



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**Ingeniería conceptual para la elaboración de  
un suplemento alimenticio y aceite  
provenientes de la “Moringa oleifera”.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA QUÍMICA

**PRESENTA:**  
**ITZEL SANTAMARÍA ERAZO**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ**



CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. Mx., 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE: JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ**

**VOCAL: JUAN MARIO MORALES CABRERA**

**SECRETARIO: MARTIN RIVERA TOLEDO**

**1er. SUPLENTE: FEDERICO CARLOS HERNANDEZ CHAVARRIA**

**2° SUPLENTE: CARLOS ÁLVAREZ MACIEL**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.**

**ASESOR DEL TEMA:**

**M. en I JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ**

---

**SUSTENTANTE:**

**ITZEL SANTAMARIA ERAZO**

---

## ÍNDICE DE CAPITULOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>CAPITULO 1</b> .....	5
<b>CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA MORINGA OLEIFERA</b> .....	5
1.1 Características agronómicas y cultivo. ....	5
1.2 El uso de la Moringa oleifera como suplemento alimenticio. ....	10
1.3 El uso del aceite de la Moringa oleifera. ....	16
1.4 Otros usos de la Moringa oleifera. ....	19
1.5 Aspectos toxicológicos de sus partes anatómicas. ....	21
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	24
<b>ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	24
2.1 Visión general del mercado internacional y nacional de los suplementos alimenticios. ....	26
2.2 Visión general del mercado internacional y nacional de los aceites vegetales en los productos de belleza y cuidado personal. ....	30
2.2.1 Panorama del mercado de los productos naturales. ....	34
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	42
<b>ESTUDIO TÉCNICO</b> .....	42
3.1 Elaboración del suplemento alimenticio. ....	42
3.2 Elaboración del aceite de Moringa Oleífera. ....	52
3.2.1 Método mecánico o prensado en frío. ....	52
3.3 Análisis de localización de la planta. ....	56
3.3.1 Factores de ubicación. ....	60
3.4 Regulación. ....	65
3.4.1 Suplementos Alimenticios. ....	65
3.4.2 Aceites vegetales. ....	71
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	77
<b>ESTUDIO ECONÓMICO</b> .....	77
<b>COMENTARIOS</b> .....	93
<b>CONCLUSIONES</b> .....	97
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	100

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración No. 1 Partes que constituyen a la Moringa oleifera.....	7
Ilustración No. 2 Trasplante definitivo al campo.....	8
Ilustración No. 3 Distancias de siembra recomendadas.....	9
Ilustración No. 4 Ejemplos de tipos de cultivo.....	10
Ilustración No. 5 ¿Qué prefieren los mexicanos?.....	30
Ilustración No. 6 Aceites naturales mayormente utilizados.....	31
Ilustración No. 7 Marcas de cosméticos alemanas con certificado de cosméticos naturales y sustentables.....	37
Ilustración No. 8 Productos que contienen Moringa oleifera.....	39
Ilustración No. 9 Ejemplo de secado a temperatura ambiente.....	46
Ilustración No. 10 Ejemplo de secado solar.....	47
Ilustración No. 11 Ejemplo de secado mecánico.....	48
Ilustración No. 12 Semillas y aceite de Moringa oleifera.....	52
Ilustración No. 13 Ejemplo de extractores para la obtención del aceite.....	53
Ilustración No. 14 Localidades y distribución potencial del cultivo de Moringa oleifera.....	57
Ilustración No. 15 Distribución potencial de Moringa oleifera en la depresión del río Balsas y zonas adyacentes.....	58
Ilustración No. 16 Distribución potencial de la Moringa oleifera en Oaxaca, Chiapas y Veracruz.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Condiciones tratadas de forma tradicional utilizando Moringa oleifera.....	11
Tabla No. 2 Composición de la Moringa oleifera con seis años de edad.....	14
Tabla No. 3 Composición de la Moringa oleifera de 54 días, deshidratada y molida.....	15
Tabla No. 4 Contenido de nutrientes de la Moringa oleifera.....	15
Tabla No. 5 Contenido de algunos aminoácidos presentes en las hojas.....	15
Tabla No. 6 Contenido de vitaminas y minerales en las hojas.....	16
Tabla No. 7 Parámetros de calidad determinados para el aceite de semilla de Moringa oleifera comparados con el aceite de oliva.....	17
Tabla No. 8 Composición porcentual de ácidos grasos determinados por otros autores en el aceite de la semilla de Moringa oleifera.....	18
Tabla No. 9 Balance de materia preliminar para la obtención de un suplemento alimenticio.....	51
Tabla No. 10 Balance de materia preliminar para la obtención del aceite.....	56
Tabla No. 11 Asignación de pesos porcentuales a los factores de ubicación.....	60
Tabla No. 12 Tasa de desocupación.....	61

Tabla No. 13 Costo de vida.....	61
Tabla No. 14 Costo del transporte a la Ciudad de México. ....	62
Tabla No. 15 Costo del transporte a Francia.....	62
Tabla No. 16 Distancia entre el lugar de origen y la Ciudad de México. ....	63
Tabla No. 17 Distancia entre el lugar de origen y los puertos. ....	63
Tabla No. 18 Costo del terreno. ....	63
Tabla No. 19 Resultados de la evaluación de la localización de la planta. ....	64
Tabla No. 20 Producción anual y precio de venta del suplemento y aceite. ....	78
Tabla No. 21 Lista de equipos necesarios para la elaboración de los productos. .	78
Tabla No. 22 Lista de costos de los equipos.....	80
Tabla No. 23 Porcentajes típicos de valores de inversión de Capital Fijo para segmentos de costos directos e indirectos para plantas multipropósito o grandes adiciones a instalaciones existentes. ....	81
Tabla No. 24 Resultados obtenidos para los cuatro casos de la Inversión de Capital Fijo. ....	82
Tabla No. 25 Costo del terreno y de las semillas. ....	83
Tabla No. 26 Datos utilizados para el cálculo de las ventas. ....	83
Tabla No. 27 Caso <b>a</b> para una Inversión de Capital Total de 2,358,791.91 USD. 88	88
Tabla No. 28 Caso <b>A</b> para una Inversión de Capital Total de 9,202,531.47 USD. 88	88
Tabla No. 29 Caso <b>b</b> para una Inversión de Capital Total de 899,065.72 USD. ...	89
Tabla No. 30 Caso <b>B</b> para una Inversión de Capital Total de 3,465,468.05 USD. 89	89

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Volumen total y valor de las exportaciones. ....	24
Gráfico No. 2 Valor total y cantidad total de las exportaciones por países.....	25
Gráfico No. 3 Mayores consumidores a nivel mundial por categorías de salud. ...	27
Gráfico No. 4 Volumen total y valor de las exportaciones para las hojas de Moringa oleífera. ....	28
Gráfico No. 5 Valor total y cantidad total de las exportaciones por países.....	29
Gráfico No. 6 Principales importadores Europeos de aceites vegetales. ....	32
Gráfico No. 7 Principales proveedores de aceites vegetales en la Unión Europea. .....	33
Gráfico No. 8 Crecimiento de los 10 primeros mejores mercados naturales 2010- 2015. ....	36
Gráfico No. 9 Volumen total y valor de las exportaciones para el aceite de Moringa oleífera. ....	38
Gráfico No. 10 Valor total y cantidad total de las exportaciones por países.....	38
Gráfico No. 11 Comportamiento del comercio exterior de los productos del cuidado personal.....	41
Gráfico No. 12 Utilidad Neta (USD).....	90
Gráfico No. 13 Valor Presente Neto. ....	90
Gráfico No. 14 Retorno Interno de la Inversión (%). ....	91

Gráfico No. 15 Periodo de Retorno de la Inversión (años).....	91
Gráfico No. 16 Tasa interna de Retorno (%). ....	92

### **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama No. 1 Diagrama de bloques que resume los pasos que se siguieron para la elaboración de la presente tesis. ....	2
Diagrama No. 2 Usos potenciales de la Moringa oleifera.....	19
Diagrama No. 3 Diagrama de bloques para la elaboración del suplemento alimenticio. ....	49
Diagrama No. 4 Diagrama de Flujo de Proceso para la elaboración del suplemento alimenticio. ....	50
Diagrama No. 5 Extracción mecánica para la obtención del aceite.....	54
Diagrama No. 6 Diagrama de Flujo de Procesos para la obtención del aceite. ....	55

## INTRODUCCIÓN

En recientes años el árbol Moringa oleifera se ha convertido en un producto importante dentro del mercado nutracéutico aprovechándose de su totalidad solamente las hojas. Debido a que ha resultado ser un producto atractivo y prometedor ha despertado el interés científico para realizar investigaciones no solamente de sus hojas sino de todas las partes que constituyen el árbol para poder conocer de dónde provienen sus propiedades benéficas y cuáles serían sus posibles contraindicaciones. Así mismo existe otro producto que se obtiene de las semillas y es el aceite de Moringa oleifera, el cual al igual que las hojas ha comenzado a tomar relevancia dentro del mercado de los productos cosméticos naturales.

El panorama de esta especie es relativamente nuevo en nuestro país debido a que las propiedades de este árbol son poco conocidas y aprovechadas, sin embargo, en la actualidad se ha empezado a comercializar suplementos alimenticios a base de sus hojas los cuales han llegado a nuestro país. No obstante, debido a que es un producto nuevo hay mucha desinformación por parte de los consumidores y lamentablemente esta situación es aprovechada por ciertos productores para vender Moringa oleifera como un producto milagro. Respecto al segundo producto que es el aceite, en México se están comercializando artículos que contienen como materia prima aceite de Moringa oleifera.

Por lo antes mencionado, el objetivo de esta tesis será realizar una ingeniería conceptual, la cual servirá para identificar la viabilidad técnica y económica del proyecto, constituyendo la base para que en futuros trabajos se lleve a cabo la ingeniería básica que permita elaborar la ingeniería de detalle y realizar la construcción correspondiente. Los objetivos particulares son los siguientes:

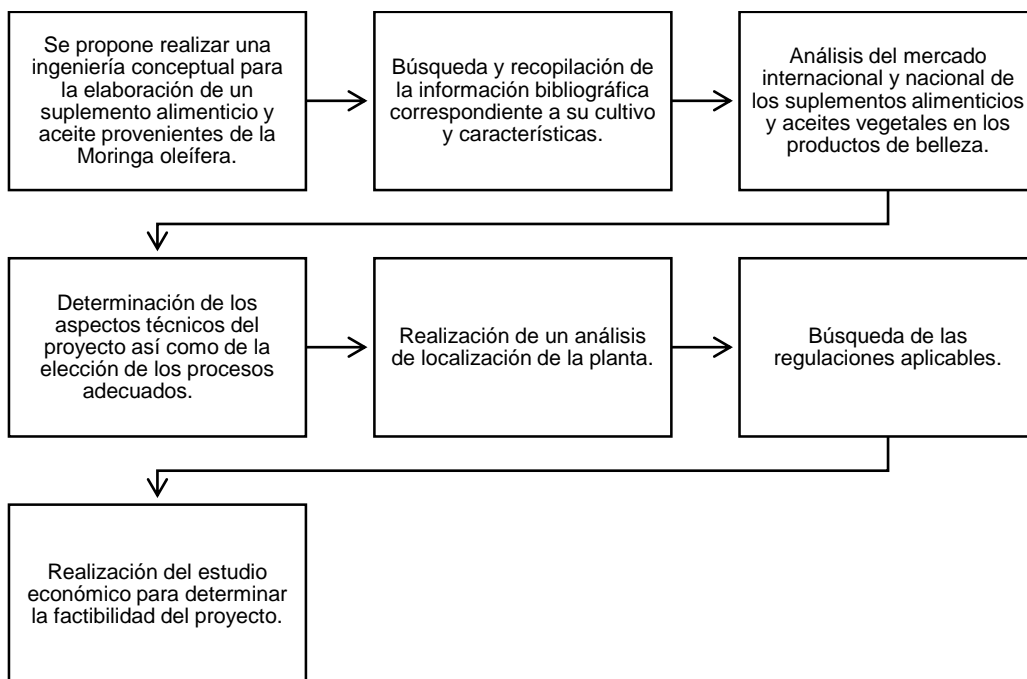
- Conocer las condiciones adecuadas para el cultivo de la planta.
- Realizar un Estudio de Mercado, el cual permitirá el desarrollo de un negocio con base en las diferentes necesidades de los consumidores y de los futuros clientes.



- Conocer y determinar el tipo de proceso de producción.
- Demostrar la factibilidad técnico-económica de la comercialización de la Moringa oleífera como suplemento alimenticio y aceite.

Para ejemplificar de una mejor manera lo antes descrito se muestra el siguiente diagrama de bloques en donde se resumen los pasos que se siguieron para la elaboración de la presente tesis.

*Diagrama No. 1 Diagrama de bloques que resume los pasos que se siguieron para la elaboración de la presente tesis.*



## ANTECEDENTES

La Moringa oleifera es un árbol o arbusto perennifolio<sup>1</sup> de crecimiento rápido, con copas abiertas, follaje pináceo<sup>2</sup>, capaz de producir hojas durante la temporada seca y en periodos de sequía volviéndose una excelente fuente de hortalizas verdes cuando hay pocos alimentos disponibles. Forma parte de la familia de las Moringáceas junto a otras 13 variedades típicas de los climas áridos del trópico, específicamente del sur de los Himalayas, al noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (*Olson y Fahey, 2011*). Pero siendo posible su cultivo en prácticamente todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo; valorada a nivel mundial por sus múltiples aplicaciones para el bienestar humano. Dentro de sus propiedades podemos encontrar las siguientes: antimicrobianas, nutritivas, antioxidantes, antibióticas y terapéuticas.

En la actualidad la Moringa oleifera es usada como suplemento alimenticio para mujeres embarazadas, niños y adultos; también de forma homeopática en más de 300 enfermedades, incluyendo: hipercolesterolemia, hipertensión, diabetes, padecimientos hepáticos y renales, desórdenes de la piel y hasta cáncer (*Canett, Arvayo y Ruvalcaba, 2014*). Una de las ventajas de la Moringa oleifera es que la mayoría de sus partes pueden tener posibles aplicaciones, como es el caso de las hojas las cuales tienen características nutrimentales excelentes (ricas en proteínas, vitaminas A, B y C, y minerales). Asimismo, las semillas son utilizadas dentro del tratamiento de las aguas residuales y como fertilizante. Además, es útil como cerca viva o cortina rompe vientos, siendo adecuada para zonas donde la combinación de fuertes vientos y largos periodos de sequía causan una seria erosión en el suelo.

En México, es parte de la horticultura tradicional desde hace mucho tiempo principalmente con fines ornamentales por lo que es posible encontrarla abundantemente en las regiones de la costa del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, incluyendo el sur de la península de Baja California; encontrando ejemplares de Moringa frondosa en las llanuras calientes del sur del istmo de

---

<sup>1</sup> Que conserva su follaje todo el año.

<sup>2</sup> Familia de árboles coníferos de ramas abundantes.

Tehuantepec. También es cultivada en las depresiones tropicales secas del país, como la del Balsas y la depresión central de Chiapas e igualmente en los pueblos de la zona de Infernillo y en las cercanías de Apatzingán, Mezcala, Iguala y Tequesquitengo (Olson y Alvarado, 2016).

## CAPITULO 1

### CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA MORINGA OLEIFERA

A continuación, se presenta una recapitulación de las características principales de la Moringa oleifera en cuanto a su cultivo, propiedades, usos y daños colaterales que podrían causar cada una de sus partes.

#### 1.1 Características agronómicas y cultivo.

La Moringa oleifera puede llegar a medir de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, sus hojas son alternas tripinnadas<sup>3</sup>, compuestas y dispuestas en grupos de folíolos<sup>4</sup> con cinco pares de éstos acomodados sobre el pecíolo<sup>5</sup> principal y un folíolo en la parte terminal con una longitud de entre 30 a 70 cm (*Pérez, Sánchez, Armengol y Reyes, 2010*). Es una especie de rápido crecimiento aportando una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas.

Es posible cultivarla en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del Este, donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales. También es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 200 a 1,500 mm (*Pérez y colaboradores, 2010*). Además, crece en un rango de pH del suelo entre 4 y 8, prefiriendo suelos neutros o ligeramente ácidos, exceptuando las arcillas pesadas (*SFA, 2015*).

En Centroamérica es posible encontrarla en zonas con temperaturas desde los 6°C hasta los 38°C, siendo resistente al frío por corto tiempo, pero no soporta temperaturas menores a los 3°C. Sin embargo, diversos estudios han planteado que en su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones y que durante los meses más fríos soportan temperaturas de 3°C a -1°C, mientras que en los meses más cálidos de 38°C a 48°C. Cuando se cultiva a

---

<sup>3</sup>Órganos que poseen folíolos más o menos numerosos (siempre más de tres) a los lados de un eje principal a modo de las barbas de las plumas.

<sup>4</sup>Cada una de las hojuelas de una hoja compuesta.

<sup>5</sup>Rabillo que une la lámina de una hoja a su base foliar o al tallo.

temperaturas menores de 14°C no florece y solamente puede reproducirse vegetativamente (por estacas). Puede localizarse desde el nivel del mar hasta los 1,800 msnm. Además, presenta el brote de flores las cuales son: bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos. Las primeras flores aparecerán en las plantas jóvenes entre los 6 y 8 meses de edad para después aparecer anualmente. Sus frutos tienen forma de cápsulas trilobuladas, dehiscentes<sup>6</sup>, de 20 a 40 cm de longitud, conteniendo de 12 a 45 semillas por fruto (COOPI, 2011).

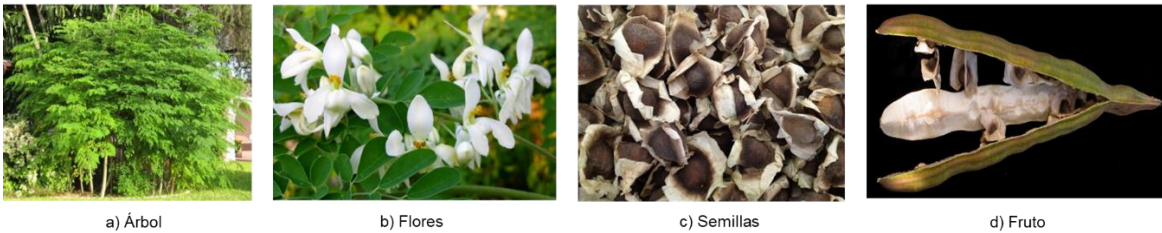
Cuando la planta se encuentra en condiciones óptimas de humedad y nutrientes puede crecer hasta más de tres metros en nueve meses. En sentido general, se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura (COOPI, 2011).

Esta especie produce semillas con forma redonda y color castaño oscuro con tres alas blanquecinas, cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas (Pérez y colaboradores, 2010) por año, las semillas se pueden seleccionar tomando en cuenta tres variables: **1)** respecto al tamaño del fruto, **2)** localización de las semillas en el fruto (se prefieren las provenientes de la parte central de la vaina que son generalmente las semillas grandes) y **3)** apariencia de la semilla. Es posible propagarla mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje, realizando manualmente la siembra de las semillas, a una profundidad de 2 cm con un tiempo de germinación que oscila entre los cinco y siete días. La semilla no requiere tratamientos pregerminativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores del 90%. Sin embargo, cuando la semilla es almacenada por más de dos meses disminuye su poder germinativo.

---

<sup>6</sup>Sistema de abertura natural de ciertos frutos para dar salida a la semilla.

*Ilustración No. 1 Partes que constituyen a la Moringa oleífera.*



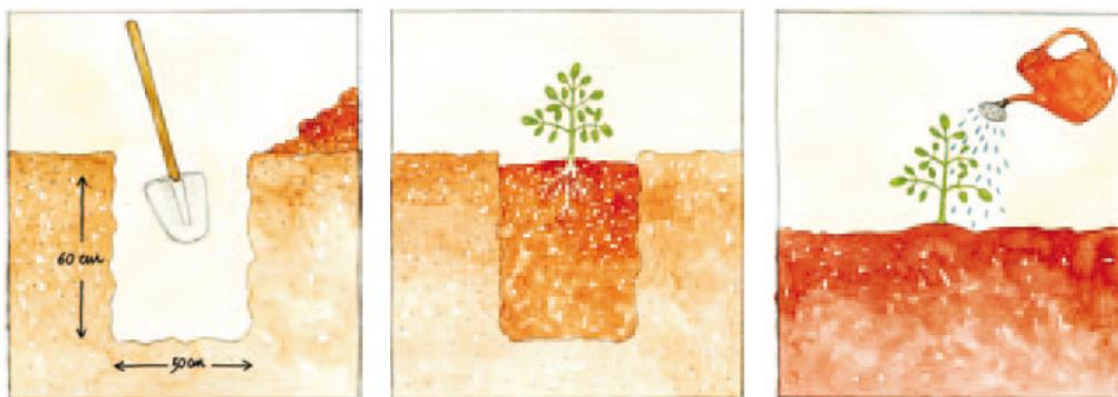
Las plagas predominantes en la plantación de Moringa Oleífera son las siguientes: gusano desfoliador (*Spodoptera* spp.), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*) y zompopo (*Attasp.*). Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación, ya que las poblaciones regularmente son bajas. Asimismo, el encharcamiento produce pudrición de la raíz (*Pérez y colaboradores, 2010*).

La Cooperación Internacional (COOPI) y la Dirección General de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO) señalan que la siembra directa (en campo definitivo) se recomienda siempre y cuando existan condiciones para el control de insectos y la disponibilidad de las semillas sea abundante (hasta un 50% más de lo necesario), esto para compensar las pérdidas que pudieran existir y en caso de que no se contará con ello la opción es optar por la preparación de viveros. Para la preparación de viveros es recomendable elaborar un sustrato con 60% arena y 40% tierra negra, de tal manera que la textura del suelo sea arenosa y después de dos días se procederá a sembrar la semilla directamente en la maceta o bolsa de plástico a una profundidad aproximada del doble del diámetro de la semilla (es posible utilizar dos semillas por maceta). El vivero solo se protegerá mientras emerge la semilla y después se descubrirá totalmente hasta el momento del trasplante. A fin de mantener el sustrato húmedo, se deberá regar los primeros quince días con regadera. El buen crecimiento de la Moringa oleífera se reflejará en su desarrollo uniforme y verde, luciendo sana y vigorosa. Como ya se ha mencionado antes es un árbol muy resistente a los cambios de clima y tipo de suelo, sin embargo, existen factores que pueden afectar mientras se encuentra

germinando en el vivero, como: los fuertes vientos, exceso de humedad y temperaturas extremadamente bajas (COOPI, 2011).

Cuando hayan transcurrido de 30 a 45 días se realizará el trasplante definitivo; la plántula<sup>7</sup> deberá tener una altura de más o menos 25 a 35 cm y un crecimiento vigoroso de tal forma que pueda soportar los innumerables factores adversos como: fuertes vientos, animales o sequías muy prolongadas. El agujero donde se planta en el campo deberá tener de 40 a 60 cm de profundidad; teniendo cuidado de no dañar las raíces al romper la bolsa de plástico y deberá regarse después del trasplante definitivo al menos tres veces por semana. En la Ilustración No. 2. se muestran los pasos que conllevan el trasplante definitivo al campo.

