



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

DISEÑO DE DOS FORMULACIONES DE INFUSIONES A BASE DE  
PLANTAS MEDICINALES Y FRUTAS DESHIDRATADAS

CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

CHICA PINEDA LORENA JACQUELINE  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA  
SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Diseño de dos formulaciones de infusiones a base de plantas  
medicinales y frutas deshidratadas

CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

CHICA PINEDA LORENA JACQUELINE  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA  
SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

Diseño de dos formulaciones de infusiones a base de plantas medicinales y frutas  
deshidratadas

CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

CHICA PINEDA LORENA JACQUELINE  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH

MACHALA, 11 DE FEBRERO DE 2019

MACHALA  
2019

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Diseño de dos formulaciones de infusiones a base de plantas medicinales y frutas deshidratadas, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

---

MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH  
0703695478  
TUTOR - ESPECIALISTA 1

---

JARAMILLO JARAMILLO GLADYS CARMITA  
0701575920  
ESPECIALISTA 2

---

CAMPO FERNANDEZ MERCEDES  
0959164625  
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de febrero de 2019

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH\_CHICA PINEDA LORENA  
JACQUELINE\_PT-011018 (1).docx (D47460557)  
**Submitted:** 1/31/2019 6:34:00 PM  
**Submitted By:** decalderonq\_est@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 9 %

### Sources included in the report:

TESIS MO MA HL.docx (D47381004)  
Tesis URKUN.docx (D41014810)  
Trabajo de Titulacion\_Lenin Alvarez\_Alex Tene.docx (D40910226)

### Instances where selected sources appear:

27

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH y CHICA PINEDA LORENA JACQUELINE, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Diseño de dos formulaciones de infusiones a base de plantas medicinales y frutas deshidratadas, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de febrero de 2019



CALDERON QUIROZ DENISE ELIZABETH  
0706397312



CHICA PINEDA LORENA JACQUELINE  
0705255180

## **DEDICATORIA**

*A Dios nuestro creador por ser mi pilar fundamental, por brindarme vida, salud, fortaleza, esperanza y amor en toda esta trayectoria de mi existencia.*

*A mis padres Isabel Quiroz y Flabio Gallegos por su apoyo, paciencia, consejos, amor y sacrificio que han hecho durante la formación de mis hermanos y mi persona.*

*A mis hermanos, sobrinas, tíos, primos y demás familiares que han sido partícipes de motivación, consejos, paciencia, amor, y apoyo.*

*A mi compañera y amiga Lorena Chica por brindarme su amistad, consejos, paciencia, motivación y por compartir muchas anécdotas durante este proceso muy importante para ambas.*

*A mi tutora Ing. Lisbeth Matute Castro y cotutora Dra. Mercedes Campo Fernández, por su dedicación, entrega y brindar conocimiento y gran parte de su tiempo en la realización de este proyecto.*

***Denise Calderón Quiroz***



## DEDICATORIA

*A Dios, mi creador, mi padre, mi guía. A la Virgencita del Cisne y San Antonio de Cumbe, por escuchar siempre mis peticiones y nunca abandonarme.*

*A mis padres, Ing. Fanny Pineda y Armando Chica, que, aunque no los tengo cerca, siempre se han preocupado por brindarme el apoyo, amor y consejos que necesito; sin ustedes no lo habría logrado.*

*A mis abuelos, Julia Armijos y Guillermo Pineda, por cuidarme, educarme, brindarme su amor, estar a mi lado y ser como mis papas, gracias a ustedes y su apoyo diario e incondicional he llegado hasta donde estoy.*

*Al tesoro de mi vida, mi amado hijo, Danny Romero, por ser esa personita que siempre está conmigo, levantándome y consolándome cada vez que lo necesito, gracias por tu inmenso amor, compañía, paciencia y comprensión, definitivamente eres lo máximo, te amo y por ti seguiré esforzándome cada día más.*

*Al segundo tesoro de mi vida, mi pequeña Lía, aunque todavía no te tenga en mis brazos, te amo y te agradezco por ser muy fuerte y compartir conmigo todo este proceso, con tus constantes pataditas me recordabas que no estoy sola y que juntas lo lograríamos, y así fue ¡Lo logramos! El sacrificio de ustedes mis bebés será recompensado.*

*A mi compañero de vida, Rodolfo Romero, por brindarme su amor, cariño, comprensión, paciencia y apoyo a lo largo de toda mi carrera, gracias por estar a mi lado, cuidarme, y ayudarme en todo lo que necesite.*

*A toda mi familia, hermanos, tíos, primos, por su constante apoyo y buenos consejos; de manera muy especial al ángel y protector de la familia, por sus bromas y buenos momentos, te nos adelantaste inesperadamente, pero nunca te olvidaremos querido primo.*

*A mi compañera de tesis, Denise Calderón por convertirse en una excelente amiga, por su paciencia, su gran aporte y por compartir conmigo esta etapa tan importante de mi carrera.*

*A mi tutora de tesis, Ing. Lisbeth Matute y cotutora Dra. Mercedes Campo Fernández PhD, por impartir sus conocimientos, por su dedicación, entrega y brindar gran parte de su tiempo en la realización de este proyecto.*

***Lorena Chica Pineda***



## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, a Dios por regalarnos la vida y la oportunidad de despertar cada mañana para poder cumplir nuestra meta.*

*A nuestras familias, por ser nuestros guías, por brindarnos su amor, sus consejos y por ser el apoyo incondicional, además de contribuir económicamente en la realización de este proyecto.*

*A la Universidad Técnica de Machala por permitir educarnos en sus aulas, y a los docentes que supieron compartir sus valiosos conocimientos con nosotros.*

*De forma especial a nuestra tutora de tesis, Ing. Lisbeth Matute y a nuestra cotutora Dra. Mercedes Campo Fernández PhD, por contribuir grandemente en la realización de este proyecto, gracias por su paciencia, apoyo y consejos. Fue un gusto trabajar con excelentes docentes.*

*A todos los docentes, compañeros y demás personas que aportaron de una u otra forma con su granito de arena para hacer posible la culminación de este proyecto.*

*A nuestros compañeros de clase, por contribuir de una u otra forma con este logro y por todos los bellos momentos compartidos dentro y fuera de la Universidad.*

*¡Muchas gracias a todos!*

***Denise Calderón y Lorena Chica***

## RESUMEN

Las plantas medicinales y frutas contienen entre sus componentes, vitaminas, minerales, compuestos fenólicos y antioxidantes, los cuales les proporcionan varias actividades terapéuticas. En la actualidad se pretende mantener la calidad de alimentos procesados utilizando varias técnicas, siendo el deshidratado uno de los métodos que más se usan. Además, se busca introducir productos agradables y de fácil consumo como las infusiones o té. Es por esto que el objetivo de este proyecto es diseñar dos formulaciones para consumir en forma de infusión a base de plantas medicinales (*Moringa oleifera* Lam. e *Hibiscus sabdariffa* L.) y frutas deshidratadas (piña, mango, naranja). El estudio se inicia con el procesamiento de las frutas, la determinación de algunos parámetros físico-químicos (pH, acidez, °Brix, humedad e índice de madurez) y, posteriormente, la deshidratación utilizando un sistema de aire caliente forzado. Este último proceso de particular interés por las implicaciones que presenta sobre la conservación de las mismas, debido a las ventajas que proporciona (eficiencia y menor tiempo de secado). Para el desarrollo de ambas formulaciones se parte de un diseño experimental completamente al azar, tomando en cuenta el porcentaje o proporción de fruta deshidratada a utilizar para las formulaciones de *M. oleifera* y de *H. sabdariffa*, pues las drogas vegetales no constituyen una variable en el estudio, dentro de una misma formulación. Se establecieron 3 mezclas para cada formulación las cuales fueron designadas con un código 1A; 2A; 3A (moringa (1,5 g) con 5 g de piña y mango; 3 g de naranja) y 1B; 2B; 3B (flor de Jamaica (2 g) con 6,5 g de piña y mango). Para seleccionar la mejor combinación se aplicó una prueba sensorial de preferencia por ordenamiento con la ayuda de 23 jueces semientrenados, utilizando la respuesta sensorial como variable dependiente en el diseño. El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico *Statgraphics* centurion XVII en el que se llevó a cabo un análisis de varianza y una prueba de rangos múltiples, de ser necesario. Del análisis de varianza aplicado a los datos obtenidos dentro de la valoración sensorial, se logró determinar que, en el caso de las formulaciones de té de moringa, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la respuesta sensorial de los evaluadores de una formulación y otra, con un nivel del 95.0% de confianza, la mezcla que tuvo mayor aceptación fue la combinación 1A. Para el caso de las formulaciones de té de Jamaica también se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre las mezclas, resultando la de mayor aceptación la formulación 3B. A las infusiones seleccionadas de

moringa y jamaica se les realizó análisis físico-químicos (acidez, pH, °Brix, humedad), además se determinó el análisis de fibra dietaria en las frutas deshidratadas de cada infusión, obteniendo 8,9% para la combinación (piña, mango, naranja) y 8,8% para la combinación (piña, mango). En las frutas deshidratadas de cada infusión, los minerales que sobresalen son: K (1,32%) y Fe (41,1 ppm mg/ Kg) para la mezcla de piña, mango, naranja, y; K (1,14%) y Na (42,3 ppm mg/ Kg) para la mezcla de piña, mango. Para determinar la actividad antioxidante de las infusiones se realizó la cuantificación de fenoles mediante el reactivo de Folin Ciocalteu, obteniendo los siguientes resultados: infusión de moringa 72,70 mg/200 mL, frutas 67,35 mg/200 mL; infusión de Jamaica 75,81 mg/200 mL, frutas 71,93 mg/dosis de fruta. La determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) se calculó por medio de la concentración inhibitoria media (CI<sub>50</sub>) de cada muestra, obteniendo los siguientes valores: infusión de moringa CI<sub>50</sub>= 1,302 mg/ mL, frutas CI<sub>50</sub>= 3,396 mg/ mL; infusión de Jamaica CI<sub>50</sub>= 0,85 mg/ mL, frutas CI<sub>50</sub>= 1,988 mg/ mL. Los resultados obtenidos demuestran que la infusión que mostró una mayor capacidad secuestradora de radicales libres fue la combinación de *H. sabdariffa* con piña y mango, ambas deshidratadas.

**Palabras claves:** Plantas medicinales, *M. oleifera*, *H. sabdariffa*, deshidratación de frutas, antioxidantes.

## ABSTRACT

Medicinal plants and fruits contain among their components, vitamins, minerals, phenolic compounds and antioxidants, which provide them with various therapeutic activities. At present, the aim is to maintain the quality of processed foods using several techniques, with dehydrated being one of the most used methods. In addition, it seeks to introduce pleasant and easy to consume products such as tea or tea. That is why the objective of this project is to design two formulations to consume in the form of infusion based on medicinal plants (*Moringa oleifera* Lam. and *Hibiscus sabdariffa* L.) and dehydrated fruits (pineapple, mango, orange). The study begins with the processing of fruits, the determination of some physical-chemical parameters (pH, acidity, ° Brix, humidity and maturity index) and, later, dehydration using a forced hot air system. This last process of particular interest due to the implications it presents on the conservation of the same, due to the advantages it provides (efficiency and shorter drying time). For the development of both formulations, a completely randomized experimental design is used, taking into account the percentage or proportion of dehydrated fruit to be used for the formulations of *M. oleifera* and *H. sabdariffa*, since vegetable drugs are not a variable in the study, within the same formulation. 3 mixtures were established for each formulation, which were designated with a code 1A; 2A; 3A (moringa (1.5 g) with 5 g of pineapple and mango, 3 g of orange) and 1B; 2B; 3B (Jamaica flower (2 g) with 6.5 g of pineapple and mango). To select the best combination, a sensory test of preference was applied by ordering with the help of 23 semi-trained judges, using the sensory response as a dependent variable in the design. The statistical analysis of the data was carried out with the statistical package Statgraphics centurion XVII in which an analysis of variance and a multiple range test were carried out, if necessary. From the analysis of variance applied to the data obtained within the sensory evaluation, it was determined that, in the case of moringa tea formulations, there is a statistically significant difference between the mean of the sensory response of the evaluators of a formulation and another, with a level of 95.0% confidence, the mixture that had greater acceptance was the 1A combination. In the case of jamaica tea formulations, a statistically significant difference between the mixtures was also evidenced, the formulation of 3B being the most accepted. The selected infusions of moringa and jamaica were subjected to physical-chemical analysis (acidity, pH, ° Brix, humidity), and the analysis of dietary fiber in the dehydrated fruits of each infusion was determined, obtaining 8.9% for the combination (pineapple, mango, orange) and 8.8% for the combination (pineapple, mango). In the dehydrated fruits of each infusion, the minerals that stand out are: K (1.32%) and Fe (41.1 ppm mg / Kg) for the mixture of

pineapple, mango, orange, and; K (1.14%) and Na (42.3 ppm mg / Kg) for the mixture of pineapple, mango. To determine the antioxidant activity of the infusions, the phenols were quantified using the Folin Ciocalteu reagent, obtaining the following results: moringa infusion 72.70 mg / 200 mL, fruit 67.35 mg / 200 mL; Jamaica infusion 75.81 mg / 200 mL, fruit 71.93 mg / fruit dose. The determination of the free radical scavenger capacity against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was calculated by means of the mean inhibitory concentration ( $IC_{50}$ ) of each sample, obtaining the following values: moringa infusion  $IC_{50} = 1.302$  mg / mL, fruit  $IC_{50} = 3.366$  mg / mL; Jamaican infusion  $IC_{50} = 0.85$  mg / mL,  $IC_{50}$  fruits = 1.988 mg / mL. The results obtained show that the infusion that showed a higher capacity to scavenge free radicals was the combination of *H. sabdariffa* with pineapple and mango, both dehydrated.

