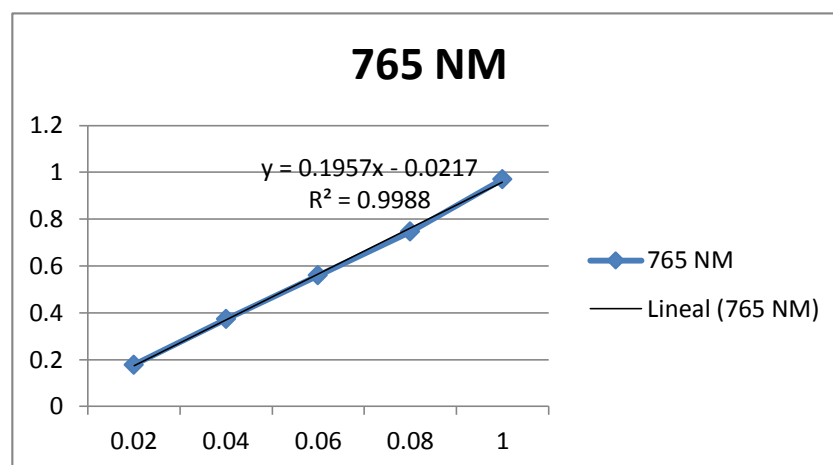


Figura 19 Curva Patrón de Fenoles. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 28

Resultados de la Determinación de Fenoles

FENOLES TOTALES EN MORINGA		
	765 NM	mg ácido gálico/100 ml muestra
1° Lectura	0.069	46.154
2° Lectura	0.073	48.205
3° Lectura	0.063	43.077

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

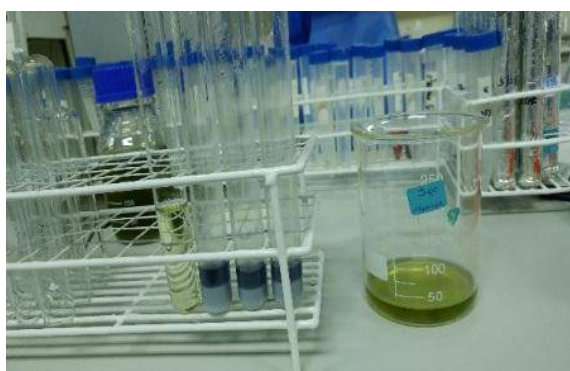
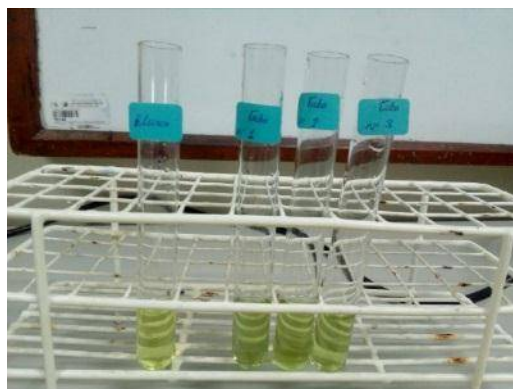


Figura 20 Procedimiento para la Determinación de Fenoles. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

ANEXO 7

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR ABTS

1. Stock Trolox 4 mM (1mg/mL) 100 mL

Pesar 100 mg de Trolox y aforar a 100 mL con metanol

Nota: Debe protegerse de la luz y será estable durante 6 meses a -20° C.

2. Buffer PBS 0.01M (pH 7.4) 500 mL

Pesar 4 g de NaCl, 0.10 g de KCl, 0.72 g de Na₂HPO₄ y 0.12 de KH₂PO₄

Disolver en 400 mL de agua, Ajustar el pH a 7.4 con HCl o NaOH, según sea necesario. Aforar a 500 mL con agua des ionizada.

3. Diluir el radical coloreado ABTS en buffer PBS, agregar 2 mL de ABTS concentrado a 200 mL de buffer PBS. La solución se tornara verde-azul.

4. Medir la absorbancia de aBTS diluido en buffer PBS a 734 nm. Esta debe ser de 0.7000 +/- 0.02

Tabla 29

Metodología Empleada Para La Determinación De Capacidad Antioxidante Por Abts

No. de tubo	Concentración de Trolox µM	Solución madre Trolox (µL)	Metanol 80% (µL)	Tomar (µL)	Solución de ABTS (µL)	Agitar y dejar reposar	Leer en espectro
1	300	37.5	462.5	100	1900	7 min	734 nm
2	240	30	470	100			
3	180	22.5	477.5	100			
4	120	15	485	100			
5	60	7.5	492.5	100			

Elaborado por los tesisistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
Cindy Karina (2017)

1. Preparar soluciones del antioxidante Trolox a distintas concentraciones a partir de las lecturas de cada punto de la curva se realizarán por triplicado y por cada uno se realizará un blanco, el cual solo contendrá metanol al 80%.
2. También se registrará la lectura como A0 (blanco o señal no inhibida).
3. Las muestras se someterán al mismo proceso que la curva, esto a partir de los extractos obtenidos.