*Ilustración No. 2 Trasplante definitivo al campo.*



1) Cavar un hoyo de 60 cm de profundidad

2) Trasplantar la plántula rompiendo la maceta de plástico

3) Regar la plántula después del trasplante

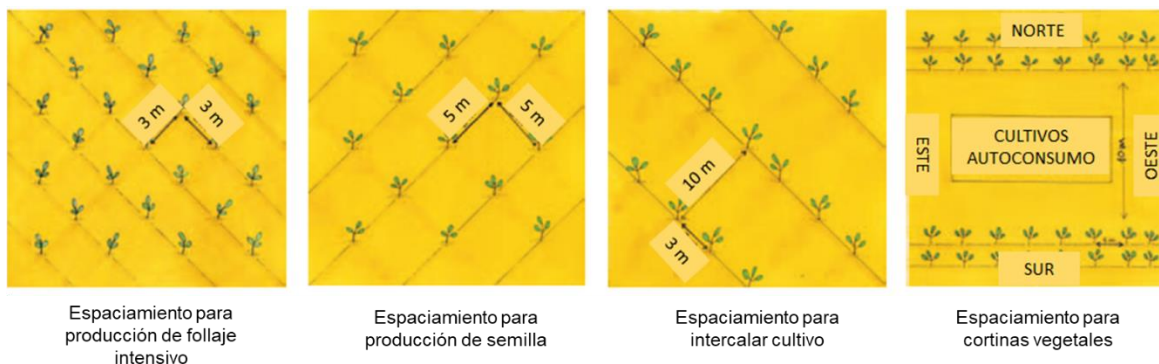
Fuente: "Chaco Rapére: protegiendo y adaptando medios de vida para hacer frente a la sequía en comunidades indígenas vulnerables del Chaco Paraguayo"

Es muy importante tomar en cuenta el espaciamiento entre las semillas al momento de la siembra el cual dependerá del propósito de la plantación. Si lo que se requiere es una producción de follaje intensivo los árboles pueden sembrarse con 3 metros de distancia entre ellos. Para fines de producción de semillas se pueden sembrar a una distancia de 5 x 5 metros, pues esta permitirá el desarrollo normal del follaje,

<sup>7</sup>Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.

sin interferencia entre los extremos de las ramas. Si se requiere utilizar esta especie como barrera rompe vientos o cortinas vegetales es recomendable plantar a una distancia de 1 metro entre ellos controlando su follaje con podas frecuentes. También es posible intercalar los cultivos a 10 metros de distancia entre hilera y 3 metros de distancia entre árbol, como se muestra en la Ilustración No.3.

*Ilustración No. 3 Distancias de siembra recomendadas.*



Fuente: "Chaco Rapé: protegiendo y adaptando medios de vida para hacer frente a la sequía en comunidades indígenas vulnerables del Chaco Paraguayo"

Igualmente, la poda es una práctica importante y necesaria, que se debe realizar para estimular y mantener la producción de hojas frescas. La *Moringa oleifera* admite cualquier tipo de poda, por drástica que sea, aún eliminando la copa por completo. Si no se realiza esta práctica el árbol tenderá a crecer muy alto y con pocas ramas, por lo que en un año o dos la mayoría de la producción de hojas estará fuera del alcance de recolección, resultando conveniente realizar la poda a un metro de altura para lograr ramificaciones y hojas abundantes. El árbol se recuperará a los dos o tres meses en época de lluvia y volverá a producir flores y frutos en un año; se calcula que un árbol joven produce de 400 a 600 frutos (6 meses) y un árbol maduro puede llegar a producir hasta 1,600 frutos (1 año).

Cuando se requiere producir semillas para la reproducción, las vainas deben dejarse secar en el árbol hasta que se pongan color café y la cosecha deberá realizarse antes de que las vainas se abran y caigan las semillas. Tomando en cuenta que la madera es frágil y poco densa no es recomendable subirse a los árboles para realizar la recolección.



*Ilustración No. 4 Ejemplos de tipos de cultivo.*



Cultivo en invernadero



Cultivo en campo

## 1.2 El uso de la Moringa oleifera como suplemento alimenticio.

En la antigüedad, los productos de origen natural representaban la única fuente de sustento alimenticio, preservación de la salud y tratamiento de enfermedades. Sin embargo, el conocimiento científico ha evolucionado atendiendo paralelamente la eficiencia de las técnicas de producción alimentaria, la eficacia del diagnóstico clínico y el tratamiento de enfermedades. Desafortunadamente también en la nueva cultura alimentaria de los países desarrollados se reduce el concepto de valor nutricional a un interés comercial basando la alimentación en comida chatarra, productos enlatados y procesados o congelados deteriorando el estado de nutrición de la población donde el desperdicio de alimentos alcanza los 1,300 millones de toneladas al año siendo una época en la que casi mil millones de personas pasan hambre, representando una pérdida de mano de obra, agua, energía, tierra y otros insumos utilizados en la producción de alimentos (FAO,2017).

En el marco de las observaciones anteriores, la Moringa oleifera es una de las especies que ha tomado relevancia dentro del cuidado de la salud siendo utilizada por su alto valor nutricional, antioxidante y potencial terapéutico en programas de salud en otros lugares tales como África occidental. Además, es una especie cuyas propiedades terapéuticas constan en los manuscritos hindúes que se remontan hasta el año 150 A.C. La historia sigue su rastro hasta los griegos y romanos y

continúa por El Caribe donde es exportado a Europa en 1920. Formando parte de la medicina tradicional a través de las generaciones (*Canett, Arvayo y Ruvalcaba, 2014*). En la Tabla No. 1. se muestran algunas de las enfermedades en donde se utiliza la *Moringa oleifera* como paliativo.

*Tabla No. 1 Condiciones tratadas de forma tradicional utilizando Moringa oleifera.*

<b>País</b>	<b>Condiciones tratadas</b>
<i>Guatemala</i>	Infecciones cutáneas y urticaria
<i>China</i>	Diurética
<i>India</i>	Anemia, ansiedad, asma, puntos negros, impurezas de la sangre, bronquitis, catarro, cólera, conjuntivitis, diarrea, infecciones oculares, fiebre, congestión en el pecho, dolor de cabeza, presión sanguínea anormal, histeria, dolor en las articulaciones, granos, soriasis, desordenes respiratorios, infertilidad, tuberculosis, irritación de garganta, escorbuto <sup>8</sup> , torceduras e inflamaciones
<i>Malasia</i>	Gusanos intestinales
<i>Nicaragua</i>	Dolor de cabeza, infecciones cutáneas y urticaria.
<i>Filipinas</i>	Anemia y diurético.
<i>Puerto Rico</i>	Gusanos Intestinales
<i>Senegal</i>	Diabetes, infecciones cutáneas y urticaria.
<i>Venezuela</i>	Gusanos intestinales.
<i>Otros</i>	Colitis, diarrea, disentería <sup>9</sup> , gonorrea, hidropesía, malaria y úlceras.

*Fuente: Canett, Arvayo y Ruvalcaba, 2014.*

La información mostrada en la Tabla No. 1 es importante tomarla con cautela ya que aún no existen estudios clínicos en humanos que comprueben su eficacia para el tratamiento de dichas enfermedades, sin embargo, existen estudios hechos en animales (ratones) que han comprobado algunas de sus propiedades que a continuación se expondrán.

<sup>8</sup>Enfermedad producida por la carencia o escasez de vitamina C, que se caracteriza por el empobrecimiento de la sangre, manchas lívidas, ulceraciones en las encías y hemorragias.

<sup>9</sup>Enfermedad infecciosa que se caracteriza por la inflamación y ulceración del intestino grueso acompañada de fiebre, dolor abdominal y diarrea con deposiciones de mucosidades y sangre.

De acuerdo con uno de los primeros estudios exhaustivos sobre la composición química de esta especie se reveló que es rica en varias sustancias muy peculiares, como glucosinolatos, isotiocianatos, flavonoides, antocianinas, proantocianidinas y cinamatos. Las cuales son sustancias llamadas nutraceuticas (útiles tanto en la nutrición como la salud humana) que presentan actividad anticancerígena, antimicrobiana, y antioxidante. El alto contenido de vitaminas, minerales y otros fitoquímicos como: vainillina, ácidos grasos omega, carotenoides, ascorbatos, tocoferoles, ácido octacosanoico, moringina, moringinina y fitoestrógenos son sustancias importantes en los efectos terapéuticos de la *Moringa oleifera* (Martín y colaboradores, 2013). Estudios in vitro han comprobado la actividad de diferentes partes de la planta sobre microorganismos patógenos. Fue demostrada la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* por extractos acuosos de las hojas (Cáceres y colaboradores citado por Martín y colaboradores, 2013). Estudios bacteriológicos demostraron la actividad antimicrobiana de los extractos de semillas de moringa, los cuales flocculan bacterias Gram positivas y Gram negativas del mismo modo que lo hacen con los coloides del agua, el principal ingrediente de dicha actividad es el 4-(4-O-acetil- $\alpha$ -L-ramnopiranosiloxi)-isotiocionato de bencilo (Suárez, Entenza y Doerries, 2003). En una investigación realizada en Kenya se demostró la actividad antimicrobiana de extractos de semillas sobre las bacterias *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli*, causantes de la fiebre tifoidea, el cólera y la gastroenteritis, respectivamente (Walter, Peter y Joseph, 2011). Los efectos de los extractos de esta especie en la prevención del cáncer se deben a la presencia de fitoquímicos que modulan la actividad de las enzimas, lo que facilita la detoxificación<sup>10</sup> y garantiza la actividad antitumoral (Martín y colaboradores, 2013).

Las diferentes partes de la *Moringa oleifera* contienen más de 40 compuestos con actividad antioxidante. Entre los compuestos con este potencial, ya sea por actividad de captación de radicales libres o por capacidad de formación de quelatos de iones metálicos identificados en las semillas de *Moringa*, se encuentran compuestos

---

<sup>10</sup>Proceso por el cual se eliminan sustancias tóxicas para el organismo.

fenólicos como el kaempferol y los ácidos gálico y elágico (*Singh y colaboradores, 2009*). Se ha comprobado el efecto protector de los extractos de semillas contra diferentes condiciones patológicas inflamatorias, incluyendo el alivio de inflamaciones bronquiales como el asma. Se han aislado 36 compuestos que presentan actividad antiinflamatoria, entre ellos alcaloides, glucosinolatos e isocianatos (*Mehta y Agrawal, 2008*). En recientes años, en diferentes países se han realizado investigaciones encaminadas a evaluar el potencial hipoglucemiante, antidiabético e hipotensivo de la Moringa usando ensayos bioclínicos, farmacológicos y bioquímicos. En la India se investigaron 30 plantas medicinales, a las cuales se les atribuían actividad hipoglucemiante; el estudio confirmó que 24 de ellas provocan una disminución en la concentración de glucosa en la sangre en ratas albinas y una de las especies con mayor efecto hipoglucemiante resultó ser la Moringa oleifera (*Martín y colaboradores, 2013*). Además, varios fitoquímicos contenidos en las hojas y los frutos han revelado su potencial para el control de la diabetes y la hipertensión arterial.

De acuerdo con lo antes mencionado, se puede determinar que el consumo de la Moringa oleifera ofrece numerosos beneficios nutritivos y contribuye a la prevención de enfermedades. Como se ha mencionado antes es importante señalar que sin estudios clínicos en seres humanos es imposible especificar las dosis necesarias para producir algún efecto benéfico. Sin embargo, la ausencia de esta información no debe ser motivo para no consumir dicha especie. Además, los beneficios potenciales son muchos y por sus niveles bajísimos de sustancias anti nutricionales no se encuentran argumentos en contra de su consumo. Si bien la Moringa oleifera claramente ofrece muchos beneficios potenciales, es necesario reconocer tanto los límites que ofrece la planta como los límites de nuestro conocimiento de tal manera que el uso de la planta sea lo más congruente posible con lo que nos ofrece. Por ejemplo, el consumo de Moringa oleifera parecería no tener sentido desde el punto de vista de su contenido de proteínas, vitaminas y minerales, porque las cantidades que se consumen en las siguientes presentaciones de suplementos alimenticios tales como píldoras, pastillas, extractos, etcétera no alcanzan los niveles necesarios para el cuerpo (*Olson y Fahey, 2011*). A continuación, se muestra un ejemplo de

porque consumir Moringa oleifera en forma de cápsulas no resulta tan conveniente. Las cápsulas de Moringa oleifera contienen generalmente 400 mg de polvo de hoja seca. El polvo de la cápsula incluye principalmente los folíolos y contiene aproximadamente entre un 20 y 30 % de proteína. De acuerdo con esto si se considera que una cápsula de 400 mg tiene 25 % de proteína esto equivaldría a 100 mg de proteína. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) un adulto promedio necesita 105 mg de proteína por kilogramo de peso al día, por lo tanto, un adulto de 80 kg necesitaría 8,400 mg de proteína al día. Suponiendo que toda la proteína de la Moringa oleifera está disponible para el cuerpo, una sola cápsula contiene aproximadamente 1.2 % de la proteína necesaria al día por lo que sería necesario tomar 80 cápsulas de dicho suplemento, lo cual muestra que esta forma de consumo no es la mejor opción (*Moringacea.com, 2013*). Por lo que otra forma de considerar el consumo de la Moringa oleifera como suplemento alimenticio sería en la presentación de hojas secas o frescas.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de un análisis realizado a las hojas y los tallos jóvenes y maduros de árboles con seis años de edad, sembrados en Tolima, Colombia.

Tabla No. 2 Composición de la Moringa oleifera con seis años de edad.

Indicador	Hojas y tallos	
	Jóvenes	Maduros
Materia seca (%)	66.86	34.90
Proteína (%)	21.59	26.74
Extracto etéreo (%)	3.73	3.80
Ceniza (%)	9.83	10.63
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2.99	2.93
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.45	2.39

Fuente: *Garavito citado por Pérez y colaboradores, 2010.*

La composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta, encontrando los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas sin importar la edad de la planta como se observa en la Tablas Nos. 2 y 3.

Tabla No. 3 Composición de la *Moringa oleifera* de 54 días, deshidratada y molida.

<b>Indicador</b>	<b>Hojas</b>	<b>Tallos</b>
Materia seca (%)	89.60	88.78
Proteína (%)	24.99	11.22
Extracto etéreo (%)	4.62	2.05
Ceniza (%)	10.42	11.38
Fibra cruda (%)	23.60	41.60
Extracto no nitrogenado (%)	36.37	33.45
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2.81	1.99
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.30	1.63

Fuente: Garavito citado por Pérez y colaboradores, 2010.

Además, en la Tabla No. 4. se muestra la comparación entre el contenido de nutrientes de la *Moringa oleifera* y otros alimentos (por cada 100 gramos de parte comestible). Resultando, que en todos los casos la *Moringa* presentó un mayor contenido de vitamina A, vitamina C, calcio y potasio, con relación a la zanahoria, la naranja, la leche de vaca y el plátano.

Tabla No. 4 Contenido de nutrientes de la *Moringa oleifera*.

<b>Nutriente</b>	<b>Moringa (mg)</b>	<b>Otros alimentos (mg)</b>
Vitamina A	1130	Zanahoria 315
Vitamina C	220	Naranja 30
Calcio	440	Leche de vaca 120
Potasio	259	Plátano 88
Proteína	6700	Leche de vaca 3200

Fuente: Garavito citado por Pérez y colaboradores, 2010.

Si bien existe una gran variedad de plantas que muestran estructuras ricas en proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales tal es el caso de los frijoles, la mayoría de ellas producen estos nutrientes en sus frutos y no en sus hojas como es el caso de la *Moringa oleifera* (Olson y Fahey, 2011). Es importante mencionar que esta especie contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, así como una gran variedad de vitaminas y minerales en las hojas. A continuación, en las Tablas Nos. 5 y 6 se muestra el contenido de nutrientes en hojas frescas y secas.

Tabla No. 5 Contenido de algunos aminoácidos presentes en las hojas.

<b>Aminoácido</b>	<b>Hoja fresca (mg)</b>	<b>Hoja seca (mg)</b>
Arginina	406.6	1,325
Histidina	149.8	613

Isoleucina	299.6	825
Leucina	492.2	1,950
Lisina	342.4	1,325
Metionina	117.7	350
Fenilalanina	310.3	1,388
Treonina	117.7	350
Triptofano	107	425
Valina	374.5	1,063

Fuente: *Trees for Life, 2005.*

Tabla No. 6 Contenido de vitaminas y minerales en las hojas.

Nutrientes	Hoja fresca (mg)	Hoja seca (mg)
Caroteno (vitamina A)	6.78	18.9
Tiamina (vitamina B1)	0.06	2.64
Riboflavina (vitamina B2)	0.05	20.5
Niacina	0.8	8.2
Vitamina C	220	12.3
Calcium	440	2,003
Calorías	92	205
Carbohidratos	12.5	38.2
Cobre	0.07	0.57
Grasa	1.70	2.3
Fibra	0.90	19.2
Hierro	0.85	28.2
Magnesio	42	368
Fósforo	70	204
Potasio	259	1,324
Proteína	6.70	27.1
Zinc	0.16	3.29

Fuente: *Trees for Life, 2005.*

### 1.3 El uso del aceite de la Moringa oleifera.

El aceite representa entre el 22 y el 40 % del peso de la semilla de Moringa oleifera y contiene alrededor de un 70 % de ácido oleico (*Martín y colaboradores, 2013*). El aceite es comúnmente obtenido por compresión en frío a partir de las semillas maduras produciendo un aceite amarillo inodoro y brillante con un sabor ligeramente a nuez (*SFA.com, 2015*). Este aceite es considerado como una materia valiosa en la elaboración de productos para el cuidado de la piel y cosméticos debido a su contenido de antioxidantes; su incorporación en esta industria es una de las últimas

tendencias. Además, tiene la propiedad de absorber y retener incluso los aromas más volátiles, lo que lo hace muy apropiado para la industria de la perfumería. En la industria cosmética moderna, se utiliza en la fabricación de jabones y perfumes (*Ghazali y Mohammed.com, 2011*), así como humectante para el cuidado del cabello.

En la siguiente Tabla No. 7 se muestra una comparación entre los parámetros de calidad del aceite de *Moringa oleifera* y el aceite de oliva.

*Tabla No. 7 Parámetros de calidad determinados para el aceite de semilla de Moringa oleifera comparados con el aceite de oliva.*

<b>Propiedad determinada</b>	<b>Aceite de Moringa</b>	<b>Aceite de oliva</b>
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.908	0.910
Índice de iodo (g/g)	65.58	65.74
Índice de rancidez (meq kg <sup>-1</sup> )	1.97	≤1.5
Ácidos grasos libres (%)	0.5	≤1.0

Nota: Índice de iodo se expresa en gramos de iodo por 100 mg de muestra. Fuente: *Rodríguez citado por Gómez y colaboradores, 2016.*

El contenido de ácido oleico indica que el aceite de esta especie, tienen el mismo nivel de calidad que el de oliva, por lo que podrían tener el mismo valor nutricional en el mercado. Los resultados derivados de la química y la farmacología asociadas a sus atributos terapéuticos, continúan siendo recientes y en desarrollo. Aunque muchos de sus beneficios han sido comprobados mediante rigurosas investigaciones en modernos laboratorios, no existen caracterizaciones que permitan determinar si el mecanismo de extracción influye en la composición y en el porcentaje de extracción de los aceites. De acuerdo con un estudio realizado en Cuba, en donde compararon tres variedades de semillas utilizando la extracción mecánica y con disolventes determinaron que la extracción por prensado en frío proporcionó un mayor porcentaje de extracción, resultando más económico, menos complejo y sin el requerimiento de maquinaria con tecnología sofisticada. Además, el tiempo de extracción es mucho menor y el producto obtenido está menos expuesto a los reactivos que pudieran modificarlo estructuralmente. Asimismo, el



valor de pH fue de entre 4 y 5, lo que indica que tiene ligeras características ácidas. También, determinaron la composición porcentual del aceite demostrando que el ácido oleico es el componente mayoritario (Gómez y colaboradores, 2016).

En la Tabla No. 8 se muestra que los factores tales como: especie, genética, cultivo, clima, suelo, región, estado de maduración de los frutos y época de colecta intervienen en la composición de los ácidos grasos en el aceite.

*Tabla No. 8 Composición porcentual de ácidos grasos determinados por otros autores en el aceite de la semilla de Moringa oleifera.*

<b>Ácidos grasos</b>	<b>Bukina Faso</b>	<b>Malasia</b>	<b>India</b>	<b>Kenya</b>	<b>Cuba</b>	<b>Pakistán</b>	<b>Malawi</b>
C 8:0 (cáprico)	0.04		0.03	0.03			
C 14:0 (mirístico)	0.10	0.01	0.13	0.11			
C 16:0 (palmítico)	5.57	7.8	6.46	6.04	7.10	6.45	5.83
C 16:1 (palmitoléico)	1.28	2.2	1.36	1.57	1.04	0.97	1.16
C 17:0 (margárico)	0.1		0.08	0.09			
C 18:0 (esteárico)	3.84	7.6	5.88	4.14	4.80	5.50	6.20
C 18:1 (oleico)					7.20		
C 18:2 (linoléico)	0.95	1.1	0.65	0.73	0.31	1.27	0.75
C 18:3 (linolénico)	0.45	0.2	0.18	0.22		0.30	0.22
C 20:0 (araquídico)	3.4	4	3.62	2.76		4.08	4.00
C 20:1 (gondico)	2.7	1.5	2.22	2.4		1.68	2.75
C 22:0 (behénico)	6.95	6.2	6.41	6.73	5.43	6.16	7.20
C 22:1 (erúcico)	0.14		0.12	0.14			0.12
C 24:0 (lignocérico)	1.58	1.3		1.08	0.31		
C 26:0 (cerótico)	0.08		1.18				

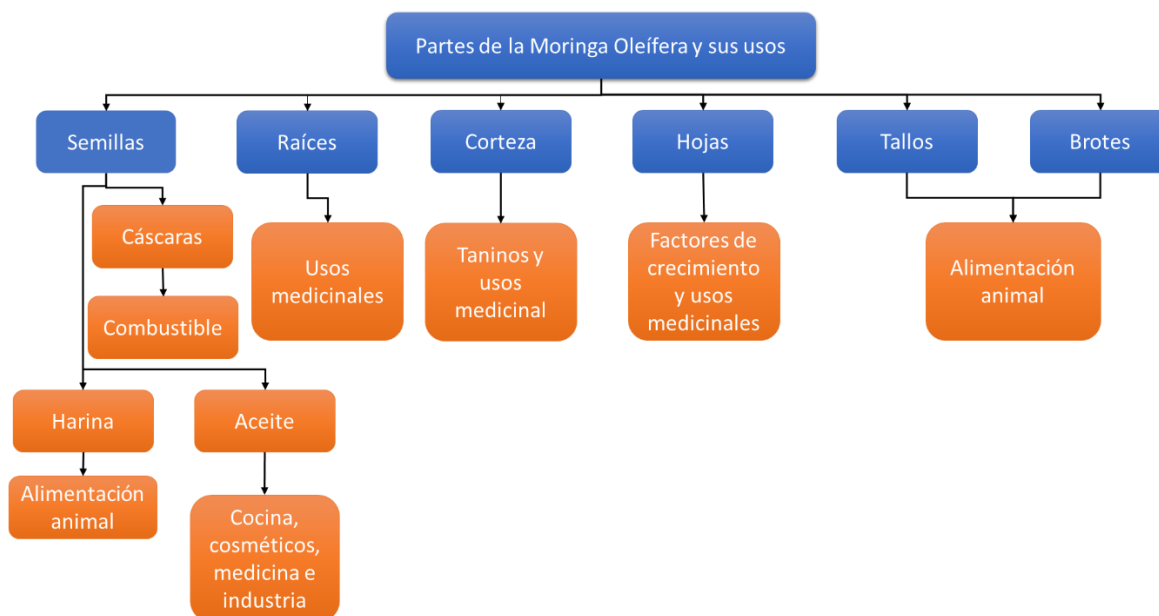
Fuente: Marrero, Vicente, González y Gutiérrez, 2014.