**Key words:** Medicinal plants, *M. oleifera*, *H. sabdariffa*, fruit dehydration, antioxidants.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO I	18
1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1 Uso de las plantas en productos naturales	18
1.2 Plantas medicinales	18
1.2.1 <i>Moringa</i>	19
1.2.1.1 <i>Usos y propiedades terapéuticas</i>	20
1.2.1.2 <i>Componentes nutricionales y químicos</i>	20
1.2.2.1 <i>Usos y propiedades terapéuticas</i>	21
1.2.2.2 <i>Componentes nutricionales y químicos</i>	22
1.3 Frutas	22
1.3.1 <i>Piña</i>	22
1.3.1.1 <i>Usos y propiedades terapéuticas</i>	23
1.3.1.2 <i>Componentes nutricionales y químicos</i>	24
1.3.2 <i>Mango</i>	24
1.3.2.1 <i>Componentes nutricionales y químicos</i>	25
1.3.3 <i>Naranja</i>	25
1.3.3.1 <i>Usos y propiedades terapéuticas</i>	26
1.3.3.2 <i>Componentes nutricionales y químicos</i>	26
1.4 Antioxidantes	26
1.5 Método de Deshidratación	27
1.6 Métodos Analíticos	27

1.6.2 <i>Determinación de la actividad antioxidante por el método del 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)</i>	27
1.7 Requisitos para hierbas aromáticas	28
CAPÍTULO II	29
2. MATERIALES Y MÉTODOS	29
2.3 Análisis físicos químicos de las frutas frescas	32
2.3.1 <i>Determinación de humedad</i>	32
2.3.2 <i>Determinación de pH</i>	32
2.3.3 <i>Determinación de grados Brix</i>	32
2.3.5 <i>Determinación del índice de madurez (IM)</i>	33
2.4. Secado de las frutas	33
2.4.1. <i>Determinación del contenido de humedad a las frutas deshidratadas</i>	33
2.5 Diseño de las formulaciones	33
2.6 Control de calidad de las infusiones	35
2.6.1 <i>Preparación de las infusiones</i>	35
2.6.2 <i>Determinación de grados Brix</i>	35
2.6.3 <i>Determinación del pH</i>	35
2.6.4 <i>Determinación de acidez</i>	35
2.7.1. <i>Determinación de cenizas</i>	35
2.7.2 <i>Determinación de macro y micronutrientes</i>	36
2.7.3 <i>Determinación de fibra dietaria.</i>	36
2.7.4 <i>Determinación de fenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu.</i>	36
2.7.5 <i>Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)</i>	37
2.8 Empacado de las formulaciones finales	38
CAPÍTULO III	39
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
3.1 Tratamiento poscosecha	39
3.2 Análisis físicos químicos de la materia prima	39
3.3 Deshidratado de la materia prima	42
3.4 Diseño de las formulaciones y control de calidad	44
3.5 Control de calidad de las formulaciones seleccionadas	47
3.6 Análisis de la composición nutricional y química del producto terminado	48
3.6.1 <i>Determinación de cenizas</i>	48
3.6.2 <i>Determinación de macro y micronutrientes</i>	49
3.6.3 <i>Determinación de fibra dietaria</i>	50



3.6.4 <i>Determinación de fenoles por el método de Folin Ciocalteu</i>	51
3.6 Empacado de las formulaciones finales	54
CAPÍTULO IV	56
4. CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO V	57
5. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción taxonómica de <i>Moringa oleifera</i> .	18
<b>Tabla 2.</b> Descripción taxonómica de <i>Hibiscus sabdariffa</i> .	21
<b>Tabla 3.</b> Descripción taxonómica de <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	23
<b>Tabla 4.</b> Descripción taxonómica de <i>Mangifera indica</i> L.	24
<b>Tabla 5.</b> Descripción taxonómica de <i>Citrus sinensis</i> .	25
<b>Tabla 6.</b> Requisitos establecidos en la Norma INEN 2392:2013.	28
<b>Tabla 7.</b> Materiales, equipos y muestras utilizadas en la investigación.	29
<b>Tabla 8.</b> Parámetros físico químicos de las drogas vegetales utilizadas en la investigación (hojas de <i>M. oleifera</i> y cálices de <i>H. sabdariffa</i> ).	31
<b>Tabla 9.</b> Minerales presentes en hojas de <i>M. oleifera</i> y cálices de <i>H. sabdariffa</i> descritas por Burgos y Reyes (2018); Cruz y Cunalata, (2019).	31
<b>Tabla 10.</b> Proporción de fruta utilizada en las Formulaciones de <i>M. oleifera</i> .	34
<b>Tabla 11.</b> Proporción de fruta utilizada en las Formulaciones de <i>H. sabdariffa</i> .	34
<b>Tabla 12.</b> Análisis físico químicos de la fruta fresca.	40
<b>Tabla 13.</b> Análisis físicos químicos de la materia prima reportados por diferentes autores.	41
<b>Tabla 14.</b> Determinación de la media y desviación estándar de la humedad de las frutas deshidratadas	43
<b>Tabla 15.</b> Valores de humedad residual reportados por diferentes autores.	44
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza para las formulaciones de <i>M. oleifera</i> .	45
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza para las formulaciones de <i>H. sabdariffa</i> .	45

<b>Tabla 18.</b> Proporción de las formulaciones que tuvieron mayor aceptación.	47
<b>Tabla 19.</b> Análisis Físicoquímicos del producto terminado y seleccionado.	48
<b>Tabla 20.</b> Resultados de cenizas presentes en las frutas deshidratadas.	49
<b>Tabla 21.</b> Minerales presentes en las frutas deshidratadas de las muestras seleccionadas.	49
<b>Tabla 22.</b> Contenido de fibra dietaria en las frutas deshidratadas de las infusiones de <i>M. oleífera</i> e <i>H. sabdariffa</i> .	50
<b>Tabla 23.</b> Fenoles totales presentes en las infusiones de <i>M. oleífera</i> e <i>H. sabdariffa</i> .	52
<b>Tabla 24.</b> Valor de IC <sub>50</sub> de las infusiones de <i>M. oleífera</i> e <i>H. sabdariffa</i> con frutas deshidratadas.	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Gráfica de caja y bigote para las mezclas de <i>M. oleífera</i> .	46
<b>Figura 2.</b> Gráfica de caja y bigote para las mezclas de <i>H. sabdariffa</i> .	46
<b>Figura 3.</b> Relación entre la concentración de fenoles totales y la actividad antioxidante IC <sub>50</sub> de las infusiones analizadas	54
<b>Figura 4.</b> Presentación final de la infusión de <i>M. oleífera</i> L. con frutas deshidratadas	55
<b>Figura 5.</b> Presentación final de la infusión de <i>H. sabdariffa</i> con frutas deshidratadas	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1.** Ficha de prueba sensorial de preferencia por ordenamiento para la infusión *M. oleifera*. 68

**Anexo 2.** Ficha de prueba sensorial de preferencia por ordenamiento para la infusión de *H. sabdariffa*. 69

## INTRODUCCIÓN

El hombre desde tiempos remotos ha tratado de mejorar las condiciones de salud a través del consumo de plantas medicinales gracias a su actividad terapéutica, consecuentemente su uso se ha ido intensificando en todo el mundo. En el Ecuador, la utilización de estos recursos forma parte de la cultura tradicional, por ello desde la antigüedad las plantas medicinales son llamadas “*sucesoras*” de la medicina farmacéutica ya que ayuda a prevenir enfermedades, además, constituyen el origen para el desarrollo de la medicina actual. <sup>3,4</sup>

Sin embargo, a la medicina natural se la ha tratado de diferente forma en comparación con la medicina farmacéutica debido a que no se encuentra una “*convicción científica*” que apoye o fundamente que: “*la medicina natural cura enfermedades y a su vez posee menos riesgo de toxicidad en cotejo a los productos farmacéuticos*”, cierto criterio ha dado un magnífico interés al tema dentro del campo de investigación con diversos estudios realizados que, poco a poco, han sido publicados. <sup>4</sup>

Por ello, las plantas han sido el punto importante dentro del desarrollo de medicamentos actuales en el mercado como fitofármacos e inclusive alimentos funcionales, esto se ha llevado a cabo en vista a la fisiopatología que presentan muchas enfermedades que pueden ser crónicas para el ser humano. Sin embargo, parte del proceso de descubrimiento de éstos productos y fármacos se han basado en el uso tradicional de plantas medicinales. <sup>4,5,6</sup>

*M. oleifera* ha sido utilizada por la humanidad durante tiempo atrás, sus hojas, flores, frutas y raíces suelen usarse como fuente alimenticia. Sus hojas son consideradas como una fuente altamente excepcional de vitaminas y aminoácidos por lo cual la emplean mayormente para tratar problemas de desnutrición en infantes y un sin número de enfermedades. <sup>7</sup>

“*H. sabdariffa*” es cultivada principalmente por su cáliz, éstos son los más utilizados y se caracterizan por su concentración en antocianinas, además de ser rica en ácidos orgánicos, minerales, aminoácidos, vitamina C, y componentes bioactivos como: polifenoles, flavonoides, triterpenos, esteroides, carotenoides, fitoesteroles y alcaloides. La flor de ésta planta muestran en su composición un porcentaje de fibra dietética, así

como una elevada capacidad antioxidante y propiedades funcionales de interés nutricional".<sup>8,9</sup>

Es por eso que la ciencia ha optado por realizar estudios científicos que demuestren la actividad antioxidante de frutas o plantas medicinales que puedan ayudar a prevenir algunas enfermedades ocasionadas por estrés oxidativo. Algunos de los factores más importantes que recomienda la Organización Mundial de la Salud para la prevención de los distintos tipos de enfermedades es realizar algún tipo de actividad física frecuente y mantener una dieta equilibrada que incluya consumo de frutas y hortalizas, ya que estas proporcionan vitaminas, minerales, y algunas funciones terapéuticas como antioxidantes, diuréticas, entre otras.<sup>10</sup>

Por otra parte, se sabe que el consumo de frutas es primordial y muy beneficioso para la salud, sin embargo, muchas veces no lo hacemos dejando que la fruta se descomponga, es por esto que actualmente se está realizando varios estudios dirigidos a la conservación de los alimentos utilizando técnicas y métodos de transformación que no alteren su composición sino más bien que beneficien y mantengan la calidad del producto. Una de las técnicas utilizadas es la deshidratación, en la cual se usan temperaturas adecuadas que no dañen ni provoquen la pérdida de sus componentes.<sup>11</sup>

Por todo lo mencionado, el objetivo de este proyecto es diseñar dos formulaciones de infusiones como alimento funcional a base de plantas medicinales: moringa (*M. oleífera*), cálices de flor de Jamaica (*H. sabdariffa* L.) y frutas deshidratadas: piña (*Ananas comosus* L.), mango (*Mangifera indica* L.), naranja (*Citrus x sinensis* L.), a las que se les atribuyen propiedades antioxidantes, ampliamente difundidas para prevenir o reducir el riesgo de enfermedades crónicas y a su vez mejorar algunas funciones fisiológicas.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad la mayor parte de la población se ve afectada por algunas enfermedades crónicas las cuales se podrían disminuir o prevenir gracias a los beneficios de la actividad antioxidante que posee la mayoría de las frutas y plantas medicinales. Por tal motivo se pretende realizar un diseño de dos formulaciones para preparar en forma de infusión a base de plantas medicinales como la *M. oleifera* (moringa), *H. sabdariffa* (flor de Jamaica) y frutas deshidratadas como *Ananas comosus* (piña), *Mangifera indica* L. (mango), *Citrus x sinensis* (L.) (naranja), sensorialmente aceptables y que brinden beneficios nutricionales para el organismo.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Afirmativa**

Las formulaciones diseñadas serán sensorialmente aceptadas y presentarán capacidad antioxidante.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar dos formulaciones mediante la combinación de plantas medicinales (*M. oleifera* e *H. sabdariffa*) y frutas deshidratadas (piña, mango, naranja) para consumir en forma de infusiones.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar los parámetros físico-químicos de las frutas frescas y deshidratadas.
- Determinar experimentalmente las dos formulaciones de infusiones a partir de moringa y flor de Jamaica con frutas deshidratadas.
- Evaluar la calidad físico-química y composición nutricional de las formulaciones seleccionadas.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Uso de las plantas en productos naturales**

La evolución del hombre se ha fundamentado en el aprendizaje del discernimiento en la indagación de nuevas medicinas que puedan mejorar sus condiciones de vida por lo que, ha optado por emplear plantas medicinales ya que ellas poseen cierta cantidad de compuestos bioactivos.<sup>6,12</sup>

Siendo los productos naturales aquella fuente esencial de drogas originarias de la flora y fauna que, comúnmente son aludidos como metabolitos secundarios, por lo que se han generado productos naturales como resultado de la evolución de organismos que se adaptan a diversos factores siendo estos codificados para ser utilizados como medicamentos desde la antigüedad, siendo la vanguardia de la medicina para tratar enfermedades humanas.<sup>6</sup>

En el siglo XIX se examinaron los extractos de las primeras plantas debido a su capacidad curativa con el fin de producir relativamente formulaciones terapéuticas crudas. Actualmente las plantas medicinales son la parte principal en la elaboración de medicamentos, productos dietéticos y suplementos nutricionales representando más del 50% de los medicamentos que han sido comercializados esto puede deberse al interés de los fitofármacos. Aunque para algunas personas, las drogas sintéticas causan efectos secundarios dañinos y son costosas al momento de adquirir en comparación con los productos a base de hierbas tradicionales.<sup>6</sup>

#### **1.2 Plantas medicinales**

Son aquellas que poseen principios activos en toda su estructura o en una parte específica de la planta, los cuales poseen efectos curativos sobre diferentes enfermedades del hombre. El uso de estas plantas se origina en tiempos ancestrales y su conocimiento no solo se limita a ciertas civilizaciones como la indígena, sino que su aplicación se ha registrado en varias regiones del mundo, las cuales han ido tomando un papel fundamental en la historia e inclusive en la salud.<sup>13</sup>

### 1.2.1 *Moringa*

La *M. oleifera* es un árbol perenne de crecimiento rápido de al menos unos 10 a 12 metros de altura. Sus Las hojas son pinnadas de 45 cm de largo alternativa dispuestas en espiral sobre ramitas. Las flores son fragantes rodeados por cinco desiguales delgados pétalos veteados de color blanco amarillento. <sup>14</sup>

**Origen:** Árbol nativo del Himalaya y de algunas regiones tanto tropicales como subtropicales. Actualmente esta planta tiene un gran interés investigativo debido a que proporciona diversas propiedades terapéuticas que han sido reportadas en muchos estudios llegando a considerarla como el “árbol de la vida”. <sup>15</sup>

**Taxonomía:** La descripción taxonómica de la moringa se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Descripción taxonómica de *M. oleifera***

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Brassicales</i>
<b>Familia</b>	<i>Moringaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Moringa</i>
<b>Especie</b>	<i>Moringa oleifera Lam.</i>

**Fuente:** (ITIS) *Integrated Taxonomic Information System.* <sup>16</sup>

### **1.2.1.1 Usos y propiedades terapéuticas**

*M. oleifera* es uno de los árboles más usados en el mundo ya que todas sus partes pueden utilizarse como alimento funcional, ingrediente farmacéutico en la medicina, y para fines industriales como el tratamiento de agua, mejoramiento del suelo, materia prima e inclusive como biocombustible. En general todas las partes de la *M. oleifera* tienen diferentes propósitos, sin embargo, las hojas son las que más se usan debido a componentes nutritivos.<sup>14,17,18,19</sup>

Entre las propiedades terapéuticas que destacan, están, su actividad antioxidante, hipoglucemiante, antihipertensiva, antiespasmódica, gastroprotectora, antiinflamatoria, hepatoprotectora, antibacteriana, antifúngica, anticancerígenas. Sus hojas son empleadas como antiparasitario, para aliviar cefaleas, escorbuto, hemorroides, fiebre, gripe, anemia, cortes, infecciones al oído, dolencias a la garganta, enfermedades óseas y del tracto genitourinario, además es rica en fitonutrientes que son eficaces para el desarrollo del sistema inmunológico.<sup>20,21,22</sup>

### **1.2.1.2 Componentes nutricionales y químicos**

Según investigaciones realizadas a la *M. oleifera* ha mostrado que contiene ciertas cantidades de componentes nutricionales como vitaminas A, B, C, D, E, fibra y minerales tales como: calcio, potasio, hierro, zinc y cobre que son necesarios para regular el funcionamiento del organismo del ser humano.<sup>23</sup>

Entre los compuestos químicos que posee la planta se encuentran los fenoles como el ácido gálico, cumarico, cafeico, elágico, ferúlico, siríngico, clorogénico; también contiene taninos, alcaloides, flavonoides como la quercetina, epicatequina, genisteína, miricetina, kaempferol; glucosinolatos, isotiocianatos y aminoácidos esenciales como la valina, histidina, triptófano, metionina, treonina, lisina, arginina, isoleucina, fenilalanina.<sup>24,25,26</sup>

## **1.2.2 Flor de Jamaica**

La flor de Jamaica también denominada “rosa de Abisinia o rosa de Jamaica”, es una planta herbácea anual que tiene propiedades curativas, dispone de tallos fibrosos, ramas pequeñas, cálices de color rojo brillante y de sabor ácido. Su altura puede ser de 2 a 4 metros.<sup>27,28</sup>

**Origen:** Es originaria de Asia tropical y África típica de climas tropicales, subtropicales y secos. <sup>27</sup>

**Taxonomía:** La flor de Jamaica se describe taxonómicamente tal como se la muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Descripción taxonómica de *H. sabdariffa***

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Malvales</i>
<b>Familia</b>	<i>Malvaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Hibiscus</i> L.
<b>Especie</b>	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.