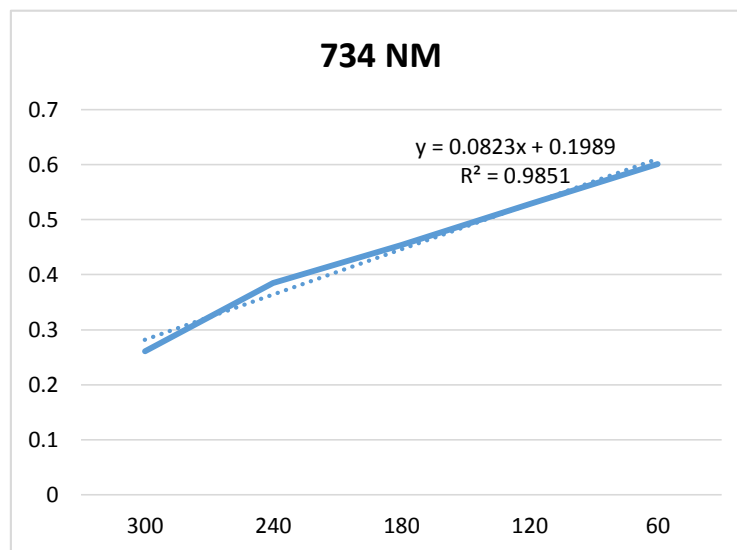


Figura 21 Curva Patrón De Capacidad Antioxidante. Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

Tabla 30

Resultados de la Determinación de Capacidad Antioxidante Por Abts.

Elaborado por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN MORINGA		
	734 NM (ABSORB.)	μM Trolox/ml
1° Lectura	0.193	4.762
2° Lectura	0.234	5.260
3° Lectura	0.248	5.430

Cindy Karina (2017)



Figura 22 Procedimiento para la determinación de Capacidad Antioxidante.
 Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
 Cindy Karina (2017)

ANEXO 8
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A LOS FILTRANTES DE HOJA DE *MORINGA*
OLEIFERA



Figura 23 Muestras para análisis microbiológico. Realizada por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

PRESENTACIÓN DE 05 gramos Y 25 gramos.

1. Análisis:

1.1. Recuento de MOHOS y LEVADURAS: (AUSENTES)

Medio de Cultivo: AGAR NUTRITIVO

25 g. de muestra (moringa +
stevia)



SOBRE DE FILTRANTE (200ml
de agua caliente)



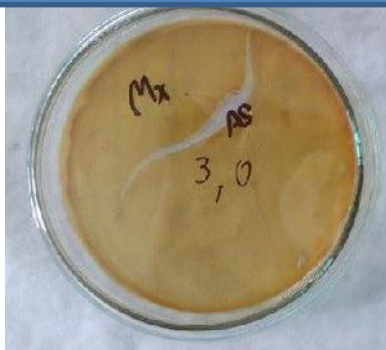
Figura 24 Recuento de MOHOS y LEVADURAS

Realizada por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

1.2. Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables (MAMV):

Medio de Cultivo: AGAR SABURO

25 g. de muestra (moringa +
stevia)



1 SOBRE DE FILTRANTE (200ml
de agua caliente)



Figura 25 Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables. Realizada por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

RESULTADOS: 18×10^2 UFC/gr = 180 ufc/gr

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE $5,0 \times 10^3 = 5000$ UFC/gr

1.3. Salmonelosis: (AUSENCIA)

Medio de Cultivo: AGAR McCONKEY

25 g. de muestra (moringa +
stevia)



1 SOBRE DE FILTRANTE (200ml
de agua caliente)



Figura 26 Determinación de Salmonelosis. Realizada por los tesisas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez Cindy Karina (2017)

PRODUCTO ALIMENTICIO: FILTRANTE "MORINVIA"

Presenta Aceptable Calidad Microbiológica, no presenta Microorganismos ni contaminantes, ni patógenos causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS).



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



19 de Mayo del 2017

SOLICITANTE

: INOSTROZA CHAVEZ CINDY KARINA
RUBIO BARRIENTOS BRYAN ALDAIR

PROYECTO DE TESIS

: CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DE UN
FILTRANTE DE HOJAS DE MORINGA (moringa
oleifera)

RESULTADOS DEL ENSAYO MICROBIOLÓGICO DEL
PRODUCTO ALIMENTICIO "MORINVIA"
Muestras : Presentación 05 gramos y 25 gramos

1.- Determinación de Mohos contaminantes
Productores de Micotoxinas en alimentos
AUSENTES

2.-Determinación de Levaduras contaminantes en
Alimentos
AUSENTES

3.-Determinación de Presencia/Ausencia de
Salmonella en Alimentos (25 g)

AUSENCIA

4.-Determinación de Microbios Aaerobios
Mesófilos Viabiles (MAMV)
Indicadores de mala higiene en la elaboración de
Alimentos
 18×10^2 UFC/gr = 180 ufc/gr
LIMITE MAXIMO PERMISIBLE $5,0 \times 10^5$ =5000
UFC/gr

PRODUCTO ALIMENTICIO :FILTRANTE "MORINVIA"
Presenta Aceptable Calidad Microbiológica , no
presenta Microorganismos ni contaminantes , ni
patógenos , causantes de Enfermedades
Transmitidas por Alimentos (ETAs)



AV. JUAN XXIII 391 - CIUDAD UNIVERSITARIA - PABELLÓN - MICROBIOLOGÍA - LAMBAYEQUE

**Figura 27 Resultados del Ensayo microbiológico del Producto Alimenticio
"MORINVIA". Realizada en Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad
Nacional Pedro Ruiz Gallo (2017)**



Figura 28 Proceso para la obtención de filtrante de *Moringa oleífera*.
 Realizada por los tesistas Rubio Barrientos Bryan Aldair e Inostroza Chávez
 Cindy Karina (2017)