Por lo antes mencionado es importante considerar al aceite de Moringa oleifera como una materia prima potencialmente importante dentro de la industria cosmética que poco a poco ha ido tomando relevancia gracias a sus propiedades.

#### 1.4 Otros usos de la Moringa oleifera.

En el siguiente diagrama se muestra de manera esquemática los posibles usos de cada una de las partes anatómicas de la Moringa oleifera.

*Diagrama No. 2 Usos potenciales de la Moringa oleifera.*



Fuente: *Canett y colaboradores, 2014.*

Es importante mencionar que esta especie tiene relevancia en otros sectores como es el caso de la alimentación animal, esto debido a su alto contenido de proteínas y vitaminas; pudiendo ser un complemento alimenticio en la ganadería de leche y de ceba<sup>11</sup>, así como en la dieta de aves, peces y cerdos, siempre y cuando haya un balance nutricional. Tomando en cuenta las siguientes consideraciones (*Pérez y colaboradores, 2010*):

- Se produce un sabor peculiar en la leche si no se dejan transcurrir por lo menos tres horas entre la ingesta y el ordeño.
- En vacas gestantes se señala un exagerado crecimiento del ternero en el útero, por lo que deberá provocarse un parto anticipado.

<sup>11</sup>Dar comida a los animales para aumentar su peso.

- Es importante deshidratar y balancear con fibra, tal como pastos o residuos de cosechas para evitar deposiciones acuosas.

Cuando se inicia la alimentación con *Moringa oleifera* es posible que se requiera de un período de adaptación y se puede llegar a ofrecer hasta 27 kg de material fresco/animal/día. Los contenidos de sustancias anti nutricionales de la moringa como los taninos<sup>12</sup> y saponinas<sup>13</sup>, son mínimos y no se han encontrado inhibidores de tripsina<sup>14</sup> y lectina<sup>15</sup> (*Martín, Martín, García, Fernández, Hernández y Puls, 2013*). En un estudio realizado se informó que la producción de leche fue de 10 kg/vaca/día con el empleo de entre el 40-50% de *Moringa* en la dieta (sin la utilización de *Moringa oleifera* fue de 7 kg/animal/día). Mientras que el aumento diario de peso en el ganado de engorda fue de 1,200 g/día (sin la utilización de *Moringa* fue de 900 g/día) (*Pérez y colaboradores, 2010*).

Por otra parte, las semillas de *Moringa oleifera* no solo han llamado la atención en la industria cosmética sino también en el tratamiento de aguas residuales, tema que ha tenido un particular interés ya que contienen un compuesto coagulante activo utilizado tradicionalmente para la clarificación del agua potable en las zonas rurales de Sudán y Malawi. La actividad coagulante de las semillas todavía son materia de debate, ya que se han atribuido a polipéptidos catiónicos de baja masa molecular o a un compuesto no proteico de estructura desconocida. Además, tales extractos de semillas son capaces de agregarse y eliminar bacterias, con una eficacia similar a la de las sales de aluminio y otros agentes de tratamiento de agua comúnmente utilizados. Estas propiedades sugieren que los extractos de semillas pueden ser alternativas prometedoras a los agentes químicos utilizados dentro del tratamiento de aguas residuales (*Suarez y colaboradores, 2002*).

---

<sup>12</sup>Sustancia astringente que se encuentra en algunos tejidos vegetales, como la corteza de los árboles y el hollejo de la uva, y que se emplea, entre otros usos, para curtir pieles.

<sup>13</sup>Grupo de glucósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de esta; al agitarlas se produce una espuma abundante y relativamente estable.

<sup>14</sup>Enzima que es segregada por el páncreas e interviene en la digestión de las proteínas.

<sup>15</sup>Amplia gama de proteínas de origen vegetal y animal capaces de unirse en forma más o menos específica a moléculas de azúcares, formando uniones muy similares a las de las enzimas con sustratos.

## 1.5 Aspectos toxicológicos de sus partes anatómicas.

Como se muestra en la Tabla No. 1, el consumo de todas sus partes se da en varias regiones del mundo por lo cual resulta importante la existencia de estudios científicos sobre su toxicidad. Dichos estudios son escasos, por lo que existe incertidumbre por la presencia de sustancias potencialmente tóxicas y los efectos adversos. A continuación, se describen algunos aspectos toxicológicos encontrados de sus partes anatómicas

**Corteza:** Es utilizada con diversos fines terapéuticos y paliativos, sin embargo, se ha probado que produce úlceras y pápulas peligrosas en zonas delicadas como los ojos, la cara y la tráquea por su acción rubefaciente<sup>16</sup> y vesicante<sup>17</sup>. El triturado de la corteza del árbol de Moringa oleifera, contiene una sustancia abortiva que causa violentas contracciones uterinas capaces de inducir la muerte del feto, atribuido al bencil isotiocianato y moringinína, cuyo mecanismo de acción se relaciona aparentemente con un receptor de hormona folículo estimulante (*Canett y colaboradores, 2014*).

La moringina y moringinína, se encuentran en la corteza de la raíz y son alcaloides que estimulan el corazón, relajan los bronquiolos y el músculo liso, aumentando la presión arterial por vasoconstricción estimulando el sistema nervioso central de la misma forma que el LSD. Al utilizar una dosis mayor de 46 mg/kg pc semanal o una dosis diaria de 7 mg/kg pc, provoca daños severos tales como el hígado graso (Paul y Dida, 2012).

**Raíz:** En el interior contiene un potencial tóxico si se consume en grandes cantidades, aun habiendo retirado la corteza. Esto se debe a la presencia del compuesto spirochin, un alcaloide que provoca taquicardia con una dosis de 35 mg/kg pc y efectos contrarios al administrar 350 mg/kg pc. Dosis muy grandes afectan el sistema nervioso central y paralizan el nervio vago, causando paro cardiorrespiratorio, además de causar daños en la función renal con dosis

---

<sup>16</sup>Irritación y enrojecimiento de la piel debido al aumento del flujo sanguíneo.

<sup>17</sup>Producción de ampollas en la piel.

periódicas superiores a 46 mg/kg pc (Asare y colaboradores, 2011). En contraparte, spirochin es un eficaz profiláctico antiséptico contra infecciones ocasionadas por bacterias gram-positivas, especialmente por Staphylococcus y Streptococcus.

Los compuestos antibióticos *pterygospermine* y *athomine*, extraídos de la corteza de la raíz, tienen un efecto bactericida sobre un amplio espectro de bacterias gram positivas y gram negativas, incluyendo Bacillus subtilis, Salmonella typhi entre otros (Nelis citado por Canett y colaboradores, 2014).

**Semillas:** Estas no solo se utilizan para la preparación de alimentos (aceite y harina), también son usadas para la purificación del agua en poblaciones donde impera la deficiencia de servicios de salud y agua potable.

La concentración del extracto de semilla recomendada para la purificación de agua asciende a 200 mg/L, lo cual se encuentra por debajo de las dosis tóxicas para peces y no representan un riesgo para la salud pública (Rolim y colaboradores, 2011).

**Hojas:** Las hojas prácticamente no contienen taninos, mientras que su concentración de saponinas es muy similar a la del frijol chino. Además, contiene 3.1% de fitatos que pueden ser potencialmente perjudiciales para personas vegetarianas, puesto que su consumo reduce la biodisponibilidad de metales divalentes y trivalentes como Zn y Mg. Siendo la parte anatómica que representa menor riesgo para la salud. Una evaluación en ratas sobre la seguridad del extracto acuoso de las hojas, utilizando un método agudo y subagudo demostró que aun administrando una dosis de 2000 mg/kg pc no existe mortalidad, sólo una ligera pérdida de atención, la cual recuperaban en corto tiempo (Adepo citado por Canett y colaboradores, 2014). Mientras que una dosis de 3000 mg/kg pc de este extracto tampoco presenta mortalidad, pero se observa una disminución en los niveles de albúmina<sup>18</sup> (Asare y colaboradores, 2011). Por otro parte existe una baja toxicidad

---

<sup>18</sup>Proteína animal y vegetal, rica en azufre y soluble en agua, que constituye el componente principal de la clara del huevo y se encuentra también en el plasma sanguíneo siendo la principal proteína y linfático, en la leche y en las semillas de ciertas plantas.

en las hojas, con una DL50 de 17.8 g/kg pc, usando etanol para el extracto (Kasolo, 2012).

Con base en lo anterior, la posible toxicidad de la *Moringa oleifera* es directamente proporcional a la dosis y al tiempo de consumo; observándose mayores concentraciones de sustancias tóxicas en la raíz y corteza. Es importante mencionar que los resultados descritos en este apartado fueron realizados en ratas.

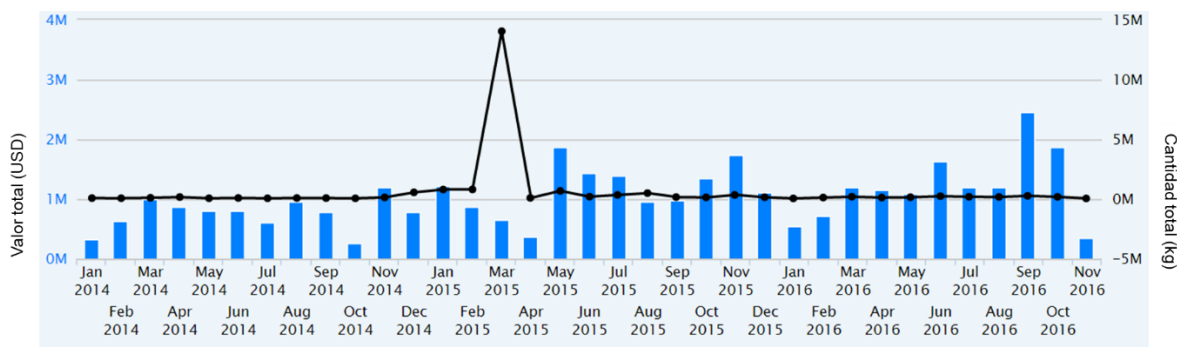
## CAPÍTULO 2

### ESTUDIO DE MERCADO

En este capítulo, se expone la información investigada y analizada sobre el mercado de suplementos alimenticios y productos de belleza y cuidado personal a nivel internacional y nacional, en los cuales es posible posicionar como producto las hojas y el aceite extraído de la Moringa oleifera.

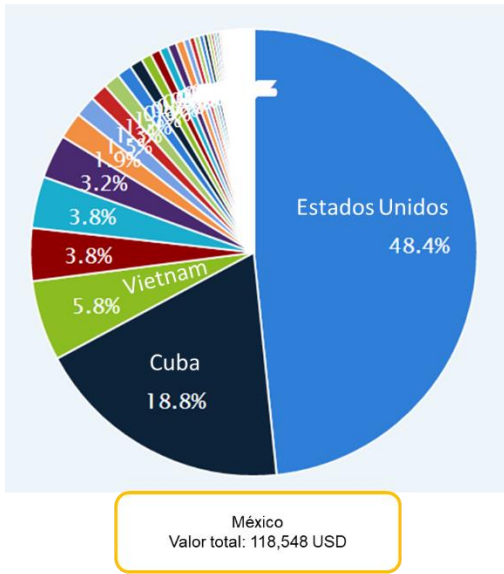
Mundialmente hablando la India es el mayor productor de Moringa oleifera. Las exportaciones de este país dan un buen indicio del mercado creciente para esta especie. En el año 2016 la India exportó Moringa oleifera por 33,409,845 USD equivalente a una cantidad total de 16,391 toneladas. Estados Unidos es el comprador más grande de Moringa con importaciones de 16,165,513 USD, seguido de Cuba y Vietnam que importaron moringa por 6,645,399 USD y 2,226,817 USD respectivamente (*Zauba.com, 2016*). En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento del mercado en general de la Moringa oleifera en la India.

Gráfico No. 1 Volumen total y valor de las exportaciones.

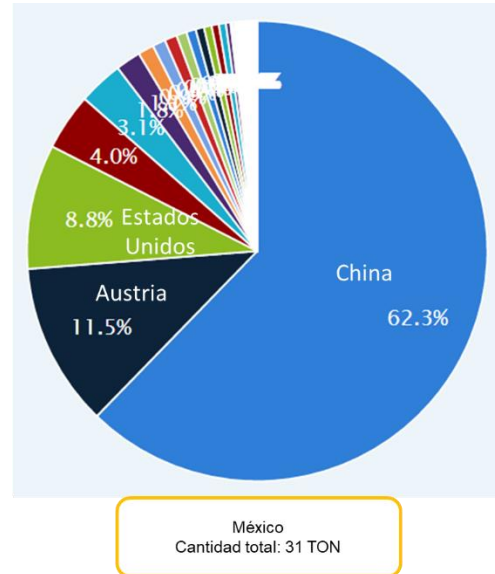


Fuente: Zauba Technologies & Data Services Pvt Ltd.

Gráfico No. 2 Valor total y cantidad total de las exportaciones por países.



Fuente: Zaub Technologies & Data Services Pvt Ltd.



Fuente: Zaub Technologies & Data Services Pvt Ltd.

Como se puede observar en el Gráfico No. 2 la demanda por esta especie se vuelve cada vez más importante y a medida que la Moringa oleífera se cultiva en diversas regiones del mundo, ofrece una oportunidad potencial para aquellos productores “pequeños” los cuales pueden crear una propuesta de venta única para su producto en comparación con los enormes suministros de la India. Los “pequeños” productores que están compitiendo por entrar al mercado mundial incluyen los siguientes países africanos, como: Kenia, Sudáfrica y Mozambique.

La tendencia en el mercado internacional por el consumo de productos que contienen Moringa Oleífera durante la última década nos muestra que los consumidores se han vuelto cada vez más conscientes y críticos sobre los productos que consumen, entrando en una época en que ser un nuevo ingrediente o producto no es suficiente ya que deben resultar ser interesantes en su funcionalidad y al mismo tiempo contar con otros requisitos, tales como una producción sostenible que permita relaciones equitativas entre el agricultor y el empresario, donde se considere que el camino ideal a seguir comprende los siguientes aspectos: natural, sostenible y ético.



Las principales tendencias y perspectivas del mercado consideran los siguientes aspectos:

- Una demanda creciente de los suplementos dietéticos con propiedades benéficas y cosméticos derivados de fuentes naturales (que no contengan ingredientes sintéticos); existiendo grandes oportunidades para los exportadores que ofrecen cubrir esta demanda.
- Una demanda creciente por parte de los consumidores de cosméticos y de suplementos alimenticios de origen ético. En consecuencia, las grandes empresas de Estados Unidos y la Unión Europea se dirigen a ser ambientalmente y socialmente responsables.
- Certificaciones tales como, comercio justo, orgánico, etcétera se vuelven áreas de alto crecimiento para el mercado en los Estados Unidos y la Unión Europea; ya que esto proporcionaría oportunidades para los productores en dichos países.

## 2.1 Visión general del mercado internacional y nacional de los suplementos alimenticios.

En los últimos años, han surgido una gran variedad de productos que contienen Moringa oleifera como un ingrediente, extendiéndose hacia diferentes mercados y encontrándose disponibles en la mayoría de los sitios web dedicados a la comida sana y en tiendas enfocadas al cuidado de la salud en todo el mundo.

En el mercado mundial, el polvo de las hojas de Moringa oleifera es comúnmente utilizado como suplemento alimenticio, cayendo en el mercado de los "súper alimentos verdes" como lo son: la espirulina<sup>19</sup>, la hierba de cebada<sup>20</sup> y pasto de trigo<sup>21</sup>. El interés y la demanda por este producto se incrementa aún más debido a un número creciente de organizaciones internacionales (Alternative Action for African Development y Church World Service) que lo han introducido en sus

---

<sup>19</sup> Es un suplemento dietético elaborado a base de cianobacterias del género Arthrospira.

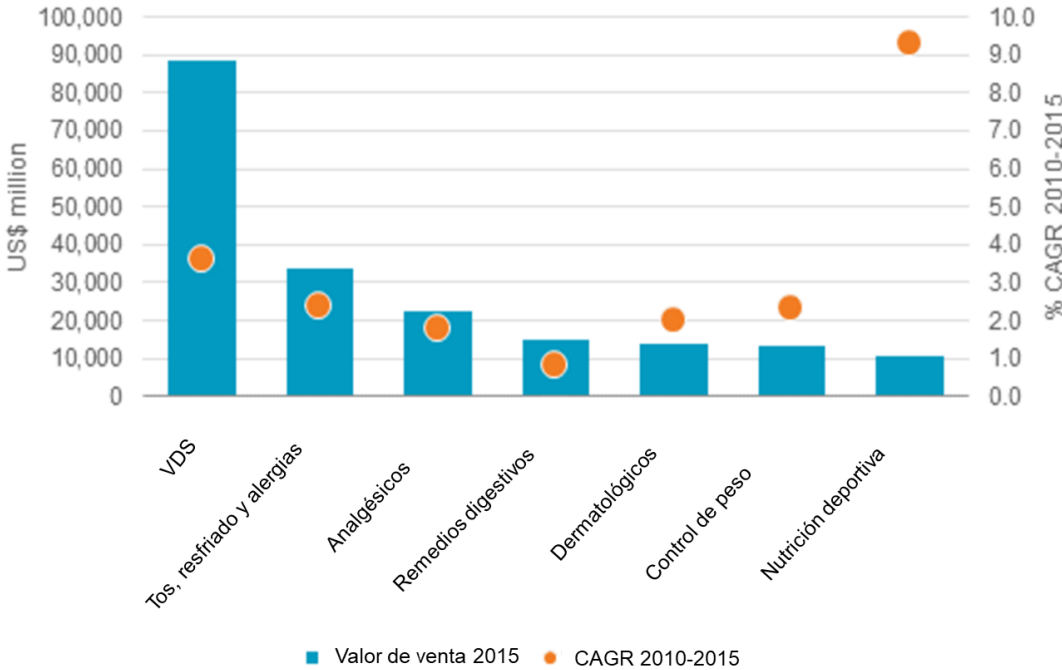
<sup>20</sup> Es la hoja que crece de la planta de la cebada. Sus hojas se deben recolectar cuando son jóvenes, ya que es en ese momento cuando contienen su mayor concentración de proteínas, vitaminas, minerales, enzimas, flavonoides y clorofila.

<sup>21</sup> Es un suplemento muy poderoso que se ha ido popularizando con el paso de los años por las múltiples propiedades que aporta a la salud.

proyectos como una herramienta poderosa en su lucha contra la desnutrición mundial, pero también a menudo es vendida a precios muy altos por algunos productores en el mercado (COOPI, 2011).

Por otra parte, el mercado global de los suplementos alimenticios (también conocido como el mercado nutracéutico) ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años y se espera que esta tendencia continúe. De acuerdo con la revista Forbes la industria de los suplementos alimenticios generó más de 52,000 millones de dólares en el 2014 en todo el mundo, para 2015 la industria llegó a tener un valor de venta estimado de 211 millones de dólares (Juárez, 2015). El crecimiento del mercado nutracéutico es impulsado fuertemente por el aumento del consumo de suplementos alimenticios, y en particular el aumento en las ventas de plantas medicinales, como se puede observar en el Gráfico No. 3.

Gráfico No. 3 Mayores consumidores a nivel mundial por categorías de salud.

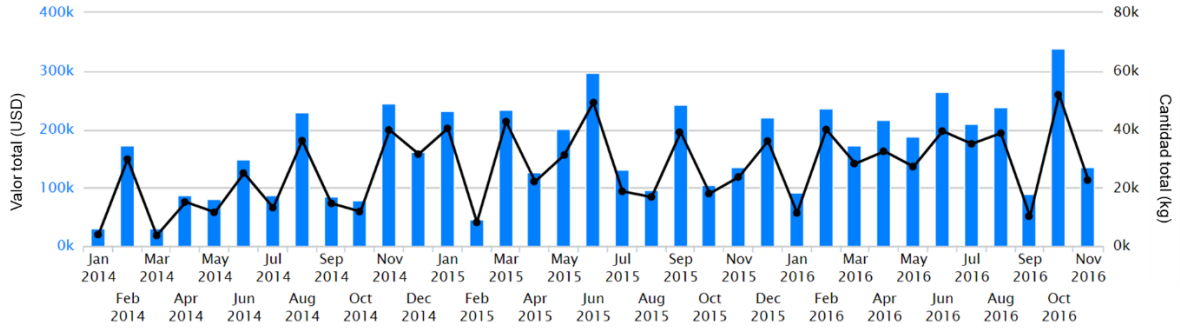


Fuente: Consumer Health: And end-of-year review of 2015 performance to advance market strategy in 2016 and beyond, 2015.  
 Nota: VDS es sinónimo de vitaminas y suplementos dietéticos. CAGR (Tasa Anual Compuesta de Crecimiento) mide la tasa de retorno de una inversión durante un período de inversión de 5 o 10 años.

Los principales mercados para los suplementos alimenticios, se encuentran en los países como Estados Unidos, seguido de Europa Occidental y Japón; en donde es posible encontrar consumidores de clase media acomodada dispuestos a invertir en productos alimenticios que cuiden de su salud.

El cultivo de la Moringa oleifera es muy importante en la India, Etiopía, Filipinas y Sudán (FAO.com,2017) siendo la India el principal productor de polvo de hoja reuniendo más del 80% de la demanda global, esto debido a la gran tradición que existe en el país por incluirla en el consumo diario de sus alimentos, aunque recientemente el mercado ha visto la adición de varias compañías africanas afirmando que su cultivo es de mejor calidad (SFA, 2015). Respecto al año 2016 la India exportó 918 toneladas de hojas con un valor equivalente a 5,687,029 USD (Zauba.com, 2016). En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento de las exportaciones de las hojas de Moringa oleifera en la India.