**Fuente:** (ITIS) *Integrated Taxonomic Information System*. <sup>29</sup>

#### **1.2.2.1 Usos y propiedades terapéuticas**

La flor de Jamaica tiene varios usos tales como: colorante en la industria alimentaria, textil, perfumería, cosmetología, artesanía, medicina y además con fines ornamentales. De la raíz se pueden elaborar vinos, los tallos se los puede consumir crudos, de las hojas se pueden preparar mermeladas y ensaladas; del cáliz se obtienen infusiones, té, postres, refrescos y gelatinas; de las semillas se puede preparar aceites. Tiene varias propiedades como: diurética, antimicótica, antihipertensiva, hipocolesterolémica, bactericida, antiinflamatoria, antioxidante, antipirética, afrodisíaco, antiséptico, astringente, colagogo, sedante, laxante. <sup>27,30,31</sup>

### **1.2.2.2 Componentes nutricionales y químicos**

La flor de Jamaica tiene compuestos bioactivos que son responsables en la prevención y el tratamiento de patologías de salud crónicas como la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la inflamación y el cáncer. Presenta una cantidad mayoritaria de carbohidratos, proteínas, grasas, tocoferoles, ácidos orgánicos, vitamina C.<sup>32</sup>

Dentro de los compuestos químicos se encuentran los fenólicos como la antocianina presente en los cálices, flavonoides entre los cuales están: la luteolina que es un antiinflamatorio, carotenoides, la gopipetina que en elevadas concentraciones puede modificar los niveles de colesterol malo LDL, quercetina que interviene en la prevención y tratamiento de padecimientos cardiovasculares. El consumo del extracto de ésta planta ayuda a prevenir aquellas células cancerígenas debido a los componentes ya mencionados.<sup>27,30</sup>

## **1.3 Frutas**

Según el CAE (Código Alimentario Español) define a las frutas como aquella parte carnosa que sirve como fuente alimenticia por la presencia de diversos componentes bioactivos y nutricionales que ayudan en las actividades fisiológicas y celulares en el organismo del ser humano.<sup>33</sup>

Las frutas aportan varios nutrientes necesarios en la dieta, tales como; minerales, agua, fibra y vitaminas; razón por la que son apetecidas mundialmente. Al año se producen cerca de cien millones de toneladas de frutos cítricos, lo que significa que son el principal cultivo del mundo, los países de mayor producción son Estados Unidos, Brasil y países mediterráneos. En la actualidad se pretende mantener la calidad de alimentos procesados utilizando varias técnicas, siendo el deshidratado uno de los métodos que más se usan.<sup>34</sup>

### **1.3.1 Piña**

Denominada científicamente como *Ananas comosus* (L.) Merr. conocida también como la reina de las frutas debido a su excelente sabor, es la única fruta que genera importancia en el comercio, su producción se da generalmente en climas tropicales. Su fruta presenta una forma ovalada con cáscara gruesa áspera de color amarillo-anaranjado, mide hasta

30 cm y su peso puede llegar hasta 2.5 Kg; posee varias propiedades organolépticas, físicas, terapéuticas y nutricionales por lo que es muy apetecida por los consumidores en diferentes países. Su aplicación en la industria es muy amplia ya que se obtienen varios productos con el propósito de favorecer el expendio de esta fruta a los consumidores. Además, esta fruta tropical se encuentra entre las tres más importantes de la economía mundial, junto con el banano y melón.<sup>35,36,37,38</sup>

**Taxonomía:** La descripción taxonómica de la piña se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Descripción taxonómica de *Ananas comosus* (L.) Merr.**

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Poales</i>
<b>Familia</b>	<i>Bromeliaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Ananas</i> Mill.
<b>Especie</b>	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.

**Fuente:** (ITIS) *Integrated Taxonomic Information System*.<sup>39</sup>

#### **1.3.1.1 Usos y propiedades terapéuticas**

Esta fruta mayoritariamente es usada como alimento para los seres humanos, mientras que en la industria alimentaria se la puede emplear en la fabricación de jugos, jaleas, vinagre, aguardiente, fruta confitada, compotas entre otros.<sup>40</sup>

Esta a su vez al contener una alta cantidad de nutrientes esenciales va a presentar una variedad de propiedades terapéuticas tales como diurética, antitrombótica, antiinflamatoria, antioxidante, fibrinolítica, antidiarreica, entre otras. A pesar de contar con muchos beneficios ésta fruta puede llegar a afectar al proceso del crecimiento y fortalecimiento de los huesos en niños y personas mayores. Las enzimas propias de esta



fruta ayudan a tratar la artritis reumatoide, en la reparación de tejidos tras lesiones o úlceras diabéticas.<sup>38</sup>

### 1.3.1.2 Componentes nutricionales y químicos

La piña contiene una cantidad considerable de calcio, potasio, vitamina C, carbohidratos, fibra cruda, agua y diferentes minerales que son buenos para el sistema digestivo y ayudan a mantener un peso ideal, una nutrición equilibrada y a su vez posee un mínimo contenido de grasa y sodio. Esta fruta contribuye a eliminar las bacterias del intestino debido a su efecto antibacteriano, también posee actividad diurética contribuyendo a la evacuación de la demasía de líquidos en el cuerpo, además brinda una actividad analgésica y antiinflamatoria. Cuenta exclusivamente con una enzima proteolítica denominada bromelina la misma que es muy beneficiosa para el organismo su función es deshacer las proteínas de los alimentos facilitando la digestión.<sup>38,41</sup>

### 1.3.2 Mango

Es una planta perennifolia originaria de Asia, en los climas tropicales puede llegar a los 40 m de alto, mientras que en los subtropicales solo alcanza los 10 m. Esta planta es rica en carbohidratos, Vitamina C, B1 y B2, fibra dietaria como pectinas, almidones, ligninas, hemicelulosa, provitamina A, betacaroteno, minerales (fósforo, hierro, sodio, potasio, y calcio), compuestos fenólicos, heteropolisacáridos.<sup>42</sup>

**Taxonomía:** El mango se describe taxonómicamente tal como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4. Descripción taxonómica de *Mangifera indica* L**

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Sapindales</i>
<b>Familia</b>	<i>Anacardiaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Mangifera</i> L.
<b>Especie</b>	<i>Mangifera indica</i> L.

**Fuente:** (ITIS) *Integrated Taxonomic Information System*.<sup>43</sup>

### 1.3.2.1 Componentes nutricionales y químicos

Estudios realizados a *Mangifera indica* L. manifiestan que esta fruta posee, ácidos grasos, proteínas, azúcares, minerales, vitaminas (vitamina C, beta carotenos, riboflavina, niacina y tiamina) y diferentes compuestos fenólicos (ácidos: gálico, vinílico, clorogénico, protocateíco) los cuales pueden variar dependiendo del estado de madurez, parte de la planta, tipo de mango y el tratamiento que se le dé antes y después de la cosecha. Es así que estos componentes son los responsables de conferir al mango propiedades antiproliferativas y una alta actividad antioxidante. En lo referente al valor nutricional del mango la cáscara y pulpa poseen un elevado nivel de agua, fibra, grasas, azúcares y carbohidratos, pero muy poco contenido de lípidos y proteínas.<sup>42</sup>

### 1.3.3 Naranja

*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, es un árbol que mide entre 9 a 10 metros de altura originario del norte de Birmania y del sureste de China, también conocida como naranja dulce. Es la fruta más cultivada en el mundo, la parte carnosa de su fruto se caracteriza por tener múltiples bolsitas repletas de zumo.<sup>44,45</sup>

**Taxonomía:** La descripción taxonómica de la naranja se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Descripción taxonómica de *Citrus sinensis*.**

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Sapindales</i>
<b>Familia</b>	<i>Rutaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Citrus</i> L.
<b>Especie</b>	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck

**Fuente:** (ITIS) *Integrated Taxonomic Information System*.<sup>46</sup>

### **1.3.3.1 Usos y propiedades terapéuticas**

Antiguamente la naranja se la sembraba para utilizarla como planta ornamental y para producir esencias de sus frutos. El uso más destacado de esta fruta es la elaboración de bebidas alimenticias, aunque también se extrae de la cáscara sus aceites esenciales, los cuales son empleados como aromatizantes y constituyen el componente principal, utilizado en las industrias de alimentos, agronómico, de la perfumería y la farmacéutica.<sup>45</sup>

En cuanto a la terapéutica, la naranja posee propiedades, antibacterianas y antioxidantes ayudando a disminuir el riesgo de alteraciones cognitivas y trastornos neurodegenerativos. Sus frutos poseen propiedades cardiotónicas, laxantes, antihelmínticas, además de que ayudan en la digestión de alimentos grasos. Sus aceites esenciales le confieren actividades antiinflamatorias, antidepresivas, antisépticas y afrodisíacas.<sup>44,45</sup>

### **1.3.3.2 Componentes nutricionales y químicos**

La naranja contiene abundante agua (87%), sales minerales, proteínas, fibra y vitaminas tales como la E, B1, B2, B3, B5, B6 y principalmente el ácido ascórbico (Vitamina C). Su contenido de grasas es mínimo, algunos carbohidratos presentes son la fructosa, sacarosa, glucosa y pectinas. Entre los componentes químicos que posee la naranja están los aceites esenciales (AE) que corresponden a los metabolitos secundarios. Los (AE) son fragmentos volátiles líquidos que brindan a las plantas sabores y olores particulares sirviendo de protección contra enfermedades y plagas.<sup>45,47</sup>

## **1.4 Antioxidantes**

Los antioxidantes son componentes que están presentes en las plantas medicinales y alimenticias que ayudan a retardar o prevenir la oxidación de las moléculas, evitando que se forme el estrés oxidativo el cual es responsable del incremento de los radicales libres que a lo largo del tiempo pueden originar enfermedades crónicas. Los radicales libres se caracterizan por contener electrones desaparejados a consecuencia de la falta o aumento de un electrón. Este fenómeno se puede dar por causas fisiológicas o por agentes externos contaminantes como los rayos gamma o ultravioleta. Un ejemplo de radicales libres son las especies reactivas de oxígeno tales como el superóxido y el peróxido de hidrógeno.<sup>48,49</sup>

Además, se puede decir que la capacidad antioxidante que poseen las plantas o frutas se encuentra relacionado de acuerdo al grado que tengan en su composición química de flavonoides, polifenoles y otros compuestos. En la actualidad se ha visto un alto número de estudios realizados con la finalidad de aprovechar esta actividad creando diversos productos ya sean medicinales o nutraceuticos.<sup>50</sup>

## **1.5 Método de Deshidratación**

La deshidratación es una técnica usada desde la antigüedad para proteger los alimentos su objetivo es minimizar el contenido de agua y así disminuir el crecimiento de microorganismos e inclusive la formación de la oxidación, extendiendo de esta forma el tiempo de consumo de los alimentos. Entre las técnicas de deshidratado existentes, utilizaremos la deshidratación por aire forzado o por aire caliente forzado, éste es uno de los métodos más utilizados al momento de deshidratar alimentos, el aumento de la velocidad y la temperatura del aire va a producir una disminución de agua contenida en el producto alimenticio llegando a una deshidratación. Aunque sea uno de los métodos más empleados poseen desventajas ya que por el uso de temperaturas elevadas puede provocar una modificación del alimento ya sea en su color, sabor, e inclusive en su contenido nutricional.<sup>51,52,53</sup>

## **1.6 Métodos Analíticos**

### **1.6.1 Determinación del contenido de polifenoles por el método de Folin Ciocalteu**

Este método se fundamenta en la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo de Folin Ciocalteu a un pH básico, este reactivo contiene una solución acuosa de fosfotungstato-molibdato de color amarillo que puede atraer electrones en reacciones de oxidorreducción, generando moléculas de color azul intenso que se pueden absorber en un espectrofotómetro con luz UV a 765 nm. De esta forma se determina la cantidad de fenoles totales en una muestra. Estos compuestos son muy importantes para la salud humana debido a las diferentes actividades biológicas que presentan, las cuales están ligadas a la actividad antioxidante que estos poseen.<sup>51</sup>

### **1.6.2 Determinación de la actividad antioxidante por el método del 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)**

El DPPH o también conocido como 2,2 – difenil -1- picrilhidrazilo es uno de los métodos más utilizado dentro de la determinación de diversos compuestos cromógenos que

contienen los frutos para captar los radicales libres generados, operando así contra los efectos perjudiciales de los procesos de oxidación, que implican a especies reactivas de oxígeno. El método se fundamenta en que las composiciones alcohólicas de este radical dan como resultado una coloración violeta fuerte que va disminuyendo al tiempo que reacciona con otro compuesto apto para atraer radicales libres.<sup>54</sup>

### 1.7 Requisitos para hierbas aromáticas

La Norma Técnica Ecuatoriana define los siguientes requisitos para té de hierbas o hierbas aromáticas, los cuales deben acatar los parámetros descritos en la tabla 6.<sup>55</sup>

**Tabla 6. Requisitos establecidos en la Norma INEN 2392:2013**

		<b>Valores Máximos</b>
<b>Requisitos físicos-químicos</b>	Humedad	12%
	Cenizas insolubles en HCl al 10%	2% m/m
<b>Requisitos Microbiológicos</b>	Aerobios totales	$1 \times 10^7$ ufc/g
	Escherichia coli	$1 \times 10$ ufc/g
	Enterobacteriaceae	$1 \times 10^3$ ufc/g
	Levaduras y Mohos	$1 \times 10^4$ ufc/g
	Clostridium	Ausencia ufc/g
	Salmonella	Ausencia en 1 g
	Shigella	Ausencia en 1 g
<b>Contaminantes</b>	(Pb), Plomo	0,5 mg/kg
	(As), Arsénico	1,0 mg/kg

**Fuente:** NTE INEN 2392:2013.<sup>55</sup>

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la tabla 7 se presentan los materiales, equipos y muestras que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

**Tabla 7. Materiales, equipos y muestras utilizadas en la investigación.**

MATERIALES	EQUIPOS	MUESTRAS	REACTIVOS
Tubos de ensayos. Guantes, mascarillas, cofias. Pipetas. Vasos de precipitación 100ml, 250ml, 1000 y 2000 mL. Soporte universal. Papel filtro, papel aluminio. Probeta, bureta, piseta. Toallas absorbentes. Cuchillos, Tablas. Fundas de zypper, fundas de vacío. Regla. Elermenyer, matraz, embudos. Agitador, gradillas, porta embudo. Cocineta.	Estufa Memmert MEMMERT UF 55, Alemania Balanza Analítica. Medidor de Humedad OHAUS HB90. Brixómetro HANNA HI 96801. Campana extractora de gases. Computadora. Medidor multiparamétrico BANTE 900P. Empacadora al vacío. Espectrofotómetro UV-Visible SPECTROPHOTOMETER Evolution 201 Thermo Scientific, USA. Baño Ultrasónico 5.7 L, Fischer Scientific. Vortex. Selladora.	<b>Frutas:</b> <i>Ananas comosus.</i> <i>M. indica L.</i> <i>C. sinensis.</i> <b>Plantas medicinales:</b> <i>M. oleifera.</i> <i>H. sabdariffa.</i>	Fenolftaleína. Hidróxido de Sodio 0.1 N. Agua destilada. Alcohol potable. Metanol. Reactivo de Folin. Reactivo de DPPH. Etanol absoluto. Cloruro de Sodio al 7%.