**Gráfico No. 4 Volumen total y valor de las exportaciones para las hojas de Moringa oleifera.**



Fuente: Zauba Technologies & Data Services Pvt Ltd.



dedican una parte de su ingreso a comprar suplementos alimenticios como: vitaminas, minerales, aminoácidos, ácidos grasos y otras sustancias que se comercializan en diversos formatos, ejemplificándose en la Ilustración No. 5.

*Ilustración No. 5 ¿Qué prefieren los mexicanos?*



Fuente: Nielsen Índice de Confianza del Consumidor (Q1 2016).

\*Súper Alimentos: Aquellos alimentos que poseen gran cantidad de nutrientes que también aportan beneficios extras a la salud, de forma natural, sin agregados ni procesos.

DE LAS MARCAS EXITOSAS, JUEGAN EN UN SEGMENTO SALUDABLE



## 2.2 Visión general del mercado internacional y nacional de los aceites vegetales en los productos de belleza y cuidado personal.

Una amplia gama de aceites vegetales es utilizada por sus propiedades específicas y particularmente valiosas para su uso en productos de belleza y cuidado personal, tal como el aceite de palma y coco los cuales son llamados aceites de alto volumen. Por otra parte, existen también los aceites especiales de bajo volumen, tales como el aceite de Moringa oleifera. Los cuales ofrecen la mayor oportunidad para los productores provenientes de países en desarrollo esto debido a que el mercado es mucho más exclusivo siendo un factor importante en el momento de la comercialización. A esta exclusividad se le puede añadir una historia interesante sobre su origen, cultivo y procesamiento justificado con certificaciones naturales y/o orgánicas para volverlo un producto de mayor valor (CBI.com, 2015).

Siguiendo las tendencias de salud y bienestar, los consumidores cada vez prefieren más los cosméticos con ingredientes naturales, en lugar de sustancias químicas derivadas del petróleo. Esta tendencia a consumir cosméticos naturales ha permitido que las empresas se hagan responsables de cuestiones sociales y también del medio ambiente. En respuesta a estas tendencias, la industria cosmética ha comenzado a diferenciar sus productos mediante el uso de ingredientes naturales (aceites vegetales), desencadenando un crecimiento en la demanda internacional por el aceite proveniente de la Moringa Oleífera. Aunque, el uso de este aceite constituye una proporción menor respecto al uso de aceites más comunes tales como: la semilla de chabacano (1), la semilla del fruto copuazú (2), el aceite de argán (3), el aceite del árbol baobab (4), el aceite de papaya (5), el aceite del árbol karité (6) entre otros.

*Ilustración No. 6 Aceites naturales mayormente utilizados.*



1)



2)



3)



4)



5)

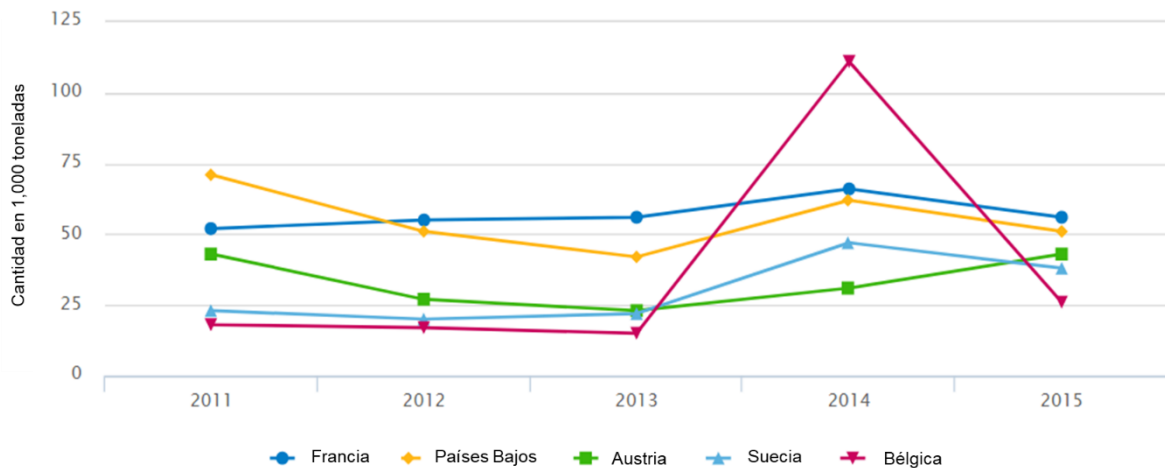


6)

La gran oportunidad para los aceites vegetales es en el mercado de los hidratantes debido a su popularidad. En el año 2012, el 66% de todos los lanzamientos de nuevos productos en el mercado global del cuidado de la piel fueron hidratantes. La

proporción de consumidores actual que utilizan productos para el cuidado facial, ya sea para prevenir o tratar la piel seca es del 56% en el Reino Unido, 48% en Alemania y 37% en Francia. A nivel mundial el cuidado de la piel es la mayor perspectiva futura, pero existen otras tres categorías que no deben ser ignoradas. En la primera categoría, se encuentran los productos enfocados a los recién nacidos y niños que presentarán un mayor crecimiento en los próximos cinco años debido al aumento de los ingresos disponibles y la maternidad, los productos desodorantes serán la segunda categoría de crecimiento más rápido, ya que los mercados emergentes impulsarán la demanda y por último el mercado de las fragancias (Feldman ,2015).

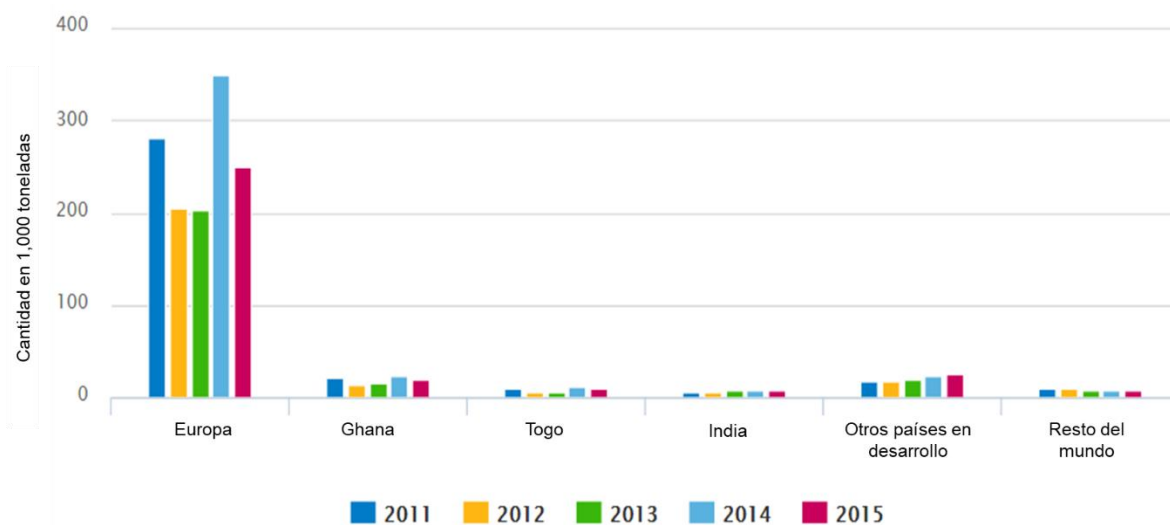
Gráfico No. 6 Principales importadores Europeos de aceites vegetales.



Fuente: Eurostar citado por Ministry of Foreign Affairs, 2016.

El gráfico No. 6 muestra los principales importadores de aceites vegetales. Asimismo, España (+ 25% anual), Finlandia (+ 23% anual), Lituania (+ 34% anual), Portugal (+ 16% anual), Suecia (+ 14% anual) y Bélgica (+ 14% anual) aumentaron el valor de sus importaciones lo cual los vuelve países atractivos para los exportadores de aceites vegetales.

*Gráfico No. 7 Principales proveedores de aceites vegetales en la Unión Europea.*



Fuente: Eurostar citado por Ministry of Foreign Affairs, 2016.

Como se puede observar en el Gráfico No. 7 los proveedores que se encuentran en los países en desarrollo aportaron una pequeña pero creciente parte de las importaciones europeas (19% en 2015). El volumen de las importaciones de los países en desarrollo creció a un ritmo superior al total de las importaciones europeas (+ 4% y + 12% valor anual, respectivamente). Los mercados de referencia importantes para los productores de aceites vegetales de los países en desarrollo son: los Países Bajos, Francia, Italia y Dinamarca. Por ejemplo, para el caso de los Países Bajos el 61% de las importaciones en 2015 fue proveniente de países en desarrollo. Otro caso es Dinamarca en donde el 80% de sus importaciones en 2015 provinieron de países en desarrollo; siendo un importador pequeño de aceites vegetales. Las importaciones de Francia y Bélgica provenientes de países en desarrollo aumentaron sustancialmente de 2011 a 2015 (+ 27% y + 34% anual, respectivamente). Esto implica que estos países ofrecen oportunidades crecientes para los productores de los países en desarrollo.

Los principales proveedores europeos son: Holanda, Dinamarca, Alemania, España y Francia quienes representan el 53% de los suministros, por lo cual la mayor parte del comercio de aceites vegetales proviene de fuentes europeas.



### 2.2.1 Panorama del mercado de los productos naturales.

Por otra parte, la cuestión natural y/o orgánica ha tomado relevancia dentro de este sector de productos ya que las empresas dedicadas a la producción de productos de belleza y cuidado personal han dado cada vez más importancia al aspecto natural que al glamour, y esto se refleja en que las marcas naturales y orgánicas se convierten cada vez más en las más buscadas en el mercado. Detrás de esta tendencia se encuentra la preocupación creciente sobre las sustancias químicas que se encuentran en muchos cosméticos y artículos de tocador debido a que los consumidores se encuentran más conscientes e informados de lo que quieren consumir.

Este mercado tiene un valor aproximado de \$ 269.6 mil millones de USD y de acuerdo con el último análisis de Euromonitor International, los productos que se consideran naturales u orgánicos son uno de los principales impulsores de este dinamismo ya que no sólo estas marcas inyectan innovación en el mercado, sino que también están contribuyendo al crecimiento del valor, llegando como lo hacen con una prima del 30-50% sobre los productos estándar.

En los países occidentales, se le ha dado poco a poco más importancia a las marcas que ofrecen alternativas naturales. Sin embargo, en países como China, India y Rusia, existe una fuerte tradición por usar productos naturales, a menudo fundados en prácticas médicas antiguas como el Ayurveda, en donde estos consumidores desconfían de las marcas sintéticas e importadas. En Brasil, por ejemplo, la firma de cosméticos Natura lidera el mercado con una participación del 13% gracias al uso de ingredientes naturales locales (ASF,2015).

Los cosméticos naturales y orgánicos, así como los artículos de tocador han sido titulares durante algunos años y a partir del 2006 los ingredientes naturales se convirtieron en una oferta principal. Asimismo, las iniciativas gubernamentales han ayudado a crear conciencia sobre esto. En la Unión Europea, por ejemplo, entró en vigor una nueva legislación que prohíbe ciertos productos químicos potencialmente nocivos utilizados en cosméticos y artículos de tocador exigiendo que algunos

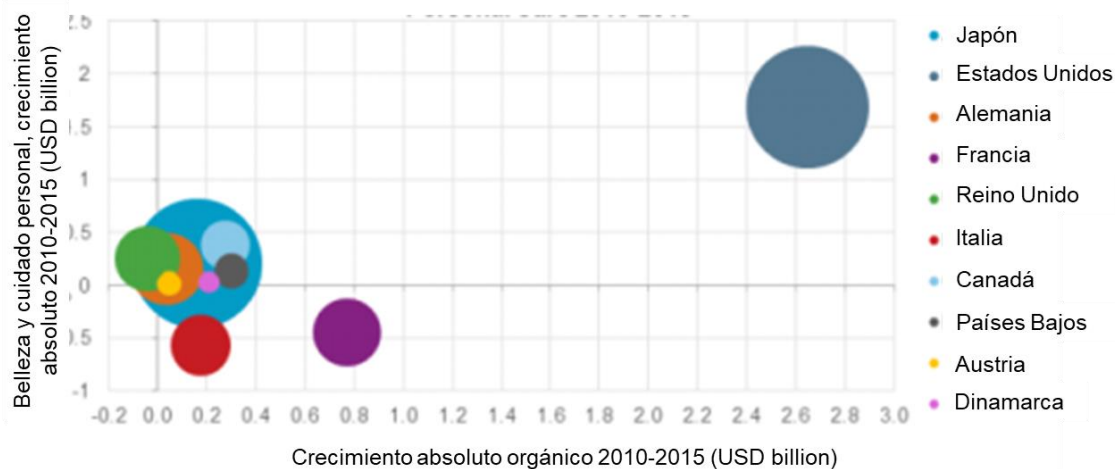
fueran probados antes de usarlos. Además, el hecho de que las multinacionales estén aceptando esta tendencia es una señal de que los ingredientes naturales están aquí para quedarse. L'Oréal, por ejemplo, está trabajando para mejorar su perfil ético a través de adquisiciones que incluyen la del minorista de belleza natural The Body Shop y el fabricante francés de cosméticos y artículos de tocador orgánicos Sanoflore, asimismo Colgate-Palmolive también está aprovechando la tendencia y ha adquirido la empresa de higiene oral natural Tom's of Maine.

Debido a que la demanda de productos de belleza y cuidado personal con ingredientes naturales continúa en auge, se ha vuelto de suma importancia considerar la sostenibilidad del producto en donde los consumidores también han tomado conciencia de esto resultando en otra tendencia emergente, que es la de las marcas ecológicas, éticas y socialmente responsables. El resultado de esto se verá reflejado en un adelgazamiento de la categoría, quedándose solamente aquellas marcas con un alto porcentaje de ingredientes naturales y una postura respetuosa con el medio ambiente. Si bien esta situación puede socavar el desarrollo de la tendencia natural, es realmente una buena noticia para la industria y los consumidores por igual. Por mencionar algunos ejemplos Burt's Bees, Aveda y Body Shop son sólo tres de las más de 500 empresas de belleza que han firmado compromisos para eliminar los ingredientes tóxicos de sus productos en los próximos tres años.

En la actualidad, la problemática se centra en que hay pocas marcas las cuales no es posible afirmar que sean 100% naturales y completamente sustentables. Por lo que la existencia de estándares más exigentes para esta categoría daría a los fabricantes un incentivo para invertir en la investigación y el desarrollo de reemplazos eficaces a los ingredientes químicos dando lugar a una gama más amplia de cosméticos y artículos de tocador verdaderamente naturales.

Por otra parte, debido a la fuerte conciencia de los principios orgánicos, en los Estados Unidos, se ofrece el mayor potencial para el desarrollo de productos de belleza y cuidado personal orgánicos; aunque Japón y los Países Bajos también ofrecen oportunidades, como se muestra en el Gráfico No.8.

Gráfico No. 8 Crecimiento de los 10 primeros mejores mercados naturales 2010-2015.



Fuente: Euromonitor International.

Nota: El tamaño de la burbuja indica la participación de los países en la categoría de belleza y cuidado personal en 2011. Belleza y cuidado personal comprende únicamente el cuidado de la piel, cuidado del cabello, protección solar, aseo personal. Datos en precios constantes de 2011.

En el período 2010-2015, los alimentos y bebidas orgánicas en los Estados Unidos tuvieron un crecimiento absoluto de 2,600 millones de dólares, mientras que la industria de la belleza natural y el cuidado personal previó una ganancia de 1,700 millones de dólares. Este fuerte crecimiento muestra que Norteamérica es el principal mercado objetivo para las empresas que deseen explorar la belleza natural. Así mismo Japón es el mayor mercado de belleza y cuidado personal, representando una cuota de ventas con un valor global del 14% en 2011. Igualmente existe una creciente conciencia en el país de consumir alimentos y bebidas naturales, ambos factores combinados significan que Japón tiene el potencial de ser el segundo mercado más atractivo para la belleza natural y los productos del cuidado personal, siempre y cuando los certificados ecológicos y los beneficios naturales pueden ser efectivamente transmitidos a los consumidores (*Euromonitor Research, 2012*). Por último, Alemania es el mercado más maduro para productos de belleza natural, con una gran cantidad de marcas como Börlind, Dr Hauschka, Lavera y Weleda, originarios del país. Por lo tanto, existió un menor crecimiento (crecimiento más débil, pero de una base más grande) en productos de belleza natural durante el período 2010-2015 dado a que el interés local se ha estabilizado.

Sin embargo, estas marcas son testigos de la creciente popularidad de los ingredientes naturales.

*Ilustración No. 7 Marcas de cosméticos alemanas con certificado de cosméticos naturales y sustentables.*

**ANNEMARIE  
BÖRLIND**  
NATURAL BEAUTY



**Dr. Hauschka**



Tomando en cuenta que la India es uno de los principales productores de Moringa oleifera a nivel mundial a continuación se muestran las siguientes gráficas en donde es posible observar el comportamiento de las exportaciones del aceite vegetal. Respecto al año 2016 la India exportó 5,072 litros de aceite con un valor equivalente a 161,243 USD (*Zauba.com, 2016*). Mostrando en el Gráfico No. 10 a los tres consumidores más importantes para la India.

Gráfico No. 9 Volumen total y valor de las exportaciones para el aceite de Moringa oleífera.

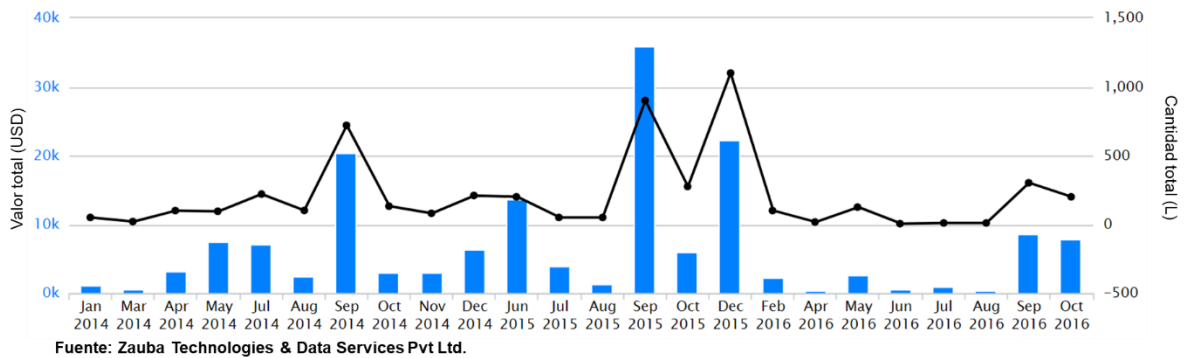
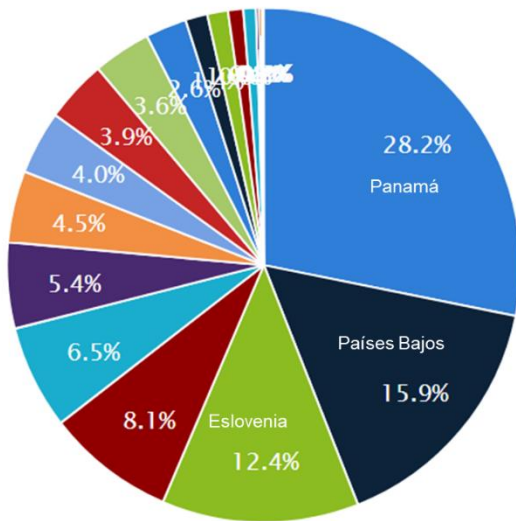
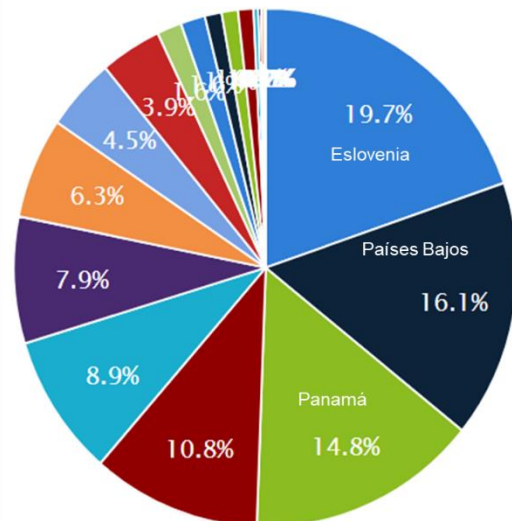


Gráfico No. 10 Valor total y cantidad total de las exportaciones por países.



Fuente: Zauba Technologies & Data Services Pvt Ltd.



Fuente: Zauba Technologies & Data Services Pvt Ltd.

Por otra parte, existen empresas de cosméticos convencionales como: The Body Shop, Redken y Kérastase las cuales han descubierto que el aceite de Moringa oleífera es uno de los mejores aceites vegetales especiales disponibles en el mercado y han puesto en marcha diversas líneas de productos utilizando este aceite como un ingrediente clave. Por lo que el interés en estos productos va en aumento, resultando en una demanda creciente. En la Ilustración No. 8 se muestran algunos ejemplos de productos que contiene dentro de sus ingredientes el aceite de Moringa oleífera.

*Ilustración No. 8 Productos que contienen Moringa oleífera.*



En general el nivel de precios de los aceites vegetales depende habitualmente de la disponibilidad, la variedad, la novedad, la calidad (incluida la composición de los ácidos grasos), la demanda y los tipos de cambio. Los aceites que se encuentran en el extremo inferior del rango de precios son:

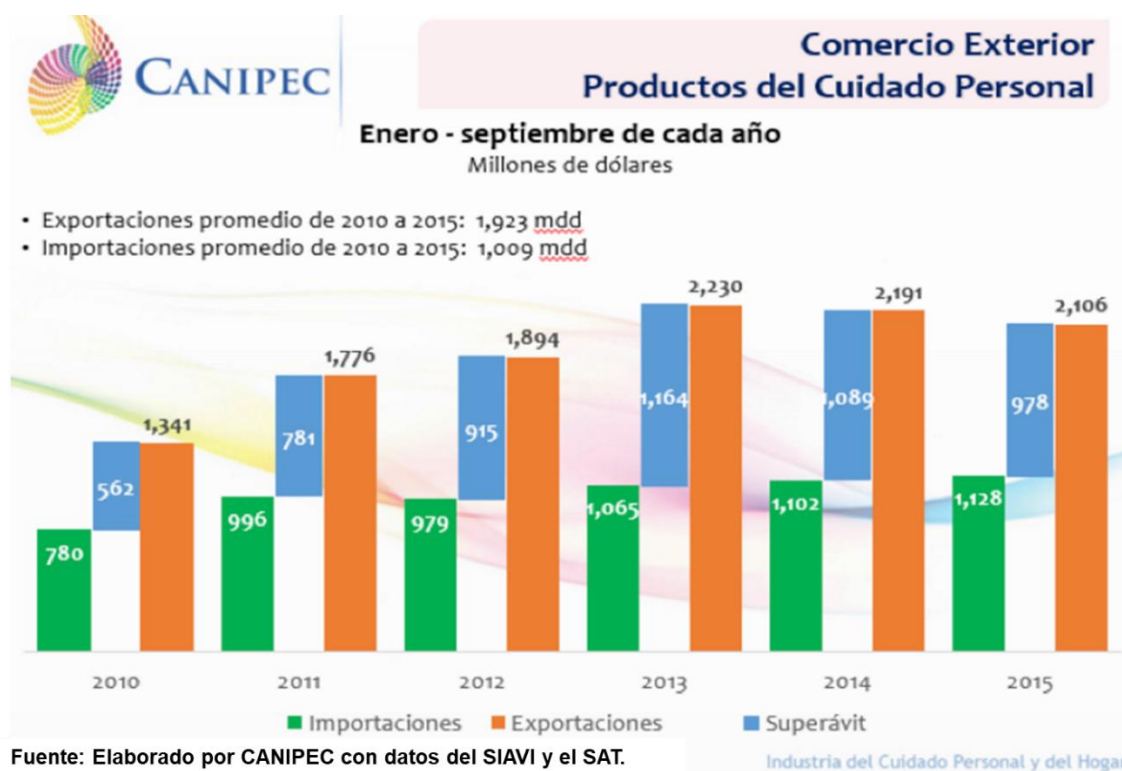
- Aceite de girasol: 3 USD/kg
- Aceite de linaza: 5 USD/kg
- Aceite de almendra: entre 20 y 25 USD/kg
- Aceite de espino cerval de mar el cual es un aceite vegetal en el extremo superior de la gama de precios, con un precio de 100 USD/kg.
- Aceite de semilla de pera espinosa: entre 200-300 USD/kg

Lo antes mencionado es importante a la hora de fijar el precio del producto el cual deberá incluir los niveles de calidad y las condiciones de entrega.

Por otra parte, en nuestro país la industria cosmética mexicana ocupa el tercer lugar en producción de cosméticos, después de Estados Unidos y Brasil. En el mercado interno aporta el 0.7 % de la industria manufacturera y el 4.2 % del PIB de la industria química. Además, México exporta cosméticos a más de 100 países en todo el mundo, principalmente a Estados Unidos y América Latina (*Secretaría de Economía, 2017*). De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos (CANIPEC), en el 2014, México fue el segundo mercado más importante en América Latina en cuanto a productos de aseo personal y cosméticos alcanzando un valor de 10,500 millones de dólares y el año pasado sucedió lo mismo debido a que el consumo per cápita de los mexicanos en este tipo de productos rondó los 90 dólares anuales. Asimismo, la CANIPEC reconoce que el mercado informal crea una afectación que calcula en 5% del valor del mercado, con fenómenos que van desde el contrabando, falsificación y la comercialización de lo robado, por ello, es prioritario educar a los mexicanos para que valoren sus opciones de compra, que, si bien muchos de los productos son de bajo riesgo, estos suelen aplicarse en la piel y puede traer consecuencias leves (*Rodríguez, 2016*).

En el siguiente Gráfico No. 11 se muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones. Se puede observar que la exportación es mucho más grande que la importación lo cual se ve reflejado en el aumento del superávit, sin embargo, durante el periodo del 2013 al 2015 el superávit fue disminuyendo y esto puede ser atribuido a que durante esta etapa hubo una carencia de insumos lo cual ocasionó el incremento de las importaciones.

Gráfico No. 11 Comportamiento del comercio exterior de los productos del cuidado personal.



De acuerdo con la tendencia de los productos naturales, el mercado internacional ha experimentado un fuerte crecimiento. Durante la última década la demanda de estos dos productos naturales (hojas y el aceite) se ha vuelto cada vez más fuerte, esto se debe principalmente a los consumidores de las economías desarrolladas y emergentes (en particular los Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea), que se encuentran cada vez más en la búsqueda de suplementos alimenticios y cosméticos derivados de fuentes naturales (SFA, 2015).

Por lo antes expuesto el mercado nutracéutico y el mercado de los aceites vegetales tanto nacional como internacional representa una buena oportunidad para poder ofrecer como producto las hojas de moringa y como insumo el aceite moringa, debido a que existe una demanda significativa por los productos naturales que sustituyan a los ingredientes químicos y con los cuales los consumidores obtengan mejores resultados y que asimismo beneficien al medio ambiente.



## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO TÉCNICO

En este apartado se resolverán las preguntas de ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿dónde?, y ¿con qué producir las hojas y el aceite provenientes de la Moringa Oleífera?, explicando todo lo relacionado con el funcionamiento y la operatividad del proyecto.

#### 3.1 Elaboración del suplemento alimenticio.

Para la elaboración del suplemento alimenticio es recomendable respetar las buenas prácticas de producción que permitan certificar su empleo en la utilización de los suplementos alimenticios. Por lo que es conveniente cumplir con lo siguiente (COOPI, 2011):

- Utilizar terrenos que nunca hayan sido tratados con productos químicos por lo menos los últimos cinco años.
- Que los terrenos no estén cerca de plantaciones que han utilizado o utilicen productos químicos,
- Está estrictamente prohibido el uso de productos químicos para el tratamiento de las hojas de Moringa oleífera, en caso de ataque de plagas se debe podar y quemar las hojas con plagas producto de la poda.
- Está estrictamente prohibido usar productos tóxicos cerca o en los edificios de elaboración y envasado de la Moringa.
- Está prohibido agregar productos complementarios a las hojas de Moringa oleífera.

A continuación, se mencionarán los pasos importantes dentro de la elaboración del suplemento alimenticio.

#### **1. La Cosecha.**

La cosecha puede realizarse manualmente, las ramas con hojas se pueden cortar con tijeras de podar, una hoz o un cuchillo afilado. Todas las ramas deben ser cortadas por encima de la altura deseada que varía de 30 cm a 1 m del suelo. En la producción intensiva, es posible cosechar las hojas mecánicamente con una segadora. Igualmente puede hacerse la cosecha recogiendo solamente las hojas

directamente del árbol. También se pueden separar las hojas de la base del pecíolo; en este caso la cosecha será más rápida, pero el crecimiento futuro será menor porque no se procede a la poda de las ramas. Las hojas deben recolectarse en el momento más fresco del día, temprano por la mañana o al atardecer. Es imperativo evitar que las hojas estén mojadas por el rocío, para prevenir el crecimiento de moho durante el traslado.

Para el caso de los frutos la cosecha debe realizarse cuando estén maduros, lo que se puede observar en su cambio de apariencia ya que toma un color marrón y una apariencia seca. Los frutos deben abrirse con facilidad, las semillas se extraen, se ponen en bolsas y son almacenadas en un lugar seco.

Si bien lo que se recomienda es realizar la cosecha de forma manual es importante considerar los niveles de producción. Si los niveles de producción sobrepasan al personal sería recomendable hacer uso de una segadora.

## ***2. El Transporte.***

El transporte es un paso crítico para asegurar la calidad del producto final. Por lo cual existen dos opciones:

- Cortar las ramas grandes y transportarlas al centro de procesamiento si está lo suficientemente cerca, antes de defoliar las ramas.
- Defoliar las hojas de las ramas antes de su transporte al centro de procesamiento. Las hojas pueden ser atadas en manojos por su pecíolo, o mejor, repartidos en bandejas o estantes de secado o de tela de malla fina para evitar que se comiencen a pudrir.

El material vegetal recién cosechado debe ser transportado al centro de procesamiento lo más rápidamente posible para evitar el deterioro. Las hojas frescas de Moringa oleifera tienen que estar bien ventiladas durante el transporte. Para cortas distancias se pueden poner en canastas. Asimismo, es importante recalcar que el transporte debe efectuarse durante el horario más fresco del día.

### **3. La Transformación.**

La transformación tiene que efectuarse inmediatamente después de la cosecha, la primera regla obligatoria es la limpieza del lugar, y de cualquier utensilio y material que se utilizan en la transformación: personal, bolsas, tijeras, envases, secadores, etcétera. Es necesario contar con un lugar para el secado, almacenamiento y uniforme (la ropa de trabajo debe mantenerse siempre limpia).

#### ✓ 3.1 *Defoliación.*

La defoliación es la separación de las hojas de los pecíolos, si las hojas no han sido ya separadas en el campo. En esta etapa las hojas dañadas o con plagas se deben eliminar.

#### ✓ 3.2 *Lavado y desinfección.*

Esta etapa es muy importante ya que se debe eliminar el polvo y gérmenes de las hojas. Es posible utilizar algún agente químico para la desinfección (*Secretaría de Salud, 2002*), por ejemplo:

#### **Compuestos de cloro.**

Estos compuestos si se utilizan debidamente, pueden considerarse entre los mejores. Es posible obtener soluciones concentradas de hipoclorito de sodio líquido que contienen de 100,000 a 130,000 miligramos de cloro por litro (ppm), o mezclarse con detergentes en forma de cristales clorados. Estos desinfectantes tienen un efecto rápido sobre una gran variedad de microorganismos, y son relativamente baratos. Son los más apropiados para la desinfección general de las plantas de productos alimenticios. Deben usarse en concentraciones de 100 a 250 miligramos de cloro por litro. Es importante considerar que esté grupo de desinfectantes corroe los metales y produce además efectos decolorantes, por lo que es necesario enjuagar lo antes posible las superficies desinfectadas con dichos productos, después de un tiempo suficiente de contacto. Sin embargo, los desinfectantes clorados, con excepción del dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), pierden su eficacia ante la presencia de residuos orgánicos.

## **Yodóforos.**

Estos compuestos siempre se mezclan con un detergente en un medio ácido, por lo que son muy convenientes en los casos en que se necesite un limpiador ácido. Su efecto es rápido y tienen una amplia gama de actividad antimicrobiana. Para superficies limpias, normalmente se necesita, una solución de unos 25 a 50 miligramos por litro de yodo disponible a un pH 4. Es posible observar visualmente la eficacia de los yodóforos, ya que pierden el color cuando el yodo residual ha bajado a niveles ineficaces. Los yodoforos no son tóxicos cuando se emplean en concentraciones normales, pero pueden incrementar el contenido total de yodo de la dieta. Apenas tienen sabor u olor, pero mezclándose con determinadas sustancias en los alimentos pueden causar envenenamiento. Los yodóforos pueden tener una acción corrosiva en los metales, dependiendo de la fórmula del compuesto y la naturaleza de la superficie a la que se apliquen. Por estas razones, debe tenerse especial cuidado en eliminarlos enjuagando las superficies después de utilizarlos.

## **Agentes anfóteros tensoactivos.**

Este tipo de desinfectantes constan de un agente activo con propiedades detergentes y bactericidas. Son de baja toxicidad, relativamente no corrosivos, insípidos e inodoros, y son eficientes cuando se usan de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

### *✓ 3.3 Escurrimiento.*

Se deben escurrir las hojas en baldes perforados, luego esparcir las hojas sobre bandejas de secado durante 15 minutos (opcional) antes de llevarlas al área de secado.

### *✓ 3.4 Secado.*

El secado de las hojas debe efectuarse tomando en cuenta las siguientes indicaciones:

- Realizarse rápidamente para evitar la producción de moho.
- Al abrigo del sol para evitar la degradación de las vitaminas por los rayos UV.
- Lejos del polvo para evitar la contaminación.

Es importante mencionar que la vitamina A es destruida por la luz solar por lo tanto las hojas deben mantenerse fuera de la luz directa del sol, de preferencia en un recipiente de plástico bien cerrado. Se estima que las hojas mantienen entre 50 y 70% de su contenido de vitamina A si se secan a la sombra y sólo entre el 20 y 40% si se secan al sol (FAO,2002). Existen tres métodos principales para secar las hojas:

#### Secado a temperatura ambiente:

Consiste en esparcir las hojas sobre una rejilla, puesta sobre bastidores en una habitación bien ventilada. Las rejillas deben ser protegida de insectos, roedores y polvo. El uso de ventiladores es posible, pero el aire no debe dirigirse directamente a las hojas, a fin de no aumentar el riesgo de contaminación por gérmenes presentes en el medio ambiente. Podemos dar vuelta a las hojas al menos una vez, con guantes estériles, para obtener un secado uniforme. Las hojas deben estar completamente secas después de los cuatro días. Sin embargo, el secado a temperatura ambiente no garantiza dejar completamente libre de moho las hojas y, por lo general, la humedad no llega al nivel máximo recomendado que es del 10%.

*Ilustración No. 9 Ejemplo de secado a temperatura ambiente.*



### El secado solar:

Es el más recomendable ya que el polietileno que se utiliza es tratado con anti-UV u opaco (si el plástico es color negro se debe poner atención al aumento de la temperatura, asegurándose que no supere los 55° C). La toma de aire en cada extremo del túnel debe estar equipada con un filtro de tela para el polvo. Se deben distribuir las hojas en los bastidores y dejar secar durante unas 4 horas (el rango de temperatura es de 35° C a 55° C durante un día muy soleado). El producto final debe ser muy quebradizo. Este tipo de secado se recomienda para el procesamiento en zonas rurales sin acceso a electricidad.

*Ilustración No. 10 Ejemplo de secado solar.*



### El secado mecánico.

Se utilizan secadores de aire caliente, eléctricos o de gas. Las temperaturas deben estar entre los 50 °C y 55 °C (a más altas temperaturas las hojas se queman y toman un color marrón). Las hojas se deben secar hasta que su humedad residual sea inferior al 10%. Se recomienda este método para el procesamiento a gran escala, ya que garantiza la producción bajo condiciones controladas durante todo el año.

*Ilustración No. 11 Ejemplo de secado mecánico.*



Fuente: Spanishalibaba.com

#### **4. Envasado y almacenamiento.**

Las hojas ya deshidratadas se deben de almacenar a la sombra para evitar que las vitaminas se degraden, además deben de ser protegidas en un recipiente cerrado.

En el Diagrama No. 3. se muestra un diagrama de bloques que resume los pasos por los cuales deben pasar las hojas de Moringa oleífera para la elaboración del suplemento.

Diagrama No. 3 Diagrama de bloques para la elaboración del suplemento alimenticio.

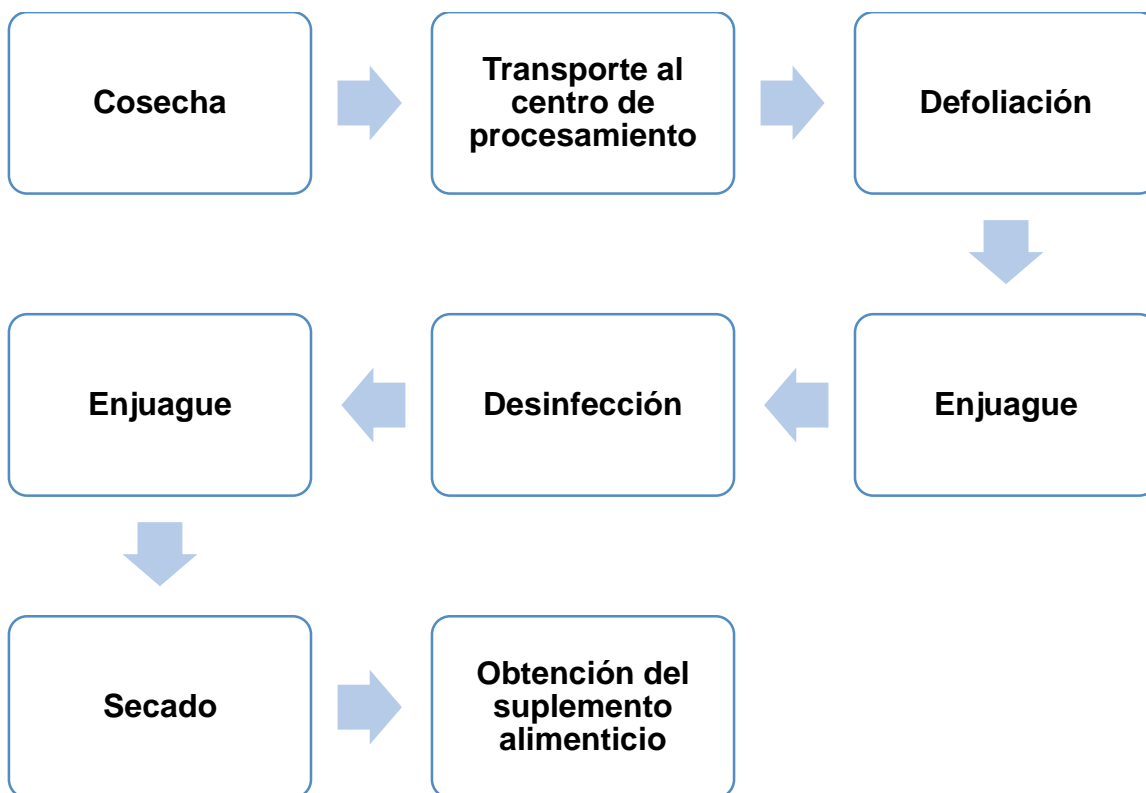




Diagrama No. 4 Diagrama de Flujo de Proceso para la elaboración del suplemento alimenticio.

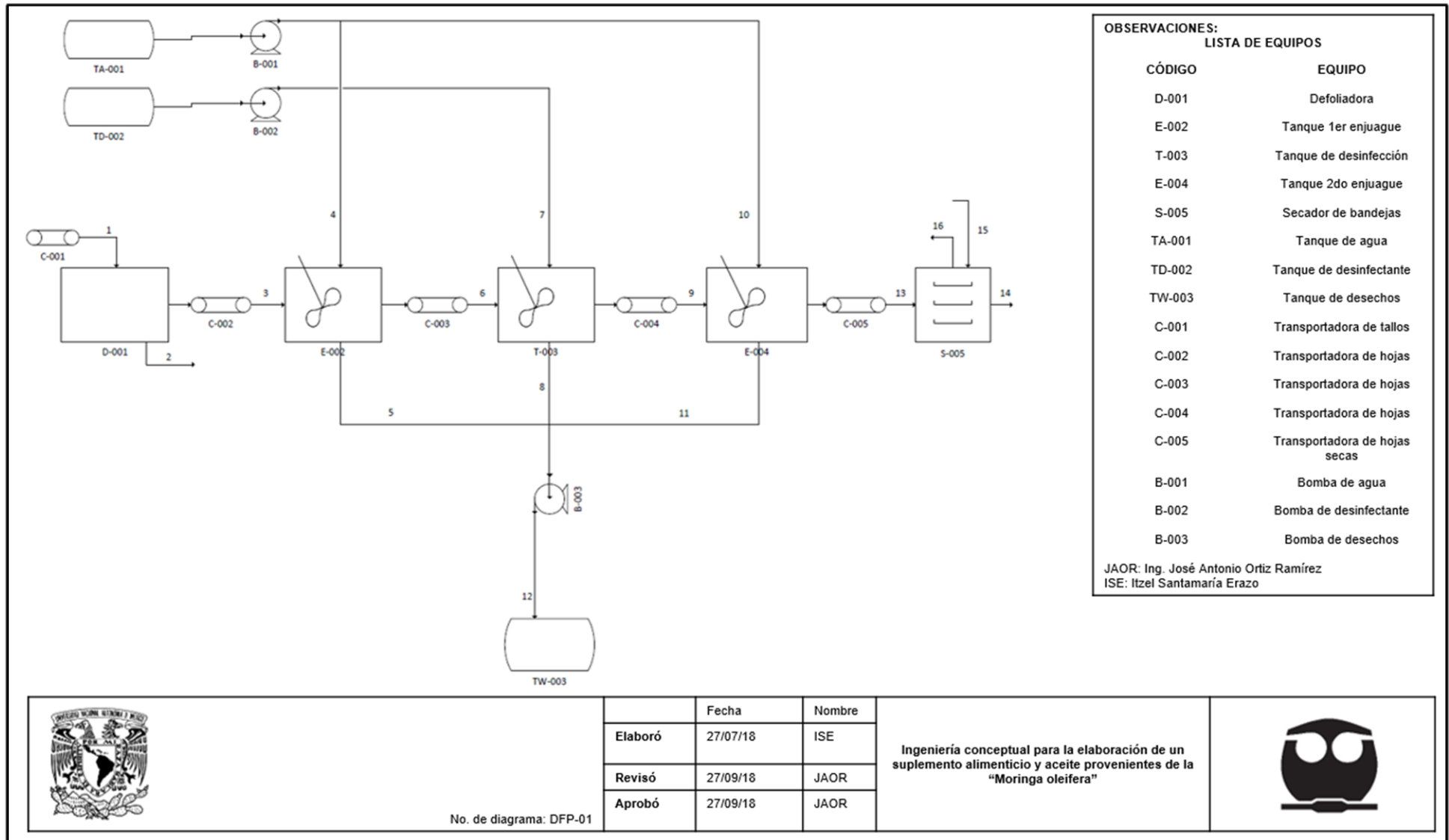


Tabla No. 9 Balance de materia preliminar para la obtención de un suplemento alimenticio.

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
kg/lote	667.24	Flujo que se determinará en la Ingeniería Básica	667.24			667.24			667.24				667.24	474.38	3328.87	3521.72
Volumen (m <sup>3</sup> )			3.34	5.00	5.00		4.17	4.17		5.00	5.00	56.72				
Composición	ramas	basura	hojas	agua	agua usada	hojas	desinfectante	desinfectante usado	hojas	agua	agua sucia	agua + desinfectante usado	hojas húmedas	hojas secas	aire caliente	aire húmedo
T (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	50	30	55
P (mmHg)	760	760	760	816.91	760	760	828.29	760	760	760	760	765.02	760	760	760	760

En el Diagrama No.4 mostrado arriba está representado el proceso de elaboración del suplemento alimenticio a partir de las hojas de Moringa oleífera. Resulta importante comentar las siguientes consideraciones; está pensado que sea un proceso por lotes debido a la cantidad de hojas a procesar, al tipo de secador seleccionado (gabinete o charolas) y a los aspectos higiénicos y sanitarios ya que de acuerdo con la FAO los lavados secuenciales son más efectivos que uno solo. Por ejemplo, un lavado inicial para eliminar la tierra, suciedades y restos vegetales, seguido de una desinfección y para terminar un último enjuague consiguiendo así un alto grado de limpieza (FAO.com ,2003). El tratamiento que se le dará a las aguas residuales se deberá determinar en la Ingeniería Básica ya que es necesario conocer la composición química del agua residual para determinar el tren de tratamiento. En la Tabla No. 9, se realiza un balance de materia preliminar considerando que el área de cultivo sea de una hectárea en la cual se plantarán 4,000 árboles los cuales producirán 2,338 ton de materia fresca anuales aproximadamente. Se determinó que la distancia apropiada entre cada árbol sea de 3m, esto para favorecer la producción máxima de follaje como se muestra en la Ilustración No. 3 figura uno.