## 2.1 Materias primas vegetales

***Ananas comosus* (L.) Merr.** La variedad de piña que se utilizó fue la variedad Cambray más conocida en el mercado Nacional como Milagreña debido a su procedencia, cosechadas en el mes de junio, a una temperatura ambiental promedio de 24,6 °C.

***Mangifera indica* L.** La variedad de fruta que se usó en este caso fue Tommy Atkins, cosechada en la Provincia del Guayas en el mes de Julio a una temperatura ambiental promedio de 25 °C.

***Citrus x sinensis* (L.) Osbeck.** Las naranjas utilizadas pertenecen al tipo de naranja blanca, también conocida como Valencia, cosechada en el mes de Julio en la Parroquia Progreso del Cantón Pasaje a una temperatura ambiental promedio de 24°C.

### ***M. oleifera* Lam. e *H. sabdariffa* L.**

Se trabajó con las hojas de *M. oleifera* y los cálices de *H. sabdariffa*, procedentes de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (UACA) de la Universidad Técnica de Machala.

Las drogas mencionadas no fueron objeto de estudio en el presente trabajo, sino que se recibieron ya evaluadas para dar cumplimiento a los objetivos propuestos. Ambas materias primas fueron debidamente procesadas y estandarizadas según los parámetros que se muestran en las tablas 8 y 9.

**Tabla 8. Parámetros físico químicos de las drogas vegetales utilizadas en la investigación (hojas de *M. oleifera* y cálices de *H. sabdariffa*).**

Parámetros (%)	<i>M. oleifera</i> media / DS Cruz y Cunalata (2019). 55	<i>H. sabdariffa</i> media / DS Burgos y Reyes (2018). 54
Humedad residual	6,42% / 0,00	6,92/0,50
Cenizas totales	10,41% /0,06	4,92/0,01
Cenizas insolubles en HCL al 10%	1,94% /0,68	1,12/0,07
Proteína mg/100 g de droga seca)	35,99 <sup>a</sup> / 0,89	Nd
Fenoles mg EAG/100 g de droga cruda	2127,35 / 92,86	5138,83/111,29
Cl <sub>50</sub> (mg/mL)	0,1518	0,0503

*nd*: No determinado.

**Tabla 9. Minerales presentes en hojas de *M. oleifera* y cálices de *H. sabdariffa* descritas por Burgos y Reyes (2018) <sup>54</sup>; Cruz y Cunalata (2019) <sup>55</sup>**

MUESTRA	%				ppm (mg/Kg)							
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Na	B	
<i>M. oleifera</i>	1,57	0,19	1,82	0,84	0,24	23,7	10,8	239,8	48,2	85,2	13,5	
<i>H. sabdariffa</i>	0,86	0,28	1,97	1,37	0,21	27,5	7,4	54,8	20,4	58,4	3,0	

Ambas drogas cumplen con los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 392:2017-4, en relación a la presencia de metales pesados.



## **2.2. Lavado y desinfección de materia prima (frutas)**

Las frutas que se emplearon en este caso: piña, mango y naranja, se las llevó a un proceso de lavado con agua potable eliminando las materias extrañas. Se dejó escurrir, luego se procuró desinfectarlas utilizando STAR-BAC, desinfectante para frutas y verduras, dejando actuar por 5 minutos.

Posteriormente, se procedió a retirar las cortezas y a trocear las frutas a un tamaño aproximado de 3 cm de largo y ancho y 0,50 cm de espesor.

## **2.3 Análisis físicos químicos de las frutas frescas**

### **2.3.1 Determinación de humedad**

Para determinar la humedad residual se utilizó la balanza a una temperatura de 105°C, se toma, aproximadamente, muestra de 3 gramos para cada fruta y se coloca en el equipo, este procede a realizar automáticamente la lectura del peso y, posteriormente, en un tiempo no determinado muestra la humedad residual que hay en la fruta ya deshidratada. Este análisis se realizó por triplicado.

### **2.3.2 Determinación de pH**

Se utilizó un medidor multiparamétrico, se tomó alrededor de 30 mL de muestra de cada fruta fresca (piña, mango, naranja), y se la colocó en un vaso de precipitación de 50 mL, luego se introduce el potenciómetro y se realiza la lectura cuando este indique un número estable. Antes de realizar el análisis de la siguiente muestra se debe enjuagar el potenciómetro con agua destilada y secar. El análisis se realizó por triplicado a las tres muestras.

### **2.3.3 Determinación de grados Brix**

Se trabajó con un Brixómetro, antes de realizar el análisis se calibra el equipo utilizando agua destilada, luego se coloca una pequeña cantidad de cada muestra y se anota los resultados, se debe enjuagar y secar con agua destilada antes de realizar la lectura de la siguiente muestra. De igual manera este ensayo se realizó por triplicado.

### **2.3.4 Determinación de acidez**

Para este análisis se tomó como referencia la técnica NTE INEN-ISO 750:2013<sup>56</sup>, utilizando el método de rutina (titulación con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador). Este ensayo se realizó por triplicado a cada muestra.

### **2.3.5 Determinación del índice de madurez (IM)**

Según Bravo, (1978)<sup>57</sup> el índice de madurez interna de las frutas frescas se determina por la relación entre los sólidos solubles y la acidez expresada en ácido cítrico anhidro por 100 mL de zumo °Brix/Acidez.

## **2.4. Secado de las frutas**

Luego de troceadas se colocaron sobre bandejas con papel aluminio dejando 1 cm de distancia entre ellas y se secaron en una estufa.

- En el caso del mango se procedió a colocar a una temperatura de 50 °C conforme a Casas, (2016)<sup>58</sup>.
- La piña se colocó a una temperatura de 45°C según Ramallo y Mascheroni, (2012)<sup>59</sup>.
- Mientras que la naranja se la llevó a 40°C.

### **2.4.1. Determinación del contenido de humedad a las frutas deshidratadas**

Se siguió la misma metodología descrita en el epígrafe 2.3.1.

## **2.5 Diseño de las formulaciones**

Las formulaciones se determinaron mediante un diseño experimental absolutamente al azar tomando en cuenta el porcentaje o proporción de fruta deshidratada a utilizar para las formulaciones de *M. oleifera* y de *H. sabdariffa*. Por tanto, se establecieron 3 mezclas de cada formulación las cuales fueron designadas con un código correspondiente: 1A; 2A; 3A (moringa) y 1B; 2B; 3B (flor de Jamaica). Considerando que en la primera se emplearía como droga seca 1,5 gramos de *M. oleifera* y en la segunda 2 gramos de *H. sabdariffa* tal como se muestra en la tabla 10 y 11.

Las drogas vegetales fueron presentadas en funditas de té las cuales fueron debidamente enfundadas previo al desarrollo del trabajo de investigación.

**Tabla 10. Proporción de fruta utilizada en las formulaciones de *M. oleifera***

Planta medicinal	Frutas	Mezcla 1A	Mezcla 2A	Mezcla 3A
		g	g	g
<i>M. oleifera</i> 1,5 g para cada mezcla	Piña	5	4	6,5
	Mango	5	7	6,5
	Naranja	3	2	0
	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

**Tabla 11. Proporción de fruta utilizada en las formulaciones de *H. sabdariffa***

Planta medicinal	Frutas	Mezcla 1B	Mezcla 2B	Mezcla 3B
		g	g	g
<i>H. sabdariffa</i> 2 g para cada mezcla	Piña	5	4	6,5
	Mango	5	7	6,5
	Naranja	3	2	0
	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

Para seleccionar la mejor formulación de cada infusión se aplicó una prueba sensorial de preferencia por ordenamiento con la ayuda de 23 jueces semientrenados, utilizando la

respuesta sensorial como variable dependiente en el diseño. En esta prueba se le solicitó a los evaluadores ordenar las muestras colocando en primer lugar (1) a la muestra que más les gustó y en el tercer lugar (3) a la muestra que menos les gustó, quedando así una muestra ubicada a nivel medio **Ver Anexo 1 y 2.**

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico *Statgraphics* centurion XVII en el que se llevó a cabo un análisis de varianza y una prueba de rangos múltiples de ser necesario.

## **2.6 Control de calidad de las infusiones**

### **2.6.1 Preparación de las infusiones**

Se coloca el contenido de cada muestra sobre 200 mL de agua caliente, dejar actuar 7 minutos. Con la ayuda de un microprocesador y retirando las tisanas se procede a llevar a trituración y posterior filtración. Todas las muestras a analizar de fruta se procesaron del mismo modo y se analizaron por triplicado.

### **2.6.2 Determinación de grados Brix**

Se siguió la metodología descrita según el epígrafe 2.3.3

### **2.6.3 Determinación del pH**

Se siguió la metodología descrita según el epígrafe 2.3.2

### **2.6.4 Determinación de acidez**

Se preparó la muestra tal como se describe en el epígrafe 2.6.1 y se utilizó el método de rutina utilizando un indicador de color para el caso de la infusión de moringa, mientras que para la infusión de Jamaica se utilizó el método potenciométrico de referencia según la NTE INEN-ISO 750:2013.<sup>56</sup>

## **2.7 Análisis de la composición nutricional y química del producto terminado**

### **2.7.1. Determinación de cenizas**

El análisis de residuo de materia inorgánica se realizó al contenido de fruta deshidratada de cada formulación, éste estudio se solicitó a Laboratorios Guijarro Lasa de la ciudad de Quito utilizando como método de referencia el PEE-LASA-FQ-10c Gravimetría.

### **2.7.2 Determinación de macro y micronutrientes**

La determinación cuantitativa de los minerales presentes en cada infusión se solicitó al Laboratorio NemaLab S.A de Machala, donde realizan la cuantificación de los minerales presentes en las materias primas siguiendo el método de digestión húmeda. Este análisis se realizó individualmente al contenido de fruta.

### **2.7.3 Determinación de fibra dietaria.**

El contenido de fibra dietaria de las frutas de cada infusión se solicitó a Laboratorios Guijarro Lasa, donde utilizan como método de ensayo el Enzimático-Gravimétrico PEE-LASA-FQ-39 según la AOAC 991.43/ 985.29.

### **2.7.4 Determinación de fenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu.**

**Preparación de la muestra.** Se colocó el contenido de cada muestra sobre 200 mL de agua caliente, dejar actuar por 7 minutos y se separan las frutas de la infusión pues la valoración se hará por separado a la infusión y a las frutas.

**Infusión.** Se obtiene el filtrado de la infusión de las frutas deshidratadas y el té de moringa o jamaica según sea el caso.

**Extracción de Frutas.** Se procedió a realizar dos extracciones de 25 mL/30 minutos de las frutas hidratadas, para lo cual se utilizó etanol al 80% (20 mL de agua destilada y 80 mL de alcohol absoluto). Se colocaron 25 mL de la solución preparada sobre las frutas, posteriormente se realizó el proceso de maceración dinámica llevando las muestras al baño ultrasónico (ULTRASONIC BATH 5.7 L, Fischer Scientific) por 30 minutos y se filtró, este procedimiento se repite dos veces, obteniéndose un líquido filtrado en el que se determinó contenido de fenoles totales a través del método de Folin Ciocalteu. Esto se hizo a las dos muestras seleccionadas.

**Ensayo.** Para determinar la cantidad de polifenoles existentes en las infusiones y extractos de frutas mediante el reactivo de Folin Ciocalteu se procedió a seguir la técnica descrita por Singleton et al., (1999)<sup>60</sup> con algunas modificaciones.

Para la cuantificación se elaboró una curva de calibración usando como patrón al ácido gálico (Sigma Aldrich) en diferentes concentraciones: 0,1 y 0,9 mg/mL realizando las diluciones por triplicado.

Para el desarrollo del método se colocaron en tubos de ensayo de, aproximadamente, 10 mL de capacidad, 0,05 mL (50 uL) de muestra o patrón (ácido gálico) y agua destilada

para la obtención del blanco. Se le adicionaron 2,5 mL de la solución de Folin Ciocalteu (10% en agua destilada) y 450 µL de agua destilada, se homogeneizó la mezcla en un vortex (Thermo Scientific, USA) y se esperó 5 minutos. A continuación, se añadió 2 mL de cloruro de sodio al 7,5%, se agitó en el vortex y se dejó en reposo por 2 horas. Finalmente, se realizó la lectura con una longitud de onda de 765 nm en el espectrofotómetro UV-Visible SPECTROPHOTOMETER Evolution 201 Thermo Scientific, USA, utilizando microceldas de 2 mL.

La determinación de fenoles totales de los extractos objeto de análisis, se efectuó a través del análisis de regresión lineal realizado con los datos de la curva de calibración con ácido gálico (AG) y los valores de absorbancia obtenidos por espectrofotometría. La ecuación es la siguiente:

$$\text{Absorbancia} = 0,0317593 + 1,135 * \text{concentración (coeficiente de correlación de } 0,998535)$$

#### **2.7.5 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)**

**Preparación de la muestra.** Se pesó el contenido de frutas y la bolsa de té por separado para cada infusión. Se prepararon las infusiones y se procedió de la misma forma que en el epígrafe 2.7.3.

**Ensayo.** Se utilizó el método expuesto por Barrón, (2011) <sup>61</sup>. Se preparó una disolución metanólica de DPPH a una concentración 0,1 mM, y ésta se puso a reaccionar con diferentes concentraciones (0,1 mg/ mL-0,8 mg/ mL) de los extractos a evaluar.

Se tomaron 500 uL de cada dilución y se mezclaron con ayuda del vortex con 1,5 mL de la disolución de DPPH (0,1 mM). Las mezclas se mantuvieron en reposo a temperatura ambiente y oscuridad durante 30 min, posteriormente, fueron determinadas sus absorbancias a 516 nm en un espectrofotómetro (UV-Visible SPECTROPHOTOMETER Evolution 201 Thermo Scientific, USA), utilizando microceldas de 2 mL. <sup>61</sup>

El porcentaje de inhibición se determinó mediante la fórmula:

$$\%DPPH = \frac{A_{BLANCO} - A_{MUESTRA}}{A_{BLANCO}} \times 100$$

**Donde:**

$A_{BLANCO}$ : Absorbancia del DPPH 0,1 m(M).

$A_{\text{MUESTRA}}$ : Absorbancia de la muestra después de reaccionar con el DPPD por 30 minutos.

Para informar la actividad antioxidante de cada muestra se calculó la concentración inhibitoria media ( $CI_{50}$ ), que es la concentración necesaria de cada muestra para reducir la absorbancia del DPPH al 50%. Para esta determinación se graficó por ciento de inhibición versus concentración para cada una de las muestras, y el valor de  $CI_{50}$  se calculó mediante regresión lineal.

## **2.8 Empacado de las formulaciones finales**

Las formulaciones seleccionadas fueron empacadas en fundas de poliéster celofán 4"x 5" adquiridas en PlastiQuímica, se diseñó un logo adhesivo con una leyenda que indica el contenido del producto. Para el proceso de sellado se utilizó una máquina selladora de calor manual para bolsas plásticas tipo FR-200.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Tratamiento poscosecha

Las frutas se adquirieron en el mercado, seleccionando aquellas que estuviesen en buen estado y aparentemente con un grado de madurez medio, similar para todas las frutas. Posteriormente, se procedió con el proceso de lavado y desinfección para eliminar los residuos de tierra o cualquier sustancia extraña que pudieran causar algún tipo de contaminación. Luego de esto se retiró las cortezas de las frutas, en el caso del mango y la piña se descartó totalmente la cáscara dejando solo la pulpa, mientras que en la naranja se quitó la parte externa dejando su mesocarpo (parte blanca de la piel de los cítricos) debido a que aporta fibra, proteínas, antioxidantes y flavonoides tales como: la hesperidina, nutriente ampliamente utilizado en la prevención y tratamiento de enfermedades asociadas al sistema circulatorio debido a sus propiedades antiinflamatorias.<sup>62,63</sup>

Seguidamente se realizó el troceado de cada fruta cuidando que los trozos sean lo más homogéneos posibles para mantener un secado equitativo, el tamaño sugerido fue de 3 cm de largo y ancho y 0,50 cm de espesor, sin embargo esto no se pudo lograr debido a que se lo realizó manualmente resultando complicado mantener el mismo grosor.