### 3.2 Elaboración del aceite de Moringa Oleífera.

El aceite es obtenido a partir de la semilla, la cual contiene aproximadamente 35% de aceite de muy alta calidad. El aceite es de color amarillo intenso, sabor y color agradable (*Folkard y Sutherland, 2016*). El aceite de la semilla de Moringa oleífera contiene ácidos grasos saturados e insaturados (como el omega-9 y el ácido oleico que se encuentra en una mayor proporción). Es empleado en la gastronomía (por su vida útil de 5 años). También puede tener interesantes aplicaciones en la lubricación de mecanismos, fabricación de jabones y cosméticos.

#### 3.2.1 Método mecánico o prensado en frío.

Existen dos métodos para extraer el aceite de las semillas. El método mecánico y por medio de disolventes, pero en este trabajo solo se tomará en cuenta el primero (prensado en frío) ya que es un proceso que podría ser más sustentable porque evitaría el uso de solventes como hexano o benceno y reduciría los desechos tóxicos. A continuación, se explicará en qué consiste el método mecánico.

*Ilustración No. 12 Semillas y aceite de Moringa oleífera.*

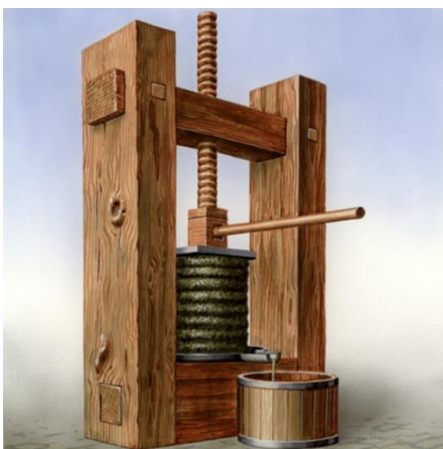


La semilla de Moringa oleífera tiene un grano bastante blando, por lo tanto, el aceite se puede extraer a mano o usando una prensa. La forma de hacerlo manualmente es la siguiente: primero se hace triturar la semilla, después se agrega el 10% del volumen en agua y se va calentando lentamente durante unos 10 o 15 minutos

teniendo mucho cuidado de no quemar las semillas. Es posible extraer 2.5 litros de aceite de 11 kg de semillas y una vez desarrolladas las condiciones óptimas de procesamiento, es posible obtener una eficiencia de extracción del 65%. Asimismo, es posible extraerlo utilizando un tipo de extractor de aceite motorizado. Durante dos horas aproximadamente de operación se puede llegar a procesar 52 kg de semillas equivalentes a 12.5 litros de aceite, también se le puede dar un procesamiento adicional a los residuos de las semillas lo cual puede llegar a rendir hasta otros 10 litros de aceite más (COOPI, 2011). Dentro de la extracción mecánica es vital el proceso de secado de las semillas ya que esto reduce la posibilidad de formación de hongos y la rancidez del aceite debido a que la calidad del aceite dependerá de la frescura y edad de las semillas, así como del almacenamiento adecuado para evitar su oxidación (CBI.com, 2015). Es importante mencionar que el proceso es más lento si se hace uso del método manual, ya que esto implica poner a hervir las semillas en agua. Sin embargo, en varias poblaciones de África que no tienen acceso a la electricidad usan este método para extraer el aceite con bastante éxito. Además, una vez extraído el aceite, la torta (desechos) de sabor agrio que queda tiene la propiedad de tratar y purificar el agua, además contiene un 60% de proteínas pudiéndose usar como fertilizante.

En la Ilustración No. 13 se muestran ejemplos de máquinas utilizadas para la obtención del aceite por el método manual y mecánico.

*Ilustración No. 13 Ejemplo de extractores para la obtención del aceite.*



a) Prensa a rosca manual



b) Extractor de aceite motorizado a rosca

En el Diagrama No. 5. se muestra el diagrama de bloques que resume los pasos por los cuales deben pasar las semillas de Moringa oleífera para la elaboración del aceite mediante la extracción mecánica.

*Diagrama No. 5 Extracción mecánica para la obtención del aceite.*

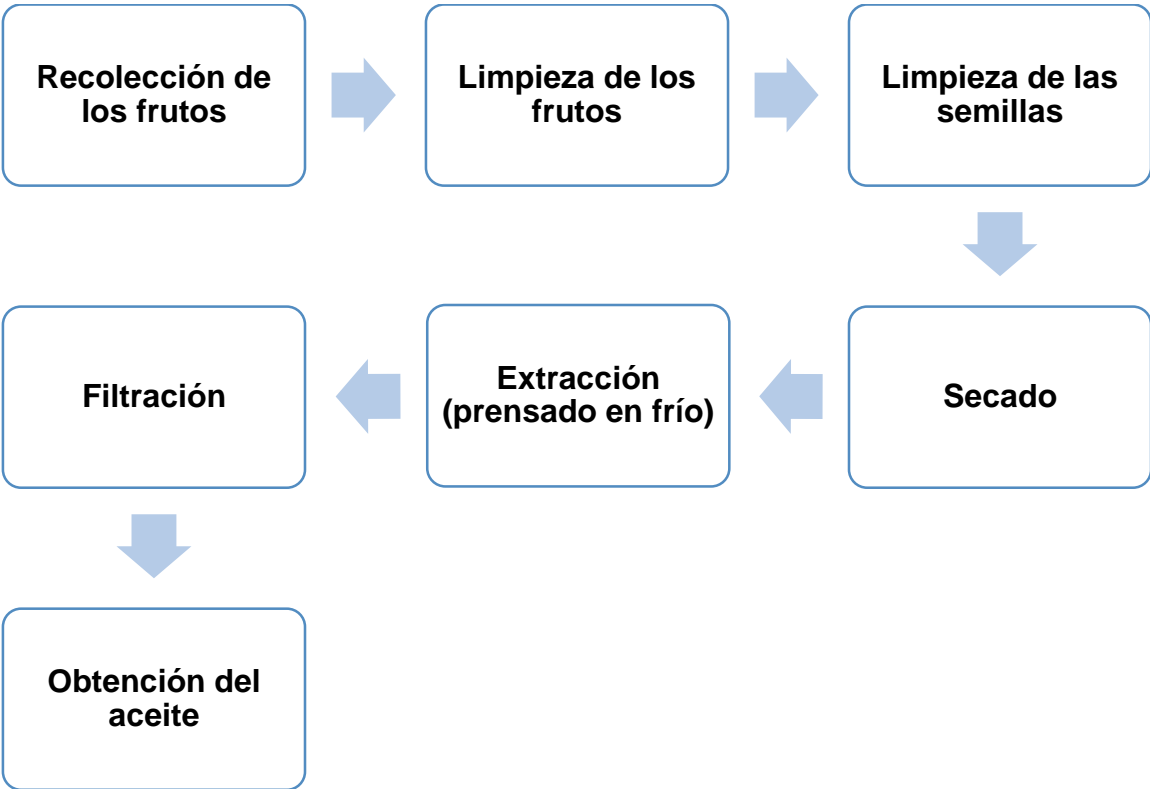
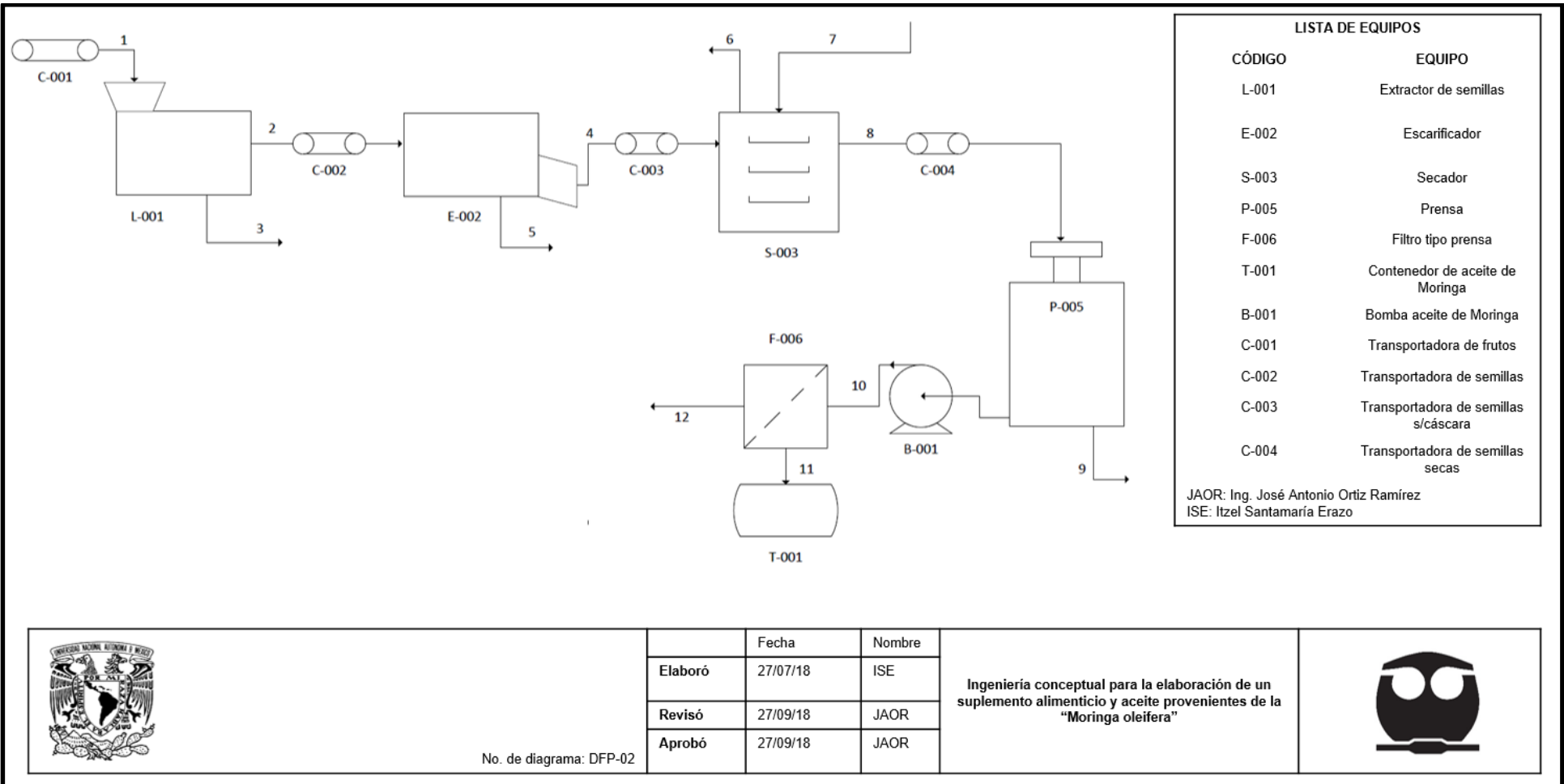


Diagrama No. 6 Diagrama de Flujo de Procesos para la obtención del aceite.



No. de diagrama: DFP-02

	Fecha	Nombre
Elaboró	27/07/18	ISE
Revisó	27/09/18	JAOR
Aprobó	27/09/18	JAOR

Ingeniería conceptual para la elaboración de un suplemento alimenticio y aceite provenientes de la "Moringa oleifera"



*Tabla No. 10 Balance de materia preliminar para la obtención del aceite.*

CORRIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kg/lote	39.32	38.36	1.0	33.56	4.79	520.70	511.40	24.30	Flujo que se determinará en la Ingeniería Básica			Flujo que se determinará en la Ingeniería Básica
L/lote										6.63	6.63	
Composición	frutos	semillas c/cáscara	basura	semillas s/cáscara	basura	aire húmedo	aire caliente	semillas secas	torta	aceite	aceite filtrado	torta
T (°C)	30	30	30	30	30	43.9	60	40	30	30	30	30
P (mmHg)	760	760	760	760	760	760	760	760	760	762	760	760

En el Diagrama No. 6 mostrado arriba está representado el proceso de elaboración del aceite al cual se someterán las semillas. Resulta importante comentar las siguientes consideraciones: está pensado que sea un proceso por lotes debido a la cantidad de semillas a procesar y al tipo de secador de gabinete o charolas esto en base a un estudio realizado en Nigeria en el cual proponen que este equipo es el mejor ofreciendo una mejor retención de nutrientes (proteínas y grasa cruda) respecto a otros métodos de secado (horno, sol y sombra) (*Aremu y Akintola, 2014*). Por otra parte, en la Tabla No. 10, se realiza un balance de materia preliminar considerando que el área de cultivo sea de una hectárea en la cual se plantarán 4,000 árboles los cuales producirán 57,400,000 kg de semillas anuales aproximadamente.

Los balances de materia preliminares se realizaron con el fin de conocer la capacidad de los equipos, costos de instalación, agua y electricidad; datos necesarios dentro del estudio económico.

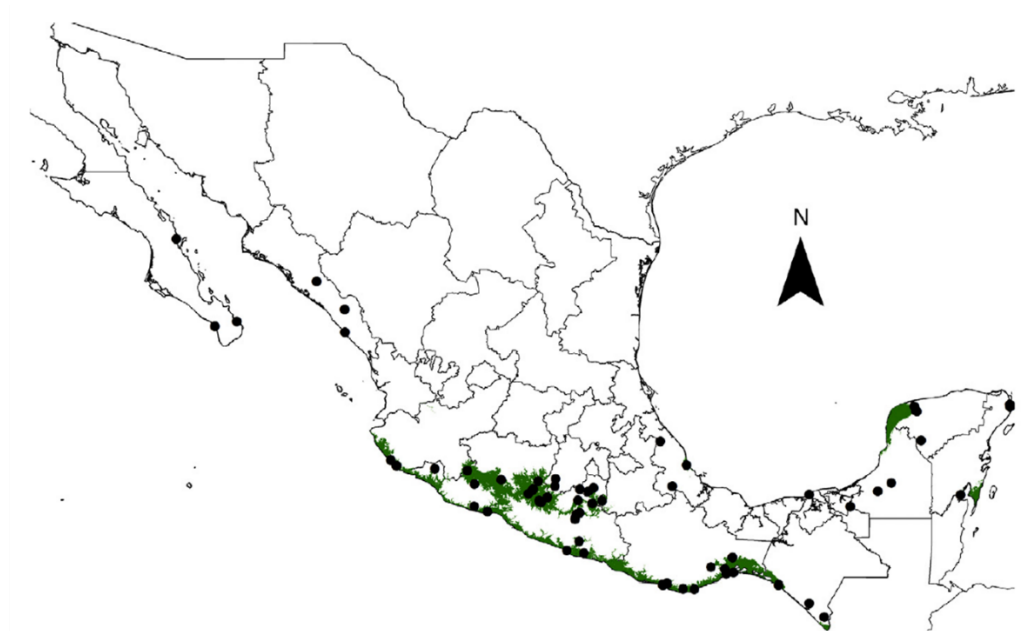
### 3.3 Análisis de localización de la planta.

Así como el cultivo de trigo, dátiles y muchas otras especies en México ha resultado conveniente; parece ser que nuestro país también es un lugar apto para el cultivo de Moringa oleífera y esto debido a que existe desde hace unos 10 años una nueva industria de su cultivo, lo que ha conllevado el ingreso de más germoplasma<sup>22</sup> al país. Con el reconocimiento de sus propiedades nutritivas existe un creciente interés en fomentar su cultivo en México, por lo que resulta importante analizar los lugares en donde es esto posible. Existen diversos estudios sobre su distribución potencial

<sup>22</sup>Genoma de las especies vegetales silvestres y genéticamente no modificadas de interés para la agricultura.

esto, con el fin de identificar las zonas del país con el clima óptimo para el cultivo; basándose en una recopilación de registros del herbario y de observaciones en campo, así como de herramientas informáticas. Ya que es de gran importancia contar con información confiable acerca de dónde se puede cultivar para evitar dos problemas importantes. El primero es que un número muy grande de intentos de cultivo de la *Moringa oleifera* han ocurrido en zonas no óptimas y casi todos estos proyectos han terminado en fracaso, si bien es posible cultivar la *Moringa oleifera* en climas subóptimos, es necesario saber cuándo un terreno es no óptimo y a partir de allí generar las estrategias agrícolas y expectativas en cuanto al rendimiento correspondiente. El segundo problema es que, en las zonas ideales para su cultivo los agricultores o los encargados desconocen muchas veces la idoneidad de su terreno para esta actividad productiva desaprovechando todos los beneficios (Olson y Alvarado, 2016). Se ha demostrado que existe la presencia de esta especie en 15 estados de la República Mexicana, la mayoría de ellos distribuidos en la costa del Pacífico, como se muestra en la Ilustración No. 14.

*Ilustración No. 14 Localidades y distribución potencial del cultivo de Moringa oleifera.*



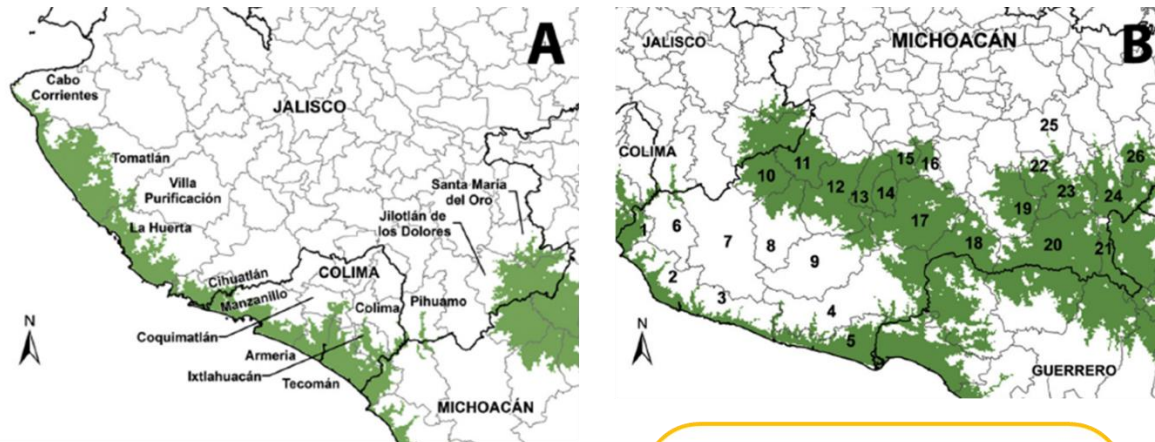
Fuente: Olson y Alvarado, 2016.

Nota: Los puntos negros indican las 67 localidades donde se ha documentado *M. oleifera* como parte de la horticultura tradicional. Con base en estas localidades y en el modelo de MaxEnt, las zonas sombreadas corresponden a las zonas con alta probabilidad de tener clima ideal para el cultivo de la moringa.

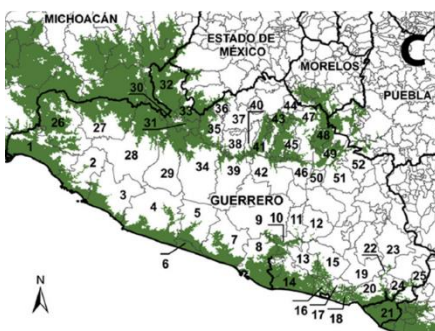


En las Ilustraciones Nos. 15 y 16 se muestran las regiones potenciales para el cultivo de la Moringa oleifera con sus respectivos municipios.

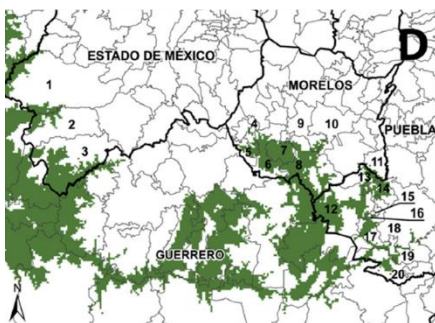
*Ilustración No. 15 Distribución potencial de Moringa oleifera en la depresión del río Balsas y zonas adyacentes.*



**Michoacán:** 1. Coahuayana, 2. Aquila, 3. Arteaga, 4. Lázaro Cárdenas, 5. Chinicuila, 6. Coalcomán de Vázquez Pallares, 7. Aguililla, 8. Tumbiscatio, 9. Tepaltepec, 10. Buenavista, 11. Apatzingán, 12. Parácuaro, 13. Múgica, 14. Gabriel Zamora, 15. Nuevo Urecho, 16. La Huacana, 17. Churumuco, 18. Uruapan, 19. Taretan, 20. Ario, 21. Turicato, 22. Huetamo, 23. Tacimbaro, 24. Nocupétamo, 25. Carácuaro, 26. San Lucas.



**Guerrero:** 1. La Unión de Isidoro Montes de la Oca, 2. José Azueta, 3. Petatlán, 4. Tecpan de Galeana, 5. Atoyac de Álvarez, 6. Benito Juárez, 7. Cotuya de Benítez, 8. Acapulco de Juárez, 9. Chilpancingo de los Bravos, 10. Juan R. escudero, 11. Mochitlán, 12. Quechultenango, 13. Tecoanapa, 14. San Marcos, 15. Ayutla de los Libres, 16. Florencio Villareal, 17. Cuauhtepic, 18. Copala, 19. San Luis Acatlán, 20. Azoyú, 21. Cuajinicuilapa, 22. Iguala, 23. Metlatónoc, 24. Ometepec, 25. Xochistlahuaca, 26. Coahuayutla de José María Izazaga, 27. Zirándaro, 28. Coyuca de Catalán, 29. Ajuchitlán del Progreso, 30. Pungarabato, 31. Tlapenhuala, 32. Cutzamala de Pinzón, 33. Tlachapa, 34. San Miguel Totolapan, 35. Arcelia, 36. General Canuto, 37. Teloloapan, 38. Apaxtla, 39. General Heliodoro castillo, 40. Cuetzalan del Progreso, 41. Cocula, 42. Eduardo Neri, 43. Igual de Independencia, 44. Buenavista de Cuéllar, 45. Tepecoacuilco de Trujano, 46. Mártir de Cuilapan, 47. Huitzoco de los Figueroa, 48. Atenango del Río, 49. Copalillo, 50. Zitlala, 51. Ahuacuotzingo, 52. Olinalá.

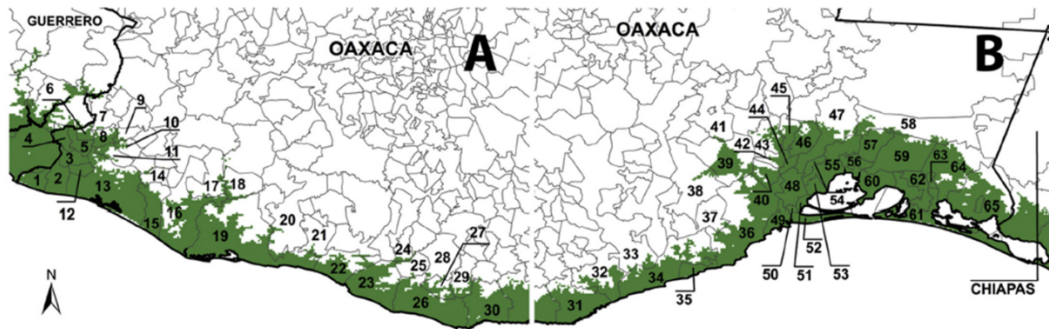


**Estado de México:** 1. Luvianos-Tejupilco, 2. Amatepec, 3. Tlatlaya, 4. Morelos Mazatepec, 5. Amacuzac, 6. Puente de Ixtla, 7. Jojutla, 8. Tlalquintenango, 9. Tlaltizapan, 10. Ayala, 11. Axochiapa, Puebla, 12. Jolalpan, 13. Teotlalco, 14. Huehuetlán el Chico, 15-17. Cohetzala, 18. Chiautla, 19. Xicotlán y 20. Ixcamilpa de Guerrero.

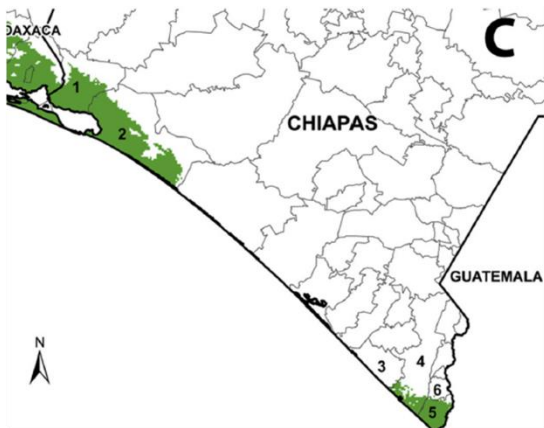
Fuente: Olson y Alvarado, 2016.

Nota: A, Jalisco y Colima. B, Michoacán. C, Guerrero. D, Franjas norte y orientales de la depresión del Balsas en el Estado de México, Morelos y Puebla.

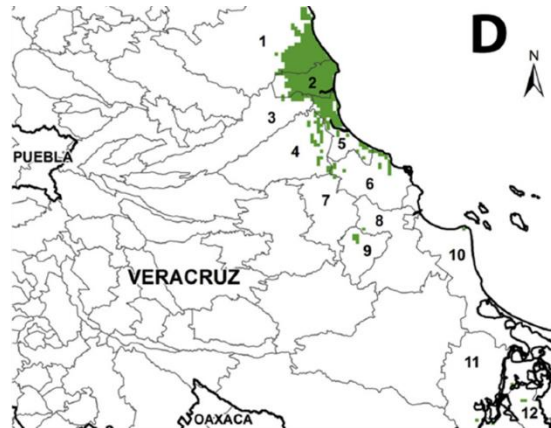
Ilustración No. 16 Distribución potencial de la *Moringa oleifera* en Oaxaca, Chiapas y Veracruz.



**Oaxaca:** 1. Santiago Tapextla, 2. Santo Domingo Armenta, 3. Santa María Cortijo, 4. San Juan Bautista Lo de Soto, 5. Santiago Llano Grande, 6. Mártires de Tacubaya, 7. San Juan Cacahuatpec, 8. San Sebastián Ixcapa, 9. San Antonio Tepetla, 10. San Pedro Jicaya, 11. San Miguel Tlacamama, 12. San José Estancia Grande, 13. Santiago Pinotepa Nacional, 14. San Andrés Huaxpaltepec, 15. Santa María Huazolotitlán, 16. Santiago Jamiltepec, 17. Santiago Tetepec, 18. Tlataltepec de Valdés, 19. Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, 20. Santa Catarina Juquila, 21. Santos Reyes Nopala, 22. San Pedro Mixtepec, 23. Santa María Colotepec, 24. San Baltazar Loxicha, 25. San Bartolomé Loxicha, 26. Santa María Tonameca, 27. Santo Domingo de Morelos, 28. San Agustín Loxicha, 29. Candelaria Loxicha, 30. San Pedro Pochutla, 31. Santa María Huatulco, 32. San Miguel del Puerto, 33. San Carlos Yautepec, 34. San Pedro Huamelula, 35. Santiago Astata, 36. Santo Domingo Tehuantepec, 37. San Miguel Tenango, 38. Magdalena Tequisistlán, 39. Santa María Jalapa del Márques, 40. Santa María Mixtequilla, 41. Santiago Lachiguiri, 42. Magdalena Tlacotepec, 43. Santiago Laollaga, 44. San Pedro Comitancillo, 45. Santo Domingo Chihuitán, 46. Ciudad Ixtepec, 47. Asunción Ixtaltepec, 48. San Blas Atempa, 49. Salina Cruz, 50. San Pedro Huilotepec, 51. San Mateo del Mar, 52. Santa María Xadani, 53. El Espinal, 54. Juchitán de Zaragoza, 55. Unión Hidalgo, 56. Santo Domingo Ingenio, 57. San Miguel Chimalapa, 58. Santiago Niltepec, 59. San Dionisio del Mar, 60. San Francisco del Mar, 61. San Francisco Ixhuatán, 62. Reforma de Pineda, 63. Santo Domingo Zanatepec y 64. San Pedro Tapanatepec.



**Chiapas:** 1. Arriaga, 2. Tonalá, 3. Mazatlán, 4. Tapachula, 5. Suchiate y 6. Frontera Hidalgo.



**Veracruz:** 1. Actopan, 2. Úrsulo Galván, 3. Puente Nacional, 4. Paso de Ovejas, 5. La Antigua, 6. Veracruz, 7. Manilo Fabio Altamirano, 8. Medellín, 9. Jamapa, 10. Alvarado, 11. Ignacio de la Llave y 12. Acula.

Fuente: Olson y Alvarado, 2016.  
Nota: A, Oaxaca. B, Chiapas. C, Veracruz.

Los resultados, que se resumen en las Ilustraciones Nos. 15 y 16, muestran que la *Moringa oleifera* es claramente una especie de las zonas tropicales de baja altitud del país, donde las precipitaciones se concentra en una época del año. Esta

combinación de condiciones se obtiene esencialmente en las zonas tropicales secas, popularmente denominadas “tierra caliente” en México. La costa tropical del Pacífico y la depresión del río Balsas son regiones ideales para el cultivo de la Moringa oleifera, al igual que la punta noroeste de la península de Yucatán. Las costas de Oaxaca y en menor medida las de Chiapas también presentan condiciones para su cultivo. Especialmente en Oaxaca, existen reportes de varios usos tradicionales de la planta, incluso para fines alimenticios. En Oaxaca destaca la vertiente del Pacífico del istmo de Tehuantepec, donde la extensión de las llanuras bajas, el suelo muchas veces arenoso y bien drenado, así como las temperaturas mínimas altas, permiten que cualquier especie de las Moringas sean excepcionalmente frondosas. De acuerdo con las Ilustraciones Nos. 15 y 16 se concluye que las localidades óptimas para el cultivo de Moringa oleifera se encuentra en las zonas con unos 15°C de temperatura mínima absoluta, con lluvias estacionales de hasta 1,000 mm, de preferencia en suelos bien drenados y en una cota altitudinal máxima de 600 m (Olson y Alvarado, 2016).

### 3.3.1 Factores de ubicación.

Una vez conociendo los Estados en donde es posible cultivar esta especie y las características necesarias se analizaron los siguientes factores de ubicación asignándoseles sus respectivos pesos porcentuales mostrados en la Tabla No. 11.

*Tabla No. 11 Asignación de pesos porcentuales a los factores de ubicación.*

<b>No.</b>	<b>Factor</b>	<b>Peso asignado</b>
<b>1</b>	Disponibilidad de materias primas	20
<b>2</b>	Cercanía a materias primas	20
<b>3</b>	Disponibilidad de mano de obra	5
<b>4</b>	Costo de vida	5
<b>5</b>	Estímulos fiscales	10
<b>6</b>	Costo de servicios industriales	10
<b>7</b>	Costo del transporte	5
<b>8</b>	Cercanía a mercados consumidores	20

<b>9</b>	Costo del terreno	10
<b>10</b>	Impacto social y ambiental	10

Fuente: Anaya, Barragán y Vergara, 2015.

### **Disponibilidad de mano de obra.**

Para analizar los datos de disponibilidad de mano de obra se consultó la tasa de desocupación de cada estado.

*Tabla No. 12 Tasa de desocupación.*

<b>Estados</b>	<b>Tasa de desocupación 2017</b>
Estado de México	3.9%
Veracruz	2.8%
Puebla	2.8%

Fuente: STPS, 2017.

### **Costo de vida.**

Para analizar el costo de vida en los distintos estados se consultó el índice de precios al consumidor.

*Tabla No. 13 Costo de vida.*

<b>Estados</b>	<b>Índice de precios al consumidor 2016</b>
Estado de México	7.07
Veracruz	5.65
Puebla	5.79

Fuente: INEGI, 2016.

### **Estímulos fiscales.**

Los estímulos fiscales y rentas varían de una ciudad a otra influyendo sobre la decisión acerca de la ubicación de la planta. Sin embargo, es importante considerar que estos estímulos fiscales varían con el tiempo y de acuerdo con las políticas de los diferentes gobiernos durante el tiempo de vida proyectada para la empresa, razón por la cual ejercen poco peso (Anaya, Barragán y Vergara, 2015).

### **Servicios industriales.**

En la mayoría de las plantas industriales, las necesidades de electricidad, agua y combustibles son grandes, por consecuencia al elegir la ubicación de la planta deben considerarse conjuntamente. Por lo tanto, se prefiere una ubicación en donde estos servicios sean económicos (*Anaya, Barragán y Vergara, 2015*).

### **Costo del transporte**

En este apartado se analizaron las tarifas terrestres, dado a que es el medio de transporte más utilizado en México. Así como el costo de transporte (barco) a la Unión Europea para el caso del aceite.

*Tabla No. 14 Costo del transporte a la Ciudad de México.*

<b>Estado</b>	<b>Costo del transporte</b>
Tejupilco, Estado de México.	\$153.00
Alvarado, Veracruz.	\$772.00
Puebla, Cohetzala.	\$296.00

Nota: Costo de transporte de carga considerando un camión de 3 ejes. *Fuente: SCT, 2017.*

*Tabla No. 15 Costo del transporte a Francia.*

<b>Estado</b>	<b>Puerto de destino</b>	<b>Costo del transporte vía marítima (USD)</b>
Tejupilco, Estado de México.	Marseille ó Le Havre	1492
Alvarado, Veracruz.	Marseille ó Le Havre	287
Puebla, Cohetzala.	Marseille ó Le Havre	1116

Nota: Costo de transporte de carga vía marítima considerando una carga de 3000 Kg. *Fuente: Digital Broker & Freight Forwarder, 2017.*

Respecto a la Tabla No. 15, se elige Francia para analizar los costos de transporte ya que es uno de los principales países que mayor importa aceite de Moringa; y se escogen sus principales puertos Marseille y Le Havre.

### **Cercanía a los mercados.**

Dado a que las hojas de Moringa oleífera se pretende sean vendidas en la Ciudad de México, en la siguiente tabla se muestra la distancia.

Tabla No. 16 Distancia entre el lugar de origen y la Ciudad de México.

Lugar de origen	Ciudad de México (Km)
Tejupilco, Estado de México.	172
Alvarado, Veracruz.	446
Puebla, Cohetzala.	185

Fuente: SCT, 2017.

Por otra parte, el aceite como ya se mencionó anteriormente se pretende sea exportado a Francia; en la siguiente tabla se muestra la distancia entre el lugar de origen y dos de los puertos más importantes.

Tabla No. 17 Distancia entre el lugar de origen y los puertos.

Lugar de origen	Puertos (Km)	
	Marseille	Le Havre
Tejupilco, Estado de México.	10,747	9,616
Alvarado, Veracruz.	10,262	9,131
Puebla, Cohetzala.	10,621	9,490

Fuente: Digital Broker & Freight Forwarder, 2017.

### **Costo del terreno.**

El valor del terreno es un factor importante en donde se debe tomar en cuenta las condiciones del terreno, lo cual reflejará su precio de venta. En la siguiente tabla se muestra el costo del terreno para cada una de las ciudades de estudio.

Tabla No. 18 Costo del terreno.

Estado	Zona	Valor metro cuadrado
Tejupilco, Estado de México.	El Rastro Nuevo	\$ 862.00
Alvarado, Veracruz.	Km 15 en la Piedra Municipio de Alvarado	\$ 80.00
Puebla, Cohetzala.	Villa Albertina	\$ 1,300.00

Fuente: Mitula, 2017.

### **Impacto social y ambiental.**

El impacto social considera el efecto ocasionado en una comunidad al introducir una nueva planta industrial, mejorando la calidad de vida de la población al ofrecer empleo, salud, educación y vías de comunicación en aquellas localidades en donde

no existía industria, mientras que en donde existe gran actividad industrial el efecto es casi nulo.

El impacto ambiental estima las consecuencias en el medio ambiente causadas por una planta industrial, cuya incidencia sería mayor en los grandes centros de actividad industrial debido a que se sumarían a una gran lista de factores contaminantes, los cuales son más fáciles de subsanar en zonas menos industrializadas (*Anaya, Barragán y Vergara, 2015*).

Con base en la información anterior, se realizó la asignación de puntajes para cada estado, en cada uno de los factores evaluados y en el orden descrito durante la asignación de pesos, lo cual dio como resultado los puntajes ponderados totales que se muestran en la Tabla No. 19.

*Tabla No. 19 Resultados de la evaluación de la localización de la planta.*

FACTORES DE UBICACIÓN		PESOS	ESTADOS		
			Estado de México (Tejupilco)	Puebla (Cohetzala)	Veracruz (Alvarado)
C1	Disponibilidad de materias primas	20	10	10	10
PONDERADO			<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
C2	Cercanía de materias primas	20	10	10	10
PONDERADO			<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
C3	Disponibilidad de mano de obra	5	10	5	5
PONDERADO			<b>50</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
C4	Costo de vida	5	3	5	10
PONDERADO			<b>15</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
C5	Estímulos fiscales	10	5	5	10
PONDERADO			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
C6	Costos de servicios	10	10	10	10
PONDERADO			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
C7	Costos de transporte	5	3	5	10
PONDERADO			<b>15</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
C8	Cercanía de los mercados	20	3	5	10
PONDERADO			<b>60</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
C9	Costo del terreno	10	3	5	10

	PONDERADO		<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
C10	Impacto social y ambiental	10	3	10	5
	PONDERADO		<b>30</b>	<b>100</b>	<b>50</b>
	TOTAL		<b>750</b>	<b>875</b>	<b>1075</b>

Es importante mencionar que para los factores C1 y C2 se calificó a los tres estados con el mismo puntaje ya que las tres opciones cuentan con las condiciones adecuadas para el cultivo de Moringa oleifera.

Tal como se puede observar, el estado de Veracruz fue quién obtuvo la mejor calificación. Por lo que se concluye que es ahí donde será construida la planta y se realizará el cultivo.

### 3.4 Regulación.

#### 3.4.1 Suplementos Alimenticios.

En México los suplementos alimenticios se encuentran dentro del género de alimentos y bebidas no alcohólicas. Al respecto, la Ley General de Salud (LGS) define en el Artículo 215 que, para los efectos de esta Ley, se entiende por suplementos alimenticios: productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes (*Central Ciudadano y Consumidor, 2015*).

Esta regulación permite identificar dos aspectos clave. Por un lado, el Estado reconoce el valor nutrimental de estos productos, al definir que su finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total. Por el otro lado, no observa en estos un riesgo mayor. Entonces, respecto al primer aspecto, es claro que los suplementos alimenticios son productos que contribuyen a los fines establecidos en el Art. 4º de la Constitución (toda persona tiene derecho a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad y el Estado lo garantizará) y complementan la dieta de las familias mexicanas. En cuanto al segundo, es claro que estos productos no representan



riesgos mayores a la salud de particulares, razones por las cuales son ubicados bajo el mismo rango de los alimentos y bebidas no alcohólicas (productos y servicios) y los exime de registros sanitarios en el ámbito del control sanitario de los insumos para la salud que establece la propia ley.

Sin embargo, la definición legal de los suplementos alimenticios resulta insuficiente en cuanto a las necesidades actuales del mercado derivadas del uso de nuevas tecnologías aplicadas al origen, modalidad y finalidad de estos productos. Lo anterior puede incidir, en ciertos casos, en decisiones regulatorias discrecionales o en prácticas industriales o comerciales inadecuadas, perjudicando a los consumidores. Parte de esta deficiencia en la definición es la que permite abrir la puerta a productos milagro que disfrutan de impunidad, ante la confusión de los reguladores y consumidores.

En el terreno de los alimentos y bebidas la información sobre el valor nutrimental, ingredientes y efectos son de gran relevancia. En este ámbito, la regulación determina la obligación de que los suplementos alimenticios indiquen el valor nutrimental e ingredientes, pero prohíbe que se establezcan consecuencias fisiológicas de los mismos. Asimismo, la Ley es muy contundente en obligar a que las presentaciones de alimentos o bebidas que se expendan al público, que sugieran al consumidor que se trata de productos o sustancias con características o propiedades terapéuticas, deberán incluir en las etiquetas de los empaques o envases la siguiente leyenda: *“Este producto no es un medicamento”*. Esta base es muy importante a la luz de la regulación mexicana, pues enfatiza el hecho de que ningún alimento en general, ni los suplementos alimenticios en particular, pueden sugerir presentar efectos terapéuticos, pues esto ya es una propiedad reservada para los medicamentos.

Para el caso de los productos alimenticios, deben cumplir con reglas de etiquetado e información establecidas en diferentes Normas Oficiales Mexicanas, tales como la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria), en la cual se plantean una serie de obligaciones respecto a los aspectos

que deben ser informados. De igual forma, se restringe a que se incorporen declaraciones de propiedades nutrimentales o fisiológicas. En el caso de los suplementos alimenticios no existe una Norma Oficial Mexicana aplicable específicamente a ellos, suscribiéndose únicamente a lo planteado en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios y su anexo, generando por ende confusión tanto a la industria como a la autoridad en la aplicación de las normas pertinentes. Así, la autoridad sanitaria y la misma Dirección General de Normas (de la Secretaría de Economía) han tenido que aclarar que, por un lado, la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 no es aplicable a los suplementos alimenticios, y por otro lado la NOM-086-SSA1-1994 (Bienes y servicios. alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales) se emplee como referencia para definir el límite entre un alimento y un suplemento alimenticio.

Los suplementos alimenticios también están sometidos a una serie de principios y restricciones en materia de buenas prácticas industriales en cuanto a la higiene que debe procurarse durante su fabricación y manufactura. La NOM-251-SSA1-2009 (Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios) define una serie de medidas sobre cómo deben procesarse estos productos, desde el tipo de agua y materias primas que deben emplearse, las condiciones de las áreas de producción, elaboración, bodegas y almacenamiento, proceso de envase, distribución, requisitos de los establecimientos donde se expenden estos productos, entre muchos otros aspectos. Como cualquier regulación, genera cargos y costos, pero su racionalidad va en la misma dirección de reducir riesgos. Por lo cual el objetivo debe ser contar con un equilibrio entre los costos de cumplimiento regulatorio y el beneficio social deseado.

En Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) es la responsable de (FDA,2017):

- Proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario, vacunas y otros productos biológicos, dispositivos médicos,

el abastecimiento de alimentos en nuestro país, los cosméticos, los suplementos dietéticos y los productos que emiten radiaciones.

- Favorecer la salud pública mediante el fomento de las innovaciones de productos.
- Proveer al público la información necesaria, exacta, con base científica, que le permita utilizar medicamentos y alimentos para mejorar su salud.

Originalmente, los suplementos alimenticios estaban sujetos a los mismos requerimientos que cualquier otro alimento, pero a partir de 1994, si bien se mantienen dentro del mismo rango de alimentos y bebidas, se establecieron nuevos elementos regulatorios en la materia. Los suplementos alimenticios son definidos por la FDA como "...un producto destinado a la ingesta que contiene un ingrediente nutricional destinado a aumentar el valor nutricional de la dieta. Un ingrediente nutricional puede ser uno, o cualquier combinación de las siguientes sustancias:

- Vitaminas.
- Minerales
- Hierbas u otro ingrediente botánico.
- Aminoácidos.
- Sustancias nutrimentales que complemente la dieta incrementando la ingesta dietética total.
- Un concentrado, metabolito, constituyente, o extracto.

A diferencia de la regulación sanitaria en México en la cual la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) establece un control sanitario previo a la venta de un Suplemento Alimenticio, la FDA sólo adopta acciones contra productos no seguros después de que estos salen a la venta, siempre y cuando se reciban denuncias de efectos adversos a la salud. Los fabricantes deben producir suplementos alimenticios de calidad y asegurarse de que no contienen contaminantes o impurezas, y que están correctamente etiquetados de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura y reglamento de etiquetados actuales. Si se produce un problema grave relacionado con un suplemento alimenticio, los fabricantes deben informarlo a la FDA como un evento adverso. La FDA puede

sacar suplementos alimenticios fuera del mercado si se descubre que son inseguros o si las afirmaciones sobre los productos son falsas y engañosas (FDA, 2017).

La FDA permite que los fabricantes pueden hacer tres tipos de declaraciones: de salud, estructura/función y de contenido nutrimental. El alcance de estas declaraciones incluye tres aspectos: **i)** descripción de la relación entre un ingrediente y una condición de salud o enfermedad asociada; **ii)** los beneficios fisiológicos previstos de usar el producto; **iii)** la cantidad de un nutriente o sustancia nutrimental. Las anteriores afirmaciones deben estar acompañadas de la siguiente advertencia: *“Esta afirmación no ha sido evaluada por la FDA. Este producto no tiene la intención de diagnosticar, tratar o curar o prevenir ninguna enfermedad”*. Esta regulación confirma que la autoridad considera que los suplementos alimenticios representan riesgos sanitarios menores, para lo cual se deben fortalecer las responsabilidades que deben asumir directamente la parte industrial y comercial.

Por otra parte, en la Unión Europea (UE), los países miembros han tenido diferentes niveles de evolución y desarrollo regulatorio nacional. Por lo cual se han generado instituciones y políticas públicas de carácter comunitario, que han contribuido a homologar en los países miembros la visión, medidas administrativas, responsabilidades de la industria, derechos de los consumidores y resultados. La Comisión Europea ha establecido reglas armonizadas para ayudar a asegurar que los suplementos alimenticios sean seguros y etiquetados adecuadamente; confiere a la Autoridad Europea de Seguridad de Alimentos (EFSA por sus siglas en inglés) la responsabilidad de establecer su control sanitario. Al igual que en México y Estados Unidos, los suplementos alimenticios reciben un trato regulatorio más apegado hacia el rubro de alimentos (Central Ciudadano y Consumidor, 2015).

Para la UE los suplementos alimenticios son definidos como: fuentes concentradas de nutrientes u otras sustancias con un efecto nutrimental o fisiológico, cuyo propósito es complementar la dieta normal. Estos se comercializan en diferentes presentaciones, por ejemplo: píldoras, tabletas, cápsulas o líquidos en medidas dosificadas, etcétera. Los suplementos pueden usarse para corregir deficiencias

nutrimentales o mantener una ingesta adecuada de ciertos nutrientes. En esta regulación existe mayor control en lo que se refiere a la ingesta excesiva de vitaminas y minerales, pues se considera que pueden ser dañinos o causar efectos colaterales no deseados. Por estas razones es que definen niveles máximos necesarios para asegurar el uso seguro en suplementos alimenticios.