#### 3.2 Análisis físicos químicos de la materia prima

La Tabla 12 muestra los resultados de los análisis físicos químicos realizados a la materia prima.



**Tabla 12. Análisis físico químicos de la fruta fresca**

Frutas	Humedad Inicial	°Brix	pH	Acidez de las frutas frescas	Índice de madurez de las frutas frescas
<b>PIÑA</b>	82%	11,5°	3,9	0,33%	34,84
<b>MANGO</b>	60%	12°	3,6	0,34%	35,29
<b>NARANJA</b>	88%	10,2°	3,4	0,59%	17,28

Es necesario conocer el contenido de agua de las frutas frescas para determinar la pérdida de humedad de cada una luego del deshidratado. Como se observa en la Tabla 12 la humedad inicial de la piña, mango y naranja son de 82%, 60% y 88% respectivamente, estos valores son menores a los reportados por Carvajal *et al.*, (2016)<sup>64</sup>, donde la piña presenta un valor entre 87% a 90%.

Zuluaga *et al.*, (2010)<sup>65</sup> refiere un 80% de humedad para el mango, mientras que Andrade *et al.*, (2016)<sup>66</sup> indica un porcentaje de 90,6% para la naranja, el mismo que difiere muy poco con el que se obtuvo en el presente trabajo. Si bien es cierto no todas las frutas contienen la misma cantidad de agua, estas variaciones se pueden atribuir al grado de madurez de la fruta.

Por otra parte, en cuanto al % de sólidos solubles (grados Brix) se obtuvieron resultados de 11,5% para piña, 12% para mango y 10,2% para naranja, dichos valores son inferiores a los reportados por diferentes autores tal como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13. Análisis físicos químicos de la materia prima reportados por diferentes autores**

FRUTAS	°Brix	pH	Acidez	Índice de madurez
<b>PIÑA</b>	12-13,5% <sup>64,67</sup>	3,7-3,8 <sup>68,64</sup>	0,38% <sup>69</sup>	9 <sup>68</sup>
<b>MANGO</b>	12,3-16,4% <sup>70,71,72</sup>	3,2-3,6 <sup>73,72</sup>	0,28-0,58% <sup>71,72</sup>	3,56 <sup>72</sup>
<b>NARANJA</b>	10,7 -13,2% <sup>74,75,76</sup>	3,4-3,4 <sup>76,74</sup>	0,54-0,65% <sup>75,76</sup>	20,3-23,14 <sup>76,75</sup>

Los valores de pH obtenidos fueron: 3,9 para piña, 3,6 para mango, y 3,4 para naranja lo cuales son cercanos a los mencionados por Ascurra *et al.*, (2018) <sup>68</sup> ; Carvajal *et al.*, (2016) <sup>64</sup>, Montoya *et al.*, (2010) <sup>73</sup>, y López., (2016). <sup>74</sup>

Con respecto a la acidez la piña mostró un 0,33% valor un tanto inferior a lo reportado con García *et al.*, (2016) <sup>69</sup>, mientras que el mango indicó un 0,34% valor que se encuentra dentro del rango de los resultados obtenidos por Ortega *et al.*, (2015) <sup>71</sup> y Torres *et al.*, (2013) <sup>72</sup>., la naranja presentó un porcentaje de acidez de 0,59% valor que está dentro de los referidos por Durán, (2013) <sup>75</sup> y Tenorio, (2016). <sup>75</sup>; esta fruta tuvo mayor acidez en comparación con las otras frutas (piña y mango) esto pudo ser debido a la presencia de un alto contenido de ácido cítrico en la pulpa. <sup>77</sup>

Mientras que en el índice de madurez se reportaron valores de 34,84 piña; 35,29 mango; 17,28 naranja, en el caso del mango y piña los valores son superiores de acuerdo a Ascurra *et al.*, (2018) <sup>68</sup> y Torres *et al.*, (2013) <sup>72</sup>; mientras que en la naranja el índice de madurez es inferior a los reportados por Durán y Villa, (2013) <sup>75</sup> y Domínguez, (2016) <sup>76</sup>, esto pudo darse debido a que la materia prima que emplearon los autores no tuvieron las mismas condiciones de cultivo, clima e inclusive tiempo de recolección que las de esta investigación siendo estos factores influyentes al momento de obtener un resultado fijo a los de la literatura.

### 3.3 Deshidratado de la materia prima

El principal propósito de la deshidratación en general es disminuir la humedad de un alimento para lograr su conservación por más tiempo. La reducción de agua minimiza la producción de microorganismos y procesos enzimáticos. La velocidad del proceso de secado está regulada por dos variables principales que son: tiempo y temperatura, es así que, a mayor temperatura, el tiempo de secado disminuye; sin embargo, hay que tener especial cuidado al elegir las condiciones a emplearse ya que temperaturas muy elevadas pueden causar daños físico-químicos o destruir metabolitos importantes en las muestras. Por ejemplo, se estima que a temperaturas menores de 65°C se conservan mejor algunos compuestos que se encuentran presentes en frutas y plantas tales como: ácido ascórbico, betacaroteno, polifenoles, flavonoides, que son los que le confieren la actividad antioxidante. Además del tiempo y temperatura otro factor que beneficia la rapidez de la salida del agua desde el interior del alimento hacia el exterior, es el aumento de la superficie de contacto entre la muestra y el fluido deshidratante que generalmente es el aire.<sup>53</sup>

El método de secado que se empleó en la investigación es la deshidratación por aire caliente forzado, utilizando una estufa de secado universal con recirculación de aire, que ofrece varias opciones en cuanto a la técnica de ventilación, regulación, la protección contra temperatura excesiva y la técnica de calentamiento ajustada con total precisión; las aplicaciones correctas de todas estas funciones garantizan un secado de calidad en menor tiempo. La deshidratación en esta técnica está modulada por la temperatura del aire empleado y su velocidad. El aumento de la velocidad del aire y la recirculación que se produce contorno al alimento genera una disminución de la tensión en la capa de difusión, logrando un deshidratado eficaz.<sup>53</sup>

Aprovechando las ventajas del equipo, método utilizado y después de una búsqueda bibliográfica en torno al contenido de humedad de las materias primas y a los componentes que se pueden degradar por la acción del calor (termosensibles), se seleccionaron las siguientes condiciones de secado para la materia prima.

En las frutas se aplicaron diferentes temperaturas; en el caso del mango se empleó una temperatura de 50 °C según Casas, (2016)<sup>58</sup>, este proceso se llevó a cabo durante 18 horas, alcanzando un porcentaje de humedad estable del 5%. En la piña se usó temperatura de 45°C por 19 horas llegando a alcanzar una humedad del 7%, mientras que la naranja se la llevó a 40°C con un tiempo de secado apreciablemente mayor, (96 horas) comparado al de las otras frutas, ya que el contenido de agua es más elevado

siendo el 88%, razón por la cual el tiempo de secado es considerablemente mayor en comparación a las demás. Cabe destacar que durante el proceso de deshidratación de la piña y naranja se empleó temperaturas bajas en comparación al mango ya que contienen ácido ascórbico, compuesto muy inestable que se oxida con facilidad en presencia de oxígeno, se altera por el calor y la humedad.<sup>66,78</sup>

Todas las frutas se deshidrataron en la estufa con circulación de aire, lo que hace que el secado se realice en menor tiempo, favoreciendo la conservación de la materia prima, tanto en sus características organolépticas como en su composición química y nutricional. Así mismo, luego del secado se empacaron las frutas en fundas al vacío para evitar que ingrese la humedad y dañe la muestra. Posteriormente, a todas las frutas ya deshidratadas se le realizaron los correspondientes análisis fisicoquímicos.

### 3.3.1 Determinación del contenido de humedad a las frutas deshidratadas

Todas las frutas se sometieron a un proceso de secado por aire forzado con el fin de llevar la humedad inicial de cada fruta por debajo del 10%, evitando así la formación de microorganismos al momento de empacar las muestras Zuluaga *et al.*, (2010)<sup>65</sup>

En la tabla 14 muestra los valores promedio y desviación estándar que se obtuvieron para la humedad residual de cada fruta.

**Tabla 14. Determinación de la media y desviación estándar de la humedad de las frutas deshidratadas**

FRUTAS	N° de muestras			Media % de Humedad Final	Desviación estándar (S)
	M1	M2	M3		
Piña	10,68%	7,90%	7,03%	8,53%	1,90
Mango	4,54%	3,79%	3,04%	3,79%	0,75
Naranja	12,5%	12%	11,5%	12%	0,50

Los valores de humedad residual que se reportaron dentro de éste proceso fueron; 8,53%, para piña, 3,79% para mango y 12% para la naranja, los cuales son similares a lo reportado según la Tabla 15 por Casas, (2016)<sup>58</sup>, Estrada *et al.*, (2018)<sup>70</sup> y Polanía *et al.*, (2016).<sup>79</sup>

Si se observan los valores, sobre todo en la piña, existen porcentajes entre las réplicas que difieren apreciablemente y en el caso de la naranja no se logró llegar a la humedad requerida, lo cual se atribuye a que el corte de las frutas se realizó de manera manual. Lógicamente, el tamaño del material a secar es un factor que incide en la pérdida de agua durante el secado, por lo que tamaños no homogéneos para una matriz con elevados porcentajes de humedad en estado fresco, pudiera provocar este resultado. Se sugieren estudios posteriores utilizando un sistema de corte mecanizado que logre superficies de contacto similares.

**Tabla 15. Valores de humedad residual reportados por diferentes autores**

<b>FRUTAS</b>	<b>Humedad final reportado por diferentes autores</b>	<b>Referencias</b>
Piña	6,5%	Ascurra <i>et al.</i> (2018) <sup>68</sup>
Mango	7,15%	Casas, (2016) <sup>58</sup> Estrada <i>et al.</i> (2018) <sup>70</sup>
	6,44%	
Naranja	10%	Polanía <i>et al.</i> (2016) <sup>79</sup>

### **3.4 Diseño de las formulaciones y control de calidad**

Del análisis de varianza aplicado a los datos obtenidos en la valoración sensorial aplicada a las formulaciones propuestas, se logró determinar que, en el caso de las formulaciones de té de moringa con frutas deshidratadas, dado que el valor - P de la prueba -F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la respuesta sensorial de los evaluadores de una formulación y otra, con un nivel del 95,0%

de confianza tal como se muestra en la Tabla 16. Los resultados mostraron que la mezcla que tuvo mayor aceptación fue la combinación 1A.

**Tabla 16. Análisis de varianza para las formulaciones de *M. oleifera***

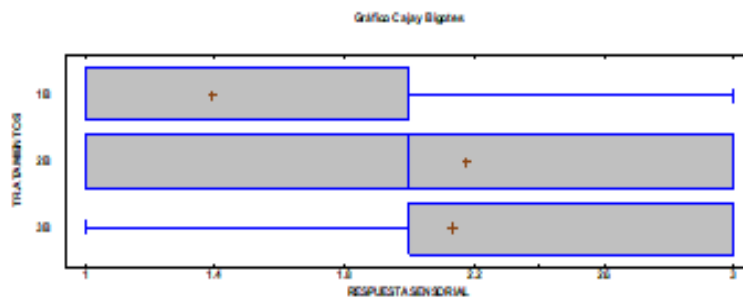
<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	8,898	2	4,449	7,850	0,009
Intra grupos	37,391	66	0,566		
Total (Corr.)	46,289	68			

Por otro lado, los resultados de la evaluación afectiva aplicada a las mezclas de infusión que combina Flor de Jamaica con frutas deshidratadas indicaron a través de una ANOVA Tabla 17 que existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de la respuesta sensorial de los jueces semientrenados, siendo la mejor puntuada la combinación 3B.

**Tabla 17. Análisis de varianza para las formulaciones de *H. sabdariffa***

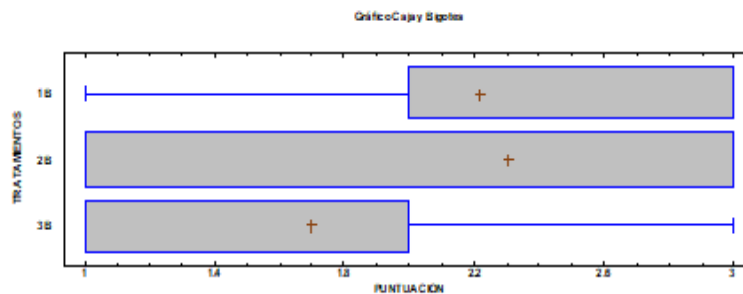
<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	4,985	2	2,492	3,77	0,0282
Intra grupos	43,652	66	0,661		
Total (Corr.)	48,637	68			

Al analizar la distribución de los datos en el diagrama de caja y bigotes para la infusión de *M. oleifera* y mezclas de frutas deshidratadas (figura 1), se observa claramente que la muestra 1A presenta datos dispersos principalmente entre 1 y 2 puntos, lo que indicaría que esta tiene una tendencia hacia el valor de mayor aceptación sensorial (1).



**Figura 1. Gráfica de caja y bigote para las mezclas de *M. oleifera***

En cuanto a la distribución de los datos en el diagrama de caja y bigote correspondiente a la muestra de *H. Sabdariffa* figura 2, se observa que la muestra 3B presenta datos dispersos principalmente entre 1 y 2 puntos, lo que indicaría que tiende hacia el valor de mayor aceptación sensorial (1).



**Figura 2. Gráfica de caja y bigote para las mezclas de *H. sabdariffa***

Tomando en consideración la evaluación sensorial realizada, así como el análisis estadístico realizado de los datos obtenidos, se decidió que las combinaciones mejor aceptadas son las que se presentan en la tabla 18.

**Tabla 18. Proporción de las formulaciones que tuvieron mayor aceptación**

Mezclas	Droga seca	Frutas deshidratadas		
		Piña	Mango	Naranja
1A	<i>M. oleífera</i> 1,5 g	5 g	5 g	3 g
3B	<i>H. sabdariffa</i> 2 g	6,5 g	6,5 g	0 g

Resulta importante señalar que el hecho de incorporar las plantas deshidratadas en forma de funditas de té, favorece la aceptabilidad por parte de los consumidores, pues de esta manera se garantiza la extracción de los compuestos hidrosolubles bioactivos de dichas plantas, sin que la droga cruda extraída quede suspendida en toda la bebida.

Por otra parte, la bebida que se ingiere cuenta con la presencia de los metabolitos que pueden ser extraíbles con agua caliente, no solo desde las hojas de ambas especies, sino también desde las frutas. Adicional a ello, puede ingerir las frutas, lo cual le brinda un valor agregado por el contenido de fibra, así como de otros compuestos bioactivos que en ellas están presentes.

### **3.5 Control de calidad de las formulaciones seleccionadas**

La Tabla 19 muestra los resultados de los análisis físicos químicos realizados a los productos terminados. Se puede observar que los valores de °Brix y pH son mayores para la infusión que contiene las funditas con hojas de moringa, mientras que la infusión con las funditas de Jamaica presenta un porcentaje superior de acidez, y un valor inferior de pH, por tanto, existe una relación inversamente proporcional entre el pH y la acidez.