Las medidas de control sanitario de la UE se encuentran en una posición intermedia entre los modelos mexicano y estadounidense. Ya que define medidas preventivas, como la realización de listas de productos permitidos y sus efectos fisiológicos. Una vez definido esto, permiten a la industria producirlos, distribuirlos y comercializarlos. De esta manera, se reitera el principio de que se trata de productos de bajo riesgo sin embargo la autoridad se concentra en identificar niveles máximos y mínimos de ciertas sustancias, así como la revisión científica de los efectos fisiológicos que los productos representan. De ahí que la EFSA emite un listado de vitaminas y minerales con sus respectivos estudios científicos, en donde describe su seguridad y biodisponibilidad, así como su autorización. En sentido contrario, las empresas que quieran incluir sustancias no presentes en dicha lista, necesitan introducir una aplicación a la autoridad.

La UE permite incluir información con declaraciones nutricionales y de salud. En el primer caso se afirma o sugiere que un alimento tiene propiedades nutrimentales benéficas, como pudieran ser “bajo en calorías”, “sin azúcares agregados” o “alto en fibra”. El segundo caso se refiere a la información en etiquetas y publicidad que describa beneficios a la salud vinculados con el consumo de un producto. Por ejemplo, que un suplemento alimenticio ayude a fortalecer las defensas naturales del cuerpo o impulsar habilidades del conocimiento. Lo que sí resulta fundamental es que las afirmaciones sean claras y corroboradas con evidencia científica. Para estos propósitos, la misma EFSA adopta una lista de declaraciones permitidas, misma que es evaluada periódicamente y es la base de un registro público de dichas declaraciones.

Para la UE la Moringa oleifera era un producto que se encontraba en el mercado como alimento o ingrediente alimentario y se consumía en gran medida antes de

1997. Por lo tanto, su acceso al mercado no está sujeto al Reglamento (CE) N° 258/97 (Reglamento (CE) n° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 1997 sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios). Sin embargo, otras legislaciones pueden restringir la comercialización de este producto como alimento o ingrediente alimentario en algunos Estados miembros. Por lo cual es recomendable consultar con las autoridades nacionales competentes (*European Commission, 2017*). Respecto a lo antes mencionado, es importante mencionar que todas las partes de la Moringa olifera están permitidas usarse como suplemento alimenticio de acuerdo con la lista BELFRIT, indicando que se pueden comercializar suplementos alimenticios en los siguientes países: Bélgica, Francia e Italia. Aunque esta especie no figura en algunas listas como la alemana, los expertos comentan que esto no supondría un problema en la venta del producto en este país o en otros países miembros de la UE (*CBI, 2015*).

#### 3.4.2 Aceites vegetales.

La seguridad y la calidad son factores vitales en la fabricación de productos para el cuidado personal, tales como: cosméticos, productos para el cuidado de la piel o el cabello y artículos de tocador; aunque esto también aplica para los ingredientes que se utilizan dentro de su elaboración.

Debido a que los consumidores son cada vez más exigentes con las pruebas de calidad, conformidad y eficacia, las cuales deben abarcar desde las materias primas hasta los productos terminados. Los productos del cuidado personal que se comercialicen en territorio nacional deberán cumplir con el Marco Legal vigente, tal como: la Ley General de Salud, el Reglamento de Control Sanitario de Bienes y Servicios (principal órgano de regulación), el Reglamento de Insumos para la Salud, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como el acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza (*CANIPEC, 2016*) en el cual no se encuentra la Moringa oleifera como sustancia prohibida.

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables son las siguientes:

**NOM 118-SSA1-1994.** Bienes y Servicios. Materias Primas para Alimentos. Productos de Perfumería y Belleza. Colorantes y Pigmentos inorgánicos. Especificaciones sanitarias. Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de orden público e interés social y establece las definiciones y especificaciones de identidad y pureza de los colorantes y pigmentos inorgánicos que son utilizados como materias primas en alimentos, productos de perfumería y belleza. Estos aditivos pueden representar un riesgo a la salud en caso de encontrarse con altos niveles de contaminantes o sustancias que resulten nocivos a la salud del consumidor. Esto sólo se satisface cuando en su elaboración se utilizan materias primas de calidad sanitaria, se apliquen buenas prácticas de fabricación, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas que aseguren que son aptos para uso y consumo humano, de acuerdo a lo establecido por la Ley General de Salud, su Reglamento y demás disposiciones aplicables de la Secretaría de Salud.

**NOM-141-SSA1/SCFI-2012.** Bienes y Servicios. Etiquetado para Productos de Perfumería y Belleza Pre-ensados. Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos de información sanitaria y comercial que debe contener la etiqueta en productos de perfumería y belleza de cualquier capacidad pre-ensados, para elegir una mejor opción de compra y evitar que su uso represente un riesgo a la salud. La cual es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso o importación con excepción de los "productos a granel".

**NOM-089-SSA1-1994.** Bienes y servicios. Métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza. Las disposiciones de la presente NOM son de orden público e interés social y establece los métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza, para asegurar que están libres de contaminación y son aptos para uso humano, de acuerdo con lo establecido por la Ley General de Salud, su Reglamento y demás disposiciones aplicables de la Secretaría de Salud.

De acuerdo con la Unión Europea los ingredientes utilizados en los productos de belleza y cuidado personal están sujetos a la legislación de sustancias químicas. Por lo tanto, deben estar registradas en la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos bajo la legislación de Evaluación de Registro y Autorización de Productos Químicos (REACH por sus siglas en inglés). Existen ciertas excepciones al registro REACH, tal es el caso de los aceites vegetales no modificados químicamente. También, esto es posible si los volúmenes permanecen inferiores a una tonelada por importador al año aun siendo sustancias peligrosas. Además, los fabricantes de cosméticos están siendo cada vez más estrictos en el cumplimiento de las regulaciones y para ellos resulta importante que los ingredientes importados incluyan información de seguridad a nivel físico-químico, microbiológico y toxicológico (CBI, 2015).

Por otra parte, la calidad es muy importante para el mercado europeo ya que la mayoría de los compradores esperan que los proveedores sigan al menos los principios del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés); este análisis implica un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad, de forma lógica y objetiva. Las buenas prácticas de fabricación (BPF) no son obligatorias para los productores de ingredientes cosméticos, pero su cumplimiento puede proporcionar una ventaja competitiva. Asimismo, las Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección (GACP), aunque sean jurídicamente vinculantes para las plantas medicinales, son una buena base para el cultivo y la recolección silvestre de ingredientes cosméticos antes del procesamiento. Resulta también importante para la UE tomar en cuenta la norma ISO 22716 para la fabricación de cosméticos, ya que incluye directrices para los fabricantes de ingredientes cosméticos tales como los aceites vegetales.

Para los compradores de aceites vegetales en la UE es importante contar con certificados de análisis y hojas de datos de seguridad de los ingredientes que están importando. Los cuales deben incluir toda la información sobre los alérgenos.

Respecto a los cosméticos naturales, sostenibles y orgánicos estos deben cumplir las normas propuestas por True Friends of Natural and Organic Cosmetics (NaTrue)



y Organic and Natural Cosmetics (COSMOS-standard AISBL) los cuales especifican las características para que un cosmético sea llamado natural y orgánico. Los cosméticos naturales son definidos a menudo dependiendo de la cantidad de ingredientes naturales. Aunque no es directamente aplicable a los productores de ingredientes, es importante conocer estas normas en términos de procesos y aditivos permitidos.

Bajo la ley de los Estados Unidos los aceites vegetales están considerados dentro de los productos del cuidado personal, por lo que la FDA es la responsable de su vigilancia y regulación. La FDA define estos productos como: *artículos destinados a ser frotados, vertidos, rociados, introducidos o aplicados de otro modo en el cuerpo humano con el objetivo de limpiar, embellecer, fomentar la atracción o alterar la apariencia*. Dentro de los productos incluidos en esta definición están hidratantes de la piel, perfumes, lápices labiales, esmaltes de uñas, preparaciones de maquillaje de ojos y faciales, jabones, champús, acondicionadores, tintes para el cabello y desodorantes, así como cualquier sustancia que se utilice como un componente de un producto cosmético (López y Mora, 2013).

Asimismo, los productos del cuidado personal deben cumplir los requisitos de la Ley de alimentos, medicamentos y cosméticos (FD&C Act), la Ley de Empaque y Etiquetado (FP & L Act), y toda la regulación que se emita respecto a estas leyes.

Al igual que con los suplementos alimenticios, los productos del cuidado personal y sus ingredientes no necesitan la aprobación de la FDA antes de salir al mercado. La ley no establece como obligatorio el uso de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPMs), pero existen directrices que podrían cumplir voluntariamente los fabricantes de productos del cuidado personal; estas buenas prácticas siguen en revisión para ajustarse a los requerimientos de la norma ISO 22716 que ofrece una Guía de Buenas Prácticas de Fabricación para dichos productos. De esta forma la injerencia de la FDA es solamente en la fase posterior a la importación, siempre que se cumpla con los requerimientos reglamentarios, donde el objetivo es que sean seguros para el uso previsto y que se encuentren debidamente etiquetados siguiendo las indicaciones estipuladas en el Manual para el Etiquetado de Cosméticos y que no

se encuentren adulterados o con rotulación falsa. Igualmente, deben cumplir con las normas de etiquetado publicados por la FDA bajo la autoridad de la FD&C Act y FP & L Act. El etiquetado comprende todas las etiquetas y otros escritos o imágenes impresos que acompañan al producto. La información requerida por la FD&C Act debe aparecer en el etiquetado del envase, así como en cualquier recipiente exterior o envoltura. Se requiere mostrar los ingredientes en orden de importancia según el contenido, así como el contenido neto en el panel principal del envase en el cual se dispone el producto (*FDA, 2017*).

El panel de información principal o la etiqueta más grande o sobresaliente del producto debe contar con la siguiente información:

- Nombre del producto identificado por el uso, por ejemplo, crema facial, bloqueador solar, agua de tocador, etc.
- Nombre descriptivo o ilustración de la naturaleza o el uso del producto.
- Declaración exacta del contenido neto en el paquete en términos de peso y medida. Esta declaración debe ser fácil de distinguir, ubicarse en el área debajo del panel principal de información, en paralelo a la base sobre la que descansa el producto, y en un tamaño de letra proporcional al tamaño del recipiente.

La cantidad neta del contenido de la etiqueta ya sea un producto sólido, semisólido o viscoso debe ser en términos de libras y onzas; para los productos líquidos la declaración de contenido debe ser en unidades de galón de Estados Unidos (equivalentes a 231 centímetros cúbicos) y sus subdivisiones, el cuarto, la pinta y las onzas fluidas. Asimismo, el nombre y domicilio de la empresa que comercializa el producto deberá indicarse con todo detalle en un panel de información de la etiqueta. Si el distribuidor no es el fabricante o envasador, este hecho debe indicarse en la etiqueta con la frase calificativa "Fabricado para..." o "Distribuido por..." o similares. Además, los ingredientes deben declararse en orden descendente según el contenido. Los aditivos de color y los ingredientes presentes en uno por ciento o menos pueden ser enlistados sin tener en cuenta su predominio.

Si bien el aceite de Moringa oleifera en este trabajo no se está considerando como un producto terminado para el cuidado personal, es importante conocer las regulaciones que existen alrededor de dichos productos y poder ofrecer un ingrediente de calidad que cumpla con las regulaciones correspondientes.

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

Una vez realizado el Estudio Técnico una de las etapas más importantes para cualquier proyecto, independientemente de sus características particulares es la realización del Estudio Económico esto debido a que la decisión de una compañía de comercializar un proceso se basa casi enteramente en dicho estudio; el cual se realiza con los esfuerzos conjuntos de varios grupos pertenecientes a la compañía (contabilidad, finanzas, mercadeo, ventas e ingeniería de diseño).

El Estudio Económico dentro de la metodología de la evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el Estudio Técnico; en términos de cantidad de materia prima necesaria, número y capacidad de equipo y maquinaria necesarios para el proceso.

Por lo cual en este capítulo se explicará de manera sistemática y ordenada la información de carácter monetario, en resultado a la investigación y análisis efectuado en el Estudio Técnico, el cual será de gran utilidad en la evaluación de la rentabilidad económica del proyecto. Este estudio comprende el monto de los recursos económicos necesarios que implica la realización del proyecto previo a su puesta en marcha, así como la determinación del costo total requerido en su periodo de operación.

La parte económica y el análisis de rentabilidad son definitivos en la decisión de instalar y operar una planta. Puede existir mucho mercado para el producto y se puede planear una instalación moderna y muy automatizada, pero lo que al final decide si todo esto es correcto es el estudio económico de manera que lo recomendable es planear estos aspectos si se quiere tener éxito al momento de realizar una inversión. Por otro lado, como ya se ha comentado antes el Estudio Económico es una de las etapas claves para identificar la viabilidad de un proyecto, aunque no debe ser el único. Ya que un estudio que solo se basa en el aspecto económico, será incompleto y, por lo tanto, su viabilidad no será fiable.

Respecto al proyecto que se propones en la presente tesis se está considerando un área de cultivo de una hectárea. Se determinó que la distancia apropiada entre cada árbol sea de 3m, esto para favorecer la producción máxima de follaje. Por lo tanto, si en 10 m<sup>2</sup> se pueden plantar 4 árboles entonces en una hectárea (10 000 m<sup>2</sup>) es posible plantar 4,000 árboles.

*Tabla No. 20 Producción anual y precio de venta del suplemento y aceite.*

<b>Productos</b>	<b>Producción anual</b>	<b>Precio de venta</b>
Suplemento alimenticio	1,662.2 toneladas de follaje	5 USD/kg
Aceite	9,675.8 litros	50 USD/L

Fuente: Mercadolibre.com, ebay.com y Amazon.com

El precio de venta se determinó a partir del precio de venta de dichos productos en el mercado internacional.

Los equipos que se proponen utilizar para la elaboración de cada producto se resumen en la Tabla No. 21.

*Tabla No. 21 Lista de equipos necesarios para la elaboración de los productos.*

<b>Equipo</b>	<b>Clave</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Elaboración aceite vegetal</b>		
Secador de bandejas	S-003	1
Transportador (belt)	C-001, C-002, C-003 y C-004	4
Filtro tipo prensa	F-006	1
Bomba centrífuga	B-001	1
Tanque de almacenamiento horizontal	T-001	1
Peladora	E-002	1
Prensa	P-005	1
Extractor de semillas	L-001	1
<b>Elaboración suplemento alimenticio</b>		
Defolliadora	D-001	1
Transportador (belt)	C-001, C-002, C-003, C-004 y C-005	5
Bomba centrífuga	B-001, B-002 y B-003	3
Tanque con agitador	E-002, T-003 y E-004	3
Tanque de almacenamiento horizontal	TA-001, TD-002 y TW-003	3
Secador de bandejas	S-005	1

La determinación de los equipos descritos en la Tabla No. 21. es resultado del diagrama de flujo de procesos expuesto en el Capítulo 3.

Tabla No. 22 Lista de costos de los equipos.

Clave del equipo	Precio unitario (USD)	Material	Cantidad	Precio Total (USD)	Índice (1968)	Índice (2002)	Índice (2017)	Precio corregido (USD)
Elaboración aceite vegetal								
Secador de bandejas	1000	Acero al carbón	1	1000		390.2	695	1781.1
Transportador (belt)	10000		4	40000		390.2	689.8	70712.5
Filtro tipo prensa	1500		1	1500	110.9		695	9400.4
Bomba centrífuga	50.75	Acero inoxidable	1	50.75			985.3	50.8
Tanque de almacenamiento horizontal	5280	Acero inoxidable	1	5280		390.2	610	8254.2
Peladora	750	Acero inoxidable	1	750				750
Prensa	699.95	Acero inoxidable	1	699.95				700.0
Extractor de semillas	2000	Acero tratado	1	2000				2000
Elaboración suplemento alimenticio								
Secador de bandejas	40000	Acero al carbón	1	40000		390.2	695	71245.5
Transportador (belt)	10000		5	50000		390.2	689.8	88390.6
Bomba centrífuga	1158	Acero inoxidable	3	3474	114.6		985.3	29868.5
Tanque con agitador	2500	Acero inoxidable	2	5000		390.2	610	7816.5
Tanque con agitador	2400	Acero inoxidable	1	2400		390.2	610	3751.9
Tanque de almacenamiento horizontal	72000	Acero inoxidable	2	144000		390.2	610	225115.3
Tanque de almacenamiento horizontal	120000	Acero inoxidable	1	120000		390.2	610	187596.1
Defoliadora	1028.310854	Acero inoxidable	1	1028.3				1028.3

Para el cálculo del costo de los equipos se utilizó el índice CEPCI; esto para la actualización del costo de los equipos. Los índices de costos se basan en un muestreo limitado de bienes y servicios. Los índices Marshall and Swift y CEPCI son recomendados para equipos de proceso y estimados de inversión en plantas químicas (Peters and Timmerhaus, 2016).

Una vez determinado el costo de los equipos se procede a calcular la inversión de capital. La inversión de capital es la cantidad total de dinero necesaria para el suministro de las instalaciones y la manufactura más la cantidad de dinero requerida como capital de trabajo para la operación de las instalaciones.

Dentro de la inversión de capital se consideran los costos directos e indirectos de cada componente principal como se muestra en la Tabla No. 23. La cual resume las variaciones típicas en los costos de cada componente expresándolos como porcentajes de inversión de capital fijo para diversas plantas. Resulta importante mencionar que como todo proyecto la inversión de capital calculada en la etapa de la Ingeniería conceptual tendrá un porcentaje de precisión del  $\pm 20\%$ ; el cuál se irá reduciendo dando inicio a las siguientes etapas de Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Procura y Construcción hasta la puesta en marcha de la planta.

*Tabla No. 23 Porcentajes típicos de valores de inversión de Capital Fijo para segmentos de costos directos e indirectos para plantas multipropósito o grandes adiciones a instalaciones existentes.*

<b>Componente</b>	<b>Rango de ICF (%)</b>
<b>Costos Directos</b>	
Equipos adquiridos	15-40
Instalación de equipos comprados	6-14
Instrumentación y controles (instalado)	2-12
Tubería (instalada)	4-17
Sistemas eléctricos (instalado)	2-10
Edificios (Incluye servicios)	2-18
Yard Improvements	2-5
Instalaciones de servicio	8-30
Terreno	1-2
<b>Costos Indirectos</b>	



Ingeniería y supervisión	4-20
Gastos de construcción	4-17
Gastos legales	1-3
Tarifa del contratista	2-6
Contingencias	5-15

Fuente: Peters and Timmerhaus, 2003.

*Tabla No. 24 Resultados obtenidos para los cuatro casos de la Inversión de Capital Fijo.*

Componentes	Rango de ICF (%)		Rango de ICF		Casos			
	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor (a)	Mayor (A)	Menor (b)	Mayor (B)
<b>Costos directos</b>								
Equipos adquiridos	15	40	0.15	0.4	\$4,723,077.68		\$1,771,154.13	
Instalación de equipos comprados	6	14	0.06	0.14	\$283,384.66	\$661,230.88	\$106,269.25	\$247,961.58
Instrumentación y controles (instalados)	2	12	0.02	0.12	\$94,461.55	\$566,769.32	\$35,423.08	\$212,538.50
Tubería (instalación)	4	17	0.04	0.17	\$188,923.11	\$802,923.21	\$70,846.17	\$301,096.20
Sistemas eléctricos (instalados)	2	10	0.02	0.1	\$94,461.55	\$472,307.77	\$35,423.08	\$177,115.41
Edificios (incluyendo servicios)	2	18	0.02	0.18	\$94,461.55	\$850,153.98	\$35,423.08	\$318,807.74
Yard improvements	2	5	0.02	0.05	\$94,461.55	\$236,153.88	\$35,423.08	\$88,557.71
Instalaciones de servicio	8	30	0.08	0.3	\$377,846.21	\$1,416,923.30	\$141,692.33	\$531,346.24
Tierra	1	2	0.01	0.02	\$47,230.78	\$94,461.55	\$17,711.54	\$35,423.08
Total Costos Directos (USD)					\$1,275,230.97	\$5,100,923.89	\$478,211.62	\$1,912,846.46
<b>Costos indirectos</b>								
Ingeniería y supervisión	4	20	0.04	0.2	\$188,923.11	\$944,615.54	\$70,846.17	\$354,230.83
Gastos de construcción	4	17	0.04	0.17	\$188,923.11	\$802,923.21	\$70,846.17	\$301,096.20
Gastos legales	1	3	0.01	0.03	\$47,230.78	\$141,692.33	\$17,711.54	\$53,134.62
Tarifa de contratista	2	6	0.02	0.06	\$94,461.55	\$283,384.66	\$35,423.08	\$106,269.25
Contingencias	5	15	0.05	0.15	\$236,153.88	\$708,461.65	\$88,557.71	\$265,673.12
Total Costos Indirectos (USD)					\$755,692.43	\$2,881,077.38	\$283,384.66	\$1,080,404.02
Total (USD)					\$2,030,923.40	\$7,982,001.28	\$761,596.28	\$2,993,250.48
<b>Inversión capital fijo (USD)</b>					<b>\$2,051,123.40</b>	<b>\$8,002,201.28</b>	<b>\$781,796.28</b>	<b>\$3,013,450.48</b>
<b>Capital de trabajo (USD)</b>					<b>\$307,668.51</b>	<b>\$1,200,330.19</b>	<b>\$117,269.44</b>	<b>\$452,017.57</b>
<b>Inversión capital total (USD)</b>					<b>\$2,358,791.91</b>	<b>\$9,202,531.47</b>	<b>\$899,065.72</b>	<b>\$3,465,468.05</b>

El costo del terreno es un factor clave que se debe considerar dentro del Capital Fijo de Inversión. En el caso de este proyecto se están considerando los datos mostrados en la Tabla No. 25.

Tabla No. 25 Costo del terreno y de las semillas.

Concepto	Costo (USD)
Costo terreno	20,000
Costo semilla	10,000

Nota: Se está considerando que la duración de la planta sea de 10 años. Fuente: mitula.com

En base a los resultados obtenidos en la Tabla No. 24 se obtuvieron cuatro casos de Inversión de Capital Fijo; para los cuales se realizaron los siguientes cálculos descritos a continuación.

Tabla No. 26 Datos utilizados para el cálculo de las ventas.

Concepto	Precio (USD)
Ventas anuales del aceite de Moringa oleifera	\$ 483,790.91
Ventas anuales del suplemento de Moringa oleifera	\$ 8,311,136.89

Los datos mostrados en la Tabla No. 26 fueron calculados en base al balance de materia mostrado en el Estudio Técnico.

**Costos Fijos:** Los costos fijos son gastos