**Tabla 19. Análisis Fisicoquímicos del producto terminado y seleccionado**

<b>INFUSIÓN</b>	<b>°Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>
Moringa y frutas deshidratadas	5,8°	4,23	0,33%
Jamaica y frutas deshidratadas	5,3°	3,82	0,61%

El aroma y sabor en la flor de Jamaica se atribuye a los ácidos orgánicos que posee tales como: el ácido ascórbico, tartárico, succínico, oxálico, esteárico, málico y cítrico, siendo el málico y cítrico ácidos predominantes en los cálices.<sup>80,81</sup>

### **3.6 Análisis de la composición nutricional y química del producto terminado**

#### **3.6.1 Determinación de cenizas**

La Tabla 20 muestra los resultados del análisis de cenizas que se realizó a las combinaciones de frutas deshidratadas de las formulaciones seleccionadas. Como se puede apreciar el porcentaje de las frutas de la infusión de moringa (piña, mango y naranja) presenta mayor cantidad de cenizas en comparación a las frutas de la infusión de Jamaica (piña y mango).

Las cenizas miden la presencia de materia inorgánica que se encuentra en los alimentos, y es el suelo el que tributa fundamentalmente en esta composición, considerando que las frutas utilizadas en ambas infusiones corresponden a un mismo lote y provienen del mismo lugar de cultivo, no podría ser esta una de las causas en la diferencia de los resultados, sino más bien podría ser que la infusión de moringa contiene una fruta adicional en su formulación (naranja) lo que incrementaría el porcentaje de cenizas.<sup>82</sup>

Los porcentaje de cenizas que se obtuvieron en las muestras están en el rango según lo reportado por López y Herrera, (2016)<sup>83</sup> con un valor de 7,58% para piña deshidratada, mientras que Vanegas, (2012)<sup>84</sup> un 1,93% para mango deshidratado y Cerón y Cardona, (2011)<sup>85</sup> un 3,29% ± 0,19 para naranja deshidratada.

**Tabla 20. Resultados de cenizas presentes en las frutas deshidratadas**

<b>Infusiones</b>	<b>Muestras</b>	<b>Cenizas %</b>
<i>M. oleifera</i>	Piña, Mango, Naranja	3,2
<i>H. sabdariffa</i>	Piña, Mango	2,7

### **3.6.2 Determinación de macro y micronutrientes**

En la Tabla 21 se encuentran los resultados de la determinación de minerales en las frutas deshidratadas del producto terminado, donde el mango, piña y naranja poseen mayor contenido de nitrógeno, potasio, fósforo, hierro y sodio, mientras que la piña y el mango presentan cantidades discretamente superiores de calcio, magnesio, zinc, cobre y manganeso, minerales importantes para el funcionamiento biológico del organismo.

**Tabla 21. Minerales presentes en las frutas deshidratadas de las muestras seleccionadas**

<b>MUESTRA</b>	<b>%</b>					<b>ppm (mg/Kg)</b>				
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Na</b>
mango, piña y naranja	0,53	0,09	1,32	0,24	0,11	12,8	4,1	41,1	13,4	51,0
mango, piña	0,37	0,04	1,14	0,25	0,12	17,0	5,0	25,1	16,4	42,3

Se puede apreciar que hay una similitud entre los porcentajes de macrominerales en las dos muestras de frutas deshidratadas del producto final, sin embargo, la muestra 1 (mango, piña y naranja) reportó valores superiores para los micronutrientes, tal es el caso

del hierro (Fe) nutriente esencial dentro del proceso metabólico, y de sodio (Na) en comparación a la muestra 2 (mango y piña).<sup>86</sup>

### 3.6.3 Determinación de fibra dietaria

La fibra dietaria juega un papel importante dentro de la alimentación humana, su consumo brinda varios beneficios; evita el estreñimiento ya que mejora el tránsito intestinal, previene el sobrepeso y obesidad; además se ha demostrado que disminuye los procesos inflamatorios, regula los niveles de carbohidratos en plasma, minimiza la concentración de lípidos en sangre, regula la presión arterial y previene el desarrollo de enfermedades degenerativas como el cáncer. También sirve de escudo contra padecimientos cardiovasculares, diabetes tipo II y apoplejía (accidente cerebrovascular).<sup>87</sup>

Fisiológicamente, se define a la fibra dietaria como un conjunto de polímeros y oligoelementos de carbohidratos que evaden la digestión del intestino delgado y pasan directo al intestino grueso donde son fermentados de manera parcial o completa por la flora intestinal. Los alimentos más ricos en fibra son los cereales integrales y legumbres, las frutas y verduras contienen menos cantidad de fibra debido a su alto porcentaje de agua.<sup>88,89</sup>

La tabla 22 muestra los resultados de fibra dietaria obtenidos en las mezclas de frutas de las dos infusiones, en las que se registra un porcentaje similar, siendo las frutas de la infusión de *M. oleífera* la que presenta un % ligeramente mayor.

**Tabla 22. Contenido de fibra dietaria en las frutas deshidratadas de las infusiones de *M. oleífera* e *H. sabdariffa***

Infusiones	Frutas	Fibra Dietaria %
<i>M. oleífera</i>	Piña, Mango, Naranja	8,9
<i>H. sabdariffa</i>	Piña, Mango	8,8

Olveira, (2016)<sup>89</sup> menciona en su libro denominado Manual de nutrición clínica y dietética, que la ingesta diaria recomendada de fibra dietaria es de 20-35 g/día en

adultos. Según esto se podría decir que las infusiones con frutas deshidratadas aportarían aproximadamente con el 44-35% de la ingesta diaria de fibra dietaria recomendada.

Para efectos de comparación no se evidencian análisis de fibra en mezcla de frutas similares a este estudio, sin embargo, se pueden referir valores individuales para cada una, por ejemplo Cruz *et al.*, (2015)<sup>90</sup> realizó el estudio de fibra dietaria en subproductos del mango en el que obtienen un valor 42,60 g de fibra dietaria total en 100 g de fruta analizada.

Cevallos, (2015)<sup>91</sup> obtuvo 66,95 g de fibra dietaria en 100 g de fruta analizada en la pulpa de naranja.

Ramírez y Pacheco, (2009)<sup>92</sup> realizan estudio de fibra dietaria total en harinas de piña resultando 13,65 g/100 g.

#### **3.6.4 Determinación de fenoles por el método de Folin Ciocalteu**

La cuantificación de fenoles se la realizó a través del método de Folin Ciocalteu siendo el apropiado para aquellas muestras que contienen compuestos fenólicos. Tal es el caso de las infusiones de *M. oleifera* y *H. sabdariffa* que en su contenido presentan compuestos fenólicos que brindan propiedades terapéuticas importantes para el ser humano.

La tabla 23 muestra las concentraciones de fenoles totales presentes en los extractos acuosos de las infusiones de toda la mezcla y el aporte de la fruta en particular, si es ingerida. Como se puede apreciar en la formulación con flor de Jamaica, en ambos casos (infusión y extracto de frutas), presenta una concentración ligeramente superior de fenoles en comparación a la de *M. oleifera*.

Este resultado puede atribuirse, fundamentalmente, a que los cálices de flor de jamaica presentan un alto contenido de antocianinas, metabolitos que se destacan por presentar gran actividad antioxidante, la cual es responsable de prevenir enfermedades degenerativas.<sup>93</sup>

**Tabla 23. Fenoles totales presentes en las infusiones de *M. oleífera* e *H. sabdariffa***

Infusiones	Extractos	Concentración de fenoles totales	Desviación Estándar DS
<i>M. oleífera</i>	Infusión	72,700 mg/200 mL	3,10
	Frutas	16,838 mg/ dosis de frutas	1,58
<i>H. sabdariffa</i>	Infusión	75,813 mg/200 mL	2,13
	Frutas	17,984 mg/ dosis de fruta	3,11

### 3.6.5 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al DPPH

En este ensayo, al igual que se realizó en la cuantificación de fenoles totales, los análisis se realizaron por separado considerando que la formulación es una muestra mixta que contiene cada una frutas deshidratadas y la bolsita de té de moringa o Jamaica según sea el caso. Esto quiere decir que luego de infundir el contenido de la formulación en 200 mL de agua, se pueden conseguir dos resultados, si se toma solo la infusión se obtendrá una cierta cantidad de actividad antioxidante, pero, si además del líquido se ingieren las frutas, la captación de radicales libres de la infusión se potenciará.

La capacidad secuestradora de radicales libres frente al DPPH se determinó mediante el cálculo del IC<sub>50</sub>, que corresponde a la concentración mínima que requiere una muestra para inhibir el 50% de la concentración inicial de DPPH.

**Tabla 24. Valor de IC<sub>50</sub> de las infusiones de *M. oleífera* e *H. sabdariffa* con frutas deshidratadas**

Infusiones	Extractos	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
<i>M. oleífera</i>	Infusión	1,302
	Frutas	3,396
<i>H. sabdariffa</i>	Infusión	0,850
	Frutas	1,988

La actividad antioxidante de los extractos evaluados están reguladas por el valor de IC<sub>50</sub> obtenido, mientras menor es la concentración de este valor, mayor va a ser la capacidad antioxidante que posea la muestra, según esto, al observar la tabla 24 se puede sugerir que la infusión que posee mayor actividad antioxidante es la de *H. sabdariffa*. Este resultado concuerda con el obtenido para fenoles totales, ya que la cantidad de compuestos fenólicos es directamente proporcional a la actividad antioxidante.<sup>94</sup>

Luego de hacer el estudio de las propiedades antioxidantes de la Jamaica López *et al.*, (2017)<sup>95</sup> muestran resultados de IC<sub>50</sub> de 0,06 a 0,91 mg/mL, valor que se asemeja al obtenido en la infusión de *H. sabdariffa*.

Reyes *et al.*, (2015)<sup>96</sup> realizaron un análisis de ácidos fenólicos y actividad antioxidante de extractos acuosos de cálices de tres variedades de *H. sabdariffa* L., originarias de México; Jamaica Sudán (cálices rojo oscuro), Criolla Nayarit (cálices rojo claro) y Alma Blanca (cálices blanco) en donde el extracto que obtuvo mayor actividad antioxidante resultó ser del cáliz de la especie Sudán reportando un IC<sub>50</sub> de 113,3 µg/mL.

Unuigbe *et al.*, (2015)<sup>97</sup> hicieron la evaluación fitoquímica y antioxidante de las hojas secas (polvo grueso) de *M. oleifera* por el método del DPPH en un extracto metanólico crudo obteniendo un IC<sub>50</sub> de 35,42 µg/mL. En otro estudio, aplicando el mismo mensturo se obtuvo un IC<sub>50</sub> de 49,30 µg/mL para el polvo de las hojas de moringa Fitriana *et al.*, (2016)<sup>98</sup>

Lógicamente, la composición química de dichos extractos debe diferir de la que se presenta en una infusión debido al uso de diferentes menstros de extracción.

Echavarría *et al.*, (2016)<sup>99</sup> evaluaron la capacidad antioxidante y metabolitos secundarios de extractos hidroalcohólicos de dieciséis plantas medicinales entre las cuales la moringa resultó ser la segunda planta con mayor actividad antioxidante, con un IC<sub>50</sub> de 11,4 µg/mL, cabe destacar que la Jamaica no estuvo entre las plantas estudiadas.

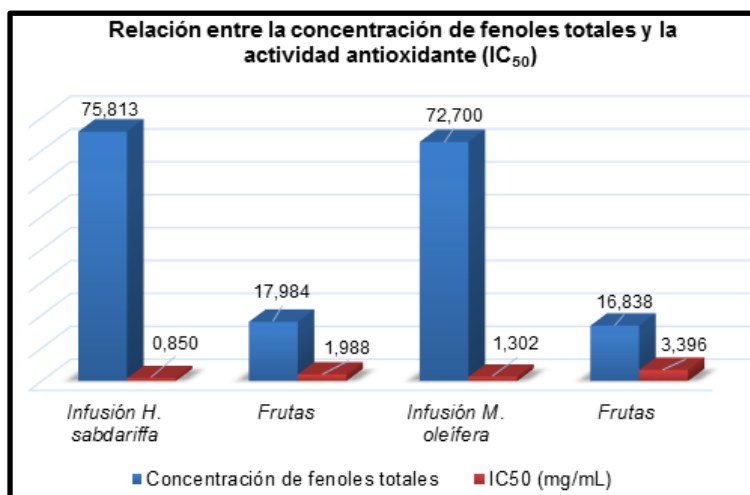
En cuanto al análisis de DPPH en las frutas, es difícil establecer comparaciones con otros estudios ya que el ensayo se realizó a una mezcla de frutas y el resultado engloba al conjunto (piña, mango, naranja) infusión de *M. oleifera* o (piña y mango) infusión de *H. sabdariffa*; sin embargo, se pueden referir estudios individuales en cada fruta para efectos de conocimiento.

Martínez, (2016) <sup>100</sup> evaluó la calidad fenólica de los subproductos del mango variedad Tommy Atkins mediante el DPPH en un extracto hidroalcohólico, obteniendo un IC<sub>50</sub> de 68,31 µg/ mL.

Cabrera, (2015) <sup>101</sup> estudia la capacidad antioxidante en un extracto acuoso de naranja obteniendo un IC<sub>50</sub> de 294,672 µg/ mL.

En la figura 3 se puede constatar la relación antes mencionada en cuanto a la concentración de fenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos evaluados, se observa que a mayor contenido de compuestos fenólicos en una muestra menor es el IC<sub>50</sub> (barra color lila) por ende mayor es la actividad antioxidante que presenta, lo cual coincide con lo expresado por Álvarez *et al.*, (2008) <sup>102</sup>

**Figura 3. Relación entre la concentración de fenoles totales y la actividad antioxidante IC<sub>50</sub> de las infusiones analizadas**



### 3.6 Empacado de las formulaciones finales

Luego de la elaboración de un producto es muy importante la selección de un buen empaque con el fin de protegerlo de cualquier daño físico o agentes externos y así garantizar su conservación. El tipo de material se debe elegir de acuerdo a las características del contenido. En este caso lo que se busca es que no ingrese la humedad a las frutas deshidratadas ni a las bolsitas de té, para evitar la oxidación o algún proceso enzimático que pueda dañar el producto.

Sin embargo, luego de dos meses de almacenamiento de las formulaciones, se pudo observar que las frutas deshidratadas estaban oxidadas, especialmente la naranja y la piña, además se encontraban apelmazadas, esto puede deberse a que adquirieron humedad ya que el empaque utilizado no fue el de mejor calidad. Se usaron fundas sencillas de poliéster celofán selladas con calor, con el tiempo algunas de éstas se despegaron provocando la filtración del aire.

Para evitar la rehidratación de las frutas secas, Sierra y Hernández, (2012) <sup>103</sup> recomiendan envases herméticos o bolsas de polipropileno transparentes completamente selladas con una máquina de calor.

De lo anterior se sugiere la necesidad de realizar estudios, no solo del envase más adecuado para el producto final, sino también de tratamientos químicos a las frutas previos a la deshidratación, para evitar reacciones de oxidación que afecten las características químicas y por consiguiente organolépticas del producto.

En la figura 4 y 5 se puede apreciar el empaque final de las formulaciones de *M. oleifera* e *H. sabdariffa*.

**Figura 4. Presentación final de la infusión de *M. oleifera* L. con frutas deshidratadas**



**Figura 5. Presentación final de la infusión de *H. sabdariffa* con frutas deshidratadas**





## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

- Se realizó el debido procesamiento de las frutas frescas y los correspondientes controles físico-químicos para evaluar la calidad de la materia prima (acidez, pH, grados Brix, humedad, IM), encontrándose dentro de los niveles establecidos en las normas nacionales.
- Las frutas deshidratadas (mango, piña y naranja) fueron evaluadas resultando tener una humedad residual de 3,79%, 8,53%, y 12% respectivamente, lo cual garantiza la adecuada conservación de las materias primas.
- Se diseñaron dos formulaciones a base de plantas medicinales (*M. oleifera* e *H. sabdariffa*) y frutas deshidratadas (piña, mango, naranja) resultando las de mayor aceptación desde el punto de vista sensorial la 1A (5 g piña, 5 g mango, 3 g naranja) para la formulación de *M. oleifera* y la 3B (6,5 g piña, y 6,5 g mango) para la formulación de *H. sabdariffa*.
- Se realizó la estandarización físico química y nutricional de las formulaciones seleccionadas a través de los parámetros: °Brix, pH, acidez y contenido de minerales. Se pudo constatar que el hierro y sodio son los más abundantes en las frutas deshidratadas. En cuanto a la fibra dietaria, ambas formulaciones mostraron resultados similares representando fuentes significativas de fibra.
- Ambas formulaciones aportan concentraciones apreciables de compuestos fenólicos, en la formulación de *M. oleifera* el resultado fue de 72,700 mg/200 mL para la infusión y 16,838 mg/ dosis de frutas, mientras que la formulación de *H. sabdariffa* brindó 75,813 mg/200 mL de la infusión y 17,984 mg/ dosis de fruta, lo cual contribuye al efecto antioxidante que poseen ambas bebidas, aportando de esta manera a la salud humana.

## **CAPÍTULO V**

### **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar el control microbiológico a las materias primas vegetales y al producto terminado.
  
- Realizar tratamientos antipardecimiento y antiapelmazantes a las frutas para evitar la oxidación y pegajosidad del producto que ocasiona que las frutas secas se aglomeren, alargando la vida útil del producto.
  
- Realizar estudios de estabilidad a las muestras empacadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) González Rodríguez, R.; Cardentey García, J. La Medicina Herbolaria Como Terapéutica En Un Consultorio. *Scielo* **2016**, *20*, 1–6.
- (2) Gallegos Zurita, M.; Zurita, M. G. Las Plantas Medicinales: Principal Alternativa Para El Cuidado De La Salud, En La Población Rural De Babahoyo, Ecuador. *Anales De La Facultad De Medicina* **2016**, *77* (4), 327. <https://doi.org/10.15381/Anales.V77i4.12647>.
- (3) Rojas Jiménez, S. Consumo De Nutracéuticos, Una Alternativa En La Prevención De Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles. *Biosa* **2015**, *14* (2), 91–103. <https://doi.org/10.17151/Biosa.2015.14.2.9>.
- (4) David, B.; Wolfender, J.-I.; Dias, D. A. The Pharmaceutical Industry And Natural Products: Historical Status And New Trends. *Phytochem. Rev.* **2015**, *14* (2), 299–315. <https://doi.org/10.1007/S11101-014-9367-z>.
- (5) Martín, C.; Martín, C.; García, C.; Fernández, T.; Hernández, E.; Puls, J. Potential Applications Of. *Pastos Y Forrajes* **2013**, *36*, 150–158.
- (6) Khan, M. Nutritional And Health Importance Of Hibiscus Sabdariffa: A Review And Indication For Research Needs. *Jnhfe* **2017**, *6* (5). <https://doi.org/10.15406/Jnhfe.2017.06.00212>.
- (7) Sáyago-ayerdi, S. G.; Goñi, I. Hibiscus Sabdariffa L: Fuente De Fibra Antioxidante. *Arch. Latinoam. Nutr.* **2010**, *60* (1), 79–84.
- (8) Oms | Prevención Del Cáncer. **2017**.
- (9) Sanjeev, K.; Shukla, R. N. Different Pre-treatments And Storage Stability Of Dehydrated Pineapple Slices. *International Journal Of Agricultural* **2017**, *7* (2), 413–424.
- (10) Gonzalez-gomez, D. Alimentos Funcionales: Propiedades Saludables, Análisis Y Distribución En Alimentos. **2012**, *36*.
- (11) Verdel Aranda, K.; Carmona Arellano, M.; Mancilla, G.; Arreola Enríquez, J. Conocimiento Y Potencial De Uso De Plantas Medicinales En Estudiantes De Primaria En El Estado De Campeche. *Revista Agroproductividad* **2018**, *11* (2), 127–134.
- (12) Chukwuebuka, E. *Moringa Oleifera* “The Mother’s Best Friend.” *Ijnfs* **2015**, *4* (6), 624. <https://doi.org/10.11648/J.Ijnfs.20150406.14>.
- (13) Abdull Razis, A. F.; Razis, A. F. A.; Ibrahim, M. D.; Kntayya, S. B. Health Benefits Of Moringa Oleifera. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* **2014**, *15* (20), 8571–8576.

<https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.20.8571>.

(14) Moringa Oleifera Lam <https://www.gbif.org/species/102273208> (Accessed Dec 16, 2018).

(15) El Sohaimy Gamal M. Hamad Sameh E. Mohamed Mohamed H. Amar Rashad R. Al-hindi, S. A. Biochemical And Functional Properties Of Moringa Oleifera Leaves And Their Potential As A Functional Food. *Global Advanced Research Journal Of Agricultural Science* **2015**, 4 (2315-5094), 188–199.

(16) Moringa (Moringa Oleifera Lam.): Usos Potenciales En La Agricultura, Industria Y Medicina <https://paperpile.com/app/p/c859726f-0401-0b21-a6ee-776e88c899f4> (Accessed Dec 16, 2018).

(17) Pérez, N. G.; Jaramillo, C. J.; Buele, S. C.; León, J. T.; Hernández, I. M. Estudios Farmacognósticos Y Toxicológicos Preliminares De Hojas, Tallo Y Raíz De Moringa (Moringa Oleifera Lam.) // Preliminary Pharmacognostic And Toxicological Studies Of Leaves, Stem And Moringa Root (Moringa Oleifera Lam.). *Ciencia Unemi* **2017**, 10 (22), 60–68.

(18) Leone, A.; Spada, A.; Battezzati, A.; Schiraldi, A.; Aristil, J.; Bertoli, S. Moringa Oleifera Seeds And Oil: Characteristics And Uses For Human Health. *Int. J. Mol. Sci.* **2016**, 17 (12). <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>.

(19) Marrero, D.; Murillo, R.; González, V.; Gutiérrez, J. Composición De Ácidos Grasos Del Aceite De Las Semillas De Moringa Oleífera Que Crece En La Habana, Cuba. *Revista Cubana De Plantas Medicinales* **2014**, 2 (19), 197–204.

(20) Villarreal, A.; Ortega, K. J. Revisión De Las Características Y Usos De La Planta Moringa Oleifera. *Investigación Y Desarrollo. Universidad De Cartagena* **2014**, 22 (2), 309–330. <https://doi.org/2011-7574>.

(21) Gopalakrishnan, L.; Doriya, K.; Kumar, D. S. Moringa Oleifera: A Review On Nutritive Importance And Its Medicinal Application. *Food Science And Human Wellness* **2016**, 5 (2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>.

(22) Cabrera-carrión, J. L.; Jaramillo-jaramillo, C.; Dután-torres, F.; Cun-carrión, J.; García, P. A.; Rojas De Astudillo, L. Variación Del Contenido De Alcaloides, Fenoles, Flavonoides Y Taninos En Moringa Oleifera Lam. En Función De Su Edad Y Altura. *Bioagro* **2017**, 29 (1), 53–60.

(23) Leone A, E. Al. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry And Pharmacology Of Moringa Oleifera Leaves: An Overview. - Pubmed - Ncbi <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26057747> (Accessed Jan 13, 2019).

(24) Santamaría, F. P.; Balderrabano, J. C. Extractos De Hojas De Moringa Oleifera En La Prevención Y Tratamiento De La Diabetes Mellitus. *Revista Cubana*

*De Medicina Natural Y Tradicional* **2018**, 2 (1).

(25) Cevallos, M. Procesamiento De La Flor De Jamaica (Hibiscus Sabdariffa). Ingeniero Químico, Universidad De Guayaquil, 2015.

(26) Formagio, A. S. N.; Ramos, D. D.; Vieira, M. C.; Ramalho, S. R.; Silva, M. M.; Zárata, N. A. H.; Foglio, M. A.; Carvalho, J. E. Phenolic Compounds Of Hibiscus Sabdariffa And Influence Of Organic Residues On Its Antioxidant And Antitumoral Properties. *Braz. J. Biol.* **2015**, 75 (1), 69–76. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.07413>.

(27) Hibiscus Sabdariffa L <https://www.gbif.org/species/102275072> (Accessed Dec 16, 2018).

(28) Martínez, M. T. S.; Medina Carrillo, R. E.; Sánchez, M. L. M.; Ruiz, E. J.; Morales, R. B.; Herrera, L. M. S. Potencial De La Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L.) En La Elaboración De Alimentos Funcionales Con Actividad Antioxidante. *Revista Mexicana De Agronegocios* **2014**, 35 ( ), 1082–1088.

(29) Shruthi, V. H., Ramachanda, C. T., Nidoni, U., Hiregoudar, S., Naik, N., & Kurubar, A. R. Roselle ( Hibiscus Sabdariffa L.) As A Source Of Natural Colour : A Review. *Plant Archives* **2016**, 16, 515–522.

(30) Jabeur, I.; Pereira, E.; Barros, L.; Calheta, R. C.; Soković, M.; Oliveira, M. B. P. P.; Ferreira, I. C. F. R. Hibiscus Sabdariffa L. As A Source Of Nutrients, Bioactive Compounds And Colouring Agents. *Food Res. Int.* **2017**, 100 (Pt 1), 717–723. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.073>.

(31) Bartrina, J. A. *Frutas, Verduras Y Salud*; Elsevier España, 2006.

(32) Mosquera, E. Evaluación De Propiedades Físico-químicas En Secado De Naranja (Citrus Sinensis) Mediante Liofilización: Influencia Del Espesor. *Agron. Colombiana* **2016**, 1, 340–342. <https://doi.org/10.15446/Agron.Colomb.Sup.2016n1.58087>.

(33) Monselise, S. Pineapple. In *Handbook Of Fruit Set And Development*; Comosus, L. A., Bromeliaceae, Ananas, F., Ananas, G., Ananasso, I., Piña, S., Bartholomew, D. P., Paull, R. E., Eds.; Environment & Agriculture; Boca Raton: CRC Press, 2018; Pp 371–388. <https://doi.org/10.1201/9781351073042-21>.

(34) Silva, K.; Fernandes, M.; Mauro, M. Effect Of Calcium On The Osmotic Dehydration Kinetics And Quality Of Pineapple. *Elsevier. Journal Of Food Engineering* **2014**, 134, 37–44.

(35) Elizondo-salazar, J. A.; Campos-granados, C. Características Nutricionales De La Cáscara De Piña Ensilada Con Cantidades Crecientes De Urea Y Heno. *Nutrición Animal Tropical* **2014**, 8 (2), 51–71.

- (36) Farid Hossain, M.; Hossain, M. F. Nutritional Value And Medicinal Benefits Of Pineapple. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2015**, *4* (1), 84. <https://doi.org/10.11648/J.Ijnfs.20150401.22>.
- (37) Ananas Comosus (L.) Merr <https://www.gbif.org/species/102228510> (Accessed Dec 16, 2018).
- (38) Nunes, J. S.; Lins, A. D. F.; Gomes, J. P.; Silva, W. P. Da; Silva, F. B. Da. Influência Da Temperatura De Secagem Nas Propriedades Físico-química De Resíduos Abacaxi. *Rev. Agrotec* **2017**, *38* (1), 41. <https://doi.org/10.25066/Agrotec.V38i1.29991>.
- (39) Sánchez-burgos, J. A.; De Lourdes García-magaña, M. Pineapples (Ananas Comosus ). In *Fruit And Vegetable Phytochemicals*; 2017; Pp 1173–1178. <https://doi.org/10.1002/9781119158042.Ch60>.
- (40) Wall-medrano, A.; Álvarez-parrilla, E. El Mango : Aspectos Agroindustriales , Valor Nutricional / Funcional Y Efectos En La Salud. *Nutrición Hospitalaria* **2015**, *1*, 67–75. <https://doi.org/10.3305/Nh.2015.31.1.7701>.
- (41) Mangifera Indica L <https://www.gbif.org/species/102301560> (Accessed Dec 16, 2018).
- (42) Omodamiro, O.; Umekwe, J. C. Evaluation Of Anti-inflammatory, Antibacterial And Antioxidant Properties Of Ethanolic Extracts Of Citrus Sinensis Peel And Leaves. *Journal Of Chemical And Pharmaceutical Research* **2013**, *5*, 56–66.
- (43) León Méndez, G.; Osorio Fortich, M. Del R.; Martínez Useche, S. R. Comparación De Dos Métodos De Extracción Del Aceite Esencial De Citrus Sinensis L. *Rev Cubana Farm* **2015**, *49* (4), 742–750.
- (44) Citrus Sinensis (L.) Osbeck <https://www.gbif.org/species/102301930> (Accessed Dec 16, 2018).
- (45) Córdova Saavedra, B. C. Efecto De La Sustitución Parcial De Salvado De Avena (Avena Sativa) Por Residuos De Pulpa De Naranja (Citrus Sinensis) En Polvo Sobre Las Características Físicoquímicas Y Aceptabilidad General De Una Barra Alimenticia A Base De Quinoa (Chenopodium Quinoa Wild), Universidad Privada Antenor Orrego - Upao, 2017.
- (46) Moldes Allegue, E. M. Estudio De La Capacidad Antioxidante En Células De Pimiento Elicitadas Con Un Extracto De Hojas De Moringa Oleífera, 2018.
- (47) Coronado H, M.; Vega Y León, S.; Gutiérrez T, R.; Vázquez F, M.; Radilla, C., V. Antioxidantes: Perspectiva Actual Para La Salud Humana. *Rev. Chil. Nutr.* **2015**, *42* (2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>.
- (48) Chaparro, D. C.; Maldonado, M. E.; Franco, M. C.; Urango, L. A.

Características Nutricionales Y Antioxidantes De La Fruta Curuba Larga (*Passiflora Mollissima* Bailey) Nutritional And Antioxidant Characteristics Of Banana Passion Fruit (*Passiflora Mollissima* Bailey) Características. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustria* **2015**, 13 (1), 120–128.

(49) Medina Vargas, Ó. J.; Vargas, Ó. J. M.; Luis Carlos Arturo; Manrique, W. E. E. Efecto Del Tiempo Sobre La Cuantificación De Polifenoles Totales Con El Reactivo De Folin-ciocalteu. *Revista I3* **2017**, 3 (2), 10–24. <https://doi.org/10.24267/23462329.216>.

(50) Espinoza S, J. Innovación En El Deshidratado Solar. *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* **2016**, 24 (Especial), 72–80. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052016000500010>.

(51) Ochoa-reyes, E.; De Jesús Ornelas-paz, J.; Ruiz-cruz, S.; Ibarra-junquera, V.; Pérez-martínez, J. D.; Guevara-arauza, J. C.; Aguilar, C. N. Tecnologías De Deshidratación Para La Preservación De Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). *Biotecnia* **2013**, 15 (2), 39. <https://doi.org/10.18633/Bt.V15i2.148>.

(52) Castan-chibás, L. L.; Del Toro-garcía, D. C. G.; Fernández-garcía, C. A. A.; Sc. Manuel González-pérez, M.; Sc. Emilia Ortiz-beatón, M.; Lobo-torres, D. Encapsulación Del 4-hidroxi- 3-metoxibenzaldehído En Liposomas Modificados Con 1-o-alkilglicerole Sintéticos: Estudio De Su Reactividad Con El Radical Dpph. *Revista Cubana De Química* **2015**, 24 (1), 83–90.

(53) Nte Inen 2392: Hierbas Aromáticas. Requisitos : Instituto Ecuatoriano De Normalización (Inen) : Free Download, Borrow, And Streaming : Internet Archive. *Internet Archive*. 2007.

(54) Burgos Dias, K. A.; Reyes Jara, M. G. Infusión De Hojas De Moringa Oleífera (*Moringa*) E Hibiscus Sabdariffa (*Flor De Jamaica*), Machala : Universidad Técnica De Machala, 2018.

(55) Cunalata, G.; Cruz, C. Infusión De Hierba Luisa. Moringa Y Mastrante Combinadas Indistintamente. Bioquímico Farmacéutico, Universidad Técnica De Machala, En Proceso 2019.

(56) Albuja, E. C. Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen-iso 750:2013 Productos Vegetales Y De Frutas – Determinación De La Acidez Titulable (Idt) Primera Edición.

(57) Bravo, M. Índices De Madurez De Frutos Cítricos. *Publicaciones De Extensión Agraria* 1–20.

(58) Casas, N., Díaz, N., & Rodríguez, C. Utilización De Cáscaras De Mango (*Mangifera Indica* L.) Deshidratadas En La Elaboración De Infusiones Aromáticas. *Agronomía Colombiana* **2016**, 325–328.

<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58088>.

(59) Ramallo, L. A.; Mascheroni, R. H. Quality Evaluation Of Pineapple Fruit During Drying Process. *Food Bioprod. Process.* **2012**, *90* (2), 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.06.001>.

(60) Vernon L. Singleton, Rudolf Orthofer, And Rosa M. Lamuela-ravent. Analysis Of Total Phenols And Other Oxidation Substrates And Antioxidants By Means Of Folin-ciocalteu Reagent. *Methods In Enzymology. Vol. 299* **1999**, 299, 152–178.

(61) Barrón-yáñez, R.; García-mateos, M. Del R.; Soto-hernández, M. R.; Colinas-león, T. Y. G. K. Flavonoides Y Actividad Antioxidante De Calia Secundiflora (Ort.) Yakovlev. *Revista Fitotécnica Mexicana* **2011**, *34* (3), 151–157.

(62) García, S. H.; Vera, N. G. Efecto De La Adición De Harina De Cáscara De Naranja Sobre Las Propiedades Físicoquímicas, Textuales Y Sensoriales De Salchichas Cocidas. *Nacameh* **2010**, *4* (1), 23–36.

(63) Pacheco, C.; De Palma, N.; Moreno, J.; Walter, M.; Piña, J.; Nazareno, M. A. El Calor No Siempre Degrada. *1* **2017**, No. 30, 297–304.

(64) Carvajal Castro, M. G. Efecto Del Pre Tratamiento De Deshidratación Osmótica En Piña (Ananas Comosus; Variedad Cayenne Lise) En La Cinética De Secado Utilizando Un Secador De Bandejas Con Corriente De Aire, Universidad Técnica De Ambato. Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos. Carrera De Ingeniería En Alimentos., 2016.

(65) Zuluaga, J. D.; Cortes-rodríguez, M.; Rodríguez-sandoval, E. Evaluación De Las Características Físicas De Mango Deshidratado Aplicando Secado Por Aire Caliente Y Deshidratación Osmótica. *Rev. Fac. Ing. Ucv* **2010**, *25* (4), 127–135.

(66) Andrade, R. D.; Blanquicett, K.; Rangel, R. D. Efecto Del Ph, Sólidos Solubles Y Zumo Adicionado Sobre El Color Y La Vitamina C De Zumo De Naranja Agría Cocrystalizado. *Información Tecnológica* **2016**, *27* (6), 129–134. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600013>.

(67) Fao, Joint. *Codex Alimentarius Tropical Fresh Fruits And Vegetales*; Food And Agriculture Organization Of The United Nations: Roma, 1993; Vol. 5.

(68) Ascurra, J. M.; Clavo, G. V.; Cabrera, D. M.; Herrera, F. F.; Hidalgo, V. P. Deshidratación De La Piña (Ananas Comosus) Por Métodos Combinados (Osmosis Convencional). *Big Bang Faustiniiano* **2018**, *6* (4).

(69) García, M. A.; Malpica, A.; Rodríguez, D. Desarrollo De Un Coctel Mixto A Base De Piña Y Zanahoria. *Food Sci. Technol. Int.* **2016**, *26* (2).

(70) Estrada, H. H.; Restrepo, C. E.; Saumett, H. G.; Pérez, L. Deshidratación



Osmótica Y Secado Por Aire Caliente En Mango, Guayaba Y Limón Para La Obtención De Ingredientes Funcionales. *Información Tecnológica* **2018**, 29 (3), 197–204. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>.

(71) Ortega Quintana, F. A.; Salcedo Galván, E.; Arrieta Rivero, R.; Torres Gallo, R. Effect Of Temperature And Concentration On Rheological Properties Of Mango Pulp Variety Tommy Atkins. *Rev. Ion* **2015**, 28 (2), 79–92. <https://doi.org/10.18273/Revion.V28n2-2015007>.

(72) Torres, R.; Montes, E. J.; Pérez, O. A.; Andrade, R. D. Relación Del Color Y Del Estado De Madurez Con Las Propiedades Fisicoquímicas De Frutas Tropicales. *Información Tecnológica* **2013**, 24 (3), 51–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>.

(73) Montoya, J. E. Z.; Cuartas, C. A.; Restrepo, C. Modelling The Respiration Of Mango (*Mangifera Indica* L.) Using The Closed System Method At Different Temperatures. *Rev. Bras. Frutic.* **2018**, 40 (3). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018126>.

(74) López, J. Caracterización Físico-química Y Compuestos Funcionales De Cuatro Variedades De Naranjas Tardías. Ingeniería Agroalimentaria Y Agroambienta, Universidad Miguel Hernandez De Elche, 2016.

(75) Durán, R.; Villa, A. Evolución De Los Parámetros De Calidad De Naranja Valencia Producida En El Municipio De Chimichagua, Cesar - Colombia. *Temas Agrarios* **2013**, 18 (1), 66–74.

(76) Tenorio Domínguez, M. Flavonoides Extraídos De La Cascara De Naranja Tangelo (*Citrus Reticulata* X *Citrus Paradisi*) Y Su Aplicación Como Antioxidante Natural En El Aceite Vegetal Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*). *Scientia Agropecuaria* **2016**, 7 (4), 419–431. <https://doi.org/10.17268/Sci.Agropecu.2016.04.07>.

(77) Araújo, K. G. L.; Sabaa-srur, A. U. O.; Rodrigues, F. S.; Manhães, L. R. T.; Do Canto, M. W. Utilização De Abacaxi (*Ananas Comosus* L.) Cv. Pérola E Smooth Cayenne Para A Produção De Vinhos - Estudo Da Composição Química E Aceitabilidade. *Ciência E Tecnologia De Alimentos* **2009**, 29 (1), 56–61.

(78) Ordóñez-santos, L. E.; Ospina Portilla, M. A.; Rodríguez Rodríguez, D. X. Thermal Degradation Kinetics Of Vitamin C In Guava Fruits (*Psidium Guajava* L.). *Rev. Lasallista Investig.* **2013**, 10 (2), 44–51.

(79) Polanía, A. M.; Casso, L. M.; Ayala, A. Cambios De Color En Cascara De Naranja (*Citrus Sinensis*) Usando La Técnica De Hidrosecado/Color Changes In Orange Peel (*Citrus Sinensis*) Using The Drying Hydro Technique - Proquest. *Vitae*

**2016**, 23, 379–382.

(80) Duarte-valenzuela, Z. N.; Zamora-gasga, V. M.; Montalvo-gonzález, E.; Sáyago-ayerdi, S. G. Caracterización Nutricional De 20 Variedades Mejoradas De Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) Cultivadas En México. *Rev. Fitotec. Mex* **2016**, 39 (3), 199–206.

(81) Jagz; González-palomares, S.; González-sánchez, H. M.; Rosales-r, T.; Del Val Diaz, R. Concentrado De Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.): Análisis Físico-químico Y Microbiológico. **2009**, 3 (2), 40–50.

(82) Melissari, B. Comportamiento De Cenizas Y Su Impacto En Sistemas De Combustión De Biomasa. *Memoria De Trabajos De Difusión Científica Y Técnica* **2012**, 10, 69–82.

(83) López-herrera, M.; Wingching-jones, R.; Rojas-bourrillon, A. Bromatología De Ensilados De Corona De Piña Con Pulpa De Cítricos, Heno Y Urea. *Agronomía Mesoamericana* **2016**, 27 (1).

(84) M, P. V.; C, A. P. Producción De Láminas De Mango (*Mangifera Indica* L.) Usando Deshidratación Dinámica. *Vitae Scholasticae* **2012**, 19 (1), S75–s77.

(85) Ceron Salazar, I.; Cardona Alzate, C. Integral Evaluation Process For Obtaining Pectin And Essential Oil From Orange Peel. *Ingeniería Y Ciencia* **2011**, 7, 65–86.

(86) Fernández-palacios, L.; Ros-berruezo, G.; Barrientos-augustinus, E.; De Caballero, E. J.; Frontela-saseta, C. Aporte De Hierro Y Zinc Bioaccesible A La Dieta De Niños Hondureños Menores De 24 Meses. *Nutr. Hosp.* **2017**, 34 (2), 290. <https://doi.org/10.20960/Nh.1161>.

(87) Quesada-risueño, P.; Sanz-valero, J.; Wanden-berghe, C. Análisis Bibliométrico De La Producción Científica Existente En La Base De Datos Bibliográfica Medline Sobre La Fibra Dietética. *Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética* **2017**, 21 (1), 29–38.

(88) Vilcanqui-pérez, F.; Vílchez-perales, C. Fibra Dietaria: Nuevas Definiciones, Propiedades Funcionales Y Beneficios Para La Salud. Revisión. *Alan* **2017**, 67 (2), 146–156.

(89) Oliveira Fuster, G. *Manual De Nutrición Clínica Y Dietética*; De Santos, E. D., Ed.; Google Books, 2016; Vol. 3.

(90) Cruz, Á.; Guamán, M.; Castillo, M.; Glorio, P.; Martínez, R. Fibra Dietaria En Subproductos De Mango, Maracuyá, Guayaba Y Palmito. **2015**, 36 (2), 9.

(91) Cevallos Jiménez, J. Del R. Subproductos De Cítricos Como Fuente De Fibra Dietaria, 2015.

- (92) Ramírez, A.; Pacheco De Delahaye, E. Propiedades Funcionales De Harinas Altas En Fibra Dietética Obtenidas De Piña, Guayaba Y Guanábana. *Interciencia* **2009**, *34*, 293–298.
- (93) Ariza Flores, R.; Serrano Altamirano, V.; Michel Aceves, A. C.; Barrios Ayala, A.; Otero Sánchez, M. A.; Avendaño Arrazate, C. H.; Noriega Cantú, D. H. Características Bioquímicas Y Calidad Nutracéutica De Cinco Variedades De Jamaica Cultivadas En México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* **2017**, *8* (2), 269–280. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.49>.
- (94) Andzi Barhé, T.; Feuya Tchouya, G. R. Comparative Study Of The Antioxidant Activity Of The Total Polyphenols Extracted From Hibiscus Sabdariffa L., Glycine Max L. Merr., Yellow Tea And Red Wine Through Reaction With Dpph Free Radicals. *Arabian Journal Of Chemistry* **2016**, *9* (1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.11.048>.
- (95) López-nahuatt, G.; Sumaya-martínez, M. T.; Jiménez-ruiz, E. I.; Medina-carrillo, R. E.; Pecuaría, A. A. Y. Propiedades Antimicrobianas Y Antioxidantes De Jamaica. *Acta Agrícola Y Pecuaria* **2017**, *3* (3), 61–69.
- (96) Reyes-luengas, A.; Salinas-moreno, Y.; Ovando-cruz, M. E.; Arteaga-garibay, R. I.; Martínez-peña, M. D. Análisis De Ácidos Fenólicos Y Actividad Antioxidante De Extractos Acuosa De Variedades De Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L.) Con Cálices De Colores Diversos. *Agrociencia* **2015**, *49* (3), 277–290.
- (97) Unuigbo, C. A.; Okeri, H. A.; Erharuyi, O.; Oghenero, E. E.; Obamedo, D. A. Phytochemical And Antioxidant Evaluation Of *Moringa Oleifera* (Moringaceae) Leaf And Seed. *Journal Of Pharmacy & Bioresources* **2015**, *11* (2), 51. <https://doi.org/10.4314/jpb.v11i2.4>.
- (98) Fitriana, W. D.; Ersam, T.; Shimizu, K.; Fatmawati, S. Antioxidant Activity Of *Moringa Oleifera* Extracts. *Indonesian Journal Of Chemistry* **2016**, *16* (3), 297–301.
- (99) Echavarría, A.; Regnault, H. D.; Lisbeth, N.; Matute, L.; Jaramillo, C.; De Astudillo, L. R.; Benítez, R. Evaluación De La Capacidad Antioxidante Y Metabolitos Secundarios De Extractos De Dieciséis Plantas Medicinales / Evaluation Of Antioxidant Capacity And Secondary Metabolites Of Sixteen Medicinal Plants Extracts. *Ciencia Unemi* **2016**, *9* (20), 29–35.
- (100) Martínez Morales, E. S. Calidad Fenólica De Los Subproductos De Mango, 2016.
- (101) Cabrera, M. Cambios En Vitamina C, Polifenoles Totales Y Capacidad Antioxidante En La Naranja (*Citrus Sinensis*) Durante El Almacenamiento. Ingeniero

En Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria De La Selva, 2015.

(102) Álvarez, E.; Jiménez G, O. J.; Posada A, C. M.; Rojano, B. A.; Gil G, J. H.; García P, C. M.; Durango R, D. L. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO FENÓLICO DE LOS EXTRACTOS PROVENIENTES DE LAS BAYAS DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO VISMIA (GUTTIFERAE). *Vitae Scholasticae* **2008**, 15 (1), 165–172.

(103) Sierra, O.; Hernández, H. Creación De Una Planta Deshidratadora De Naranja, Piña, Mora Y Maracuyá En La Ciudad De Bogotá. Ingeniero Industrial, Universidad Libre, 2012.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Ficha de prueba sensorial de preferencia por ordenamiento para la infusión *M. oleifera*.

PRUEBA DE PREFERENCIA POR ORDENAMIENTO	
<b>FECHA:</b>	
<b>Nombre del Producto:</b>	Infusión de Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> ) y frutos deshidratados.
Frente a Ud. se encuentran 3 muestras de infusión. Por favor ordénelas enumerándolas del 1 al 3 en base a su nivel de agrado (en el espacio en blanco junto a cada código). Colocando 1 a la muestra que más le agrade y 3 a la muestra que menos le agrade.	
1A .....	
2A .....	
3A .....	
<b>COMENTARIOS:</b>	.....

**Anexo 2.** Ficha de prueba sensorial de preferencia por ordenamiento para la infusión de *H. sabdariffa*.

PRUEBA DE PREFERENCIA POR ORDENAMIENTO	
<b>FECHA:</b>	
<b>Nombre del Producto:</b>	Infusión de Jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ) y frutos deshidratados.
Frente a Ud. se encuentran 3 muestras de infusión. Por favor ordénelas enumerándolas del 1 al 3 en base a su nivel de agrado (en el espacio en blanco junto a cada código). Colocando 1 a la muestra que más le agrada y 3 a la muestra que menos le agrada.	
<b>1B</b>	.....
<b>2B</b>	.....
<b>3B</b>	.....
<b>COMENTARIOS:</b>	
	.....
	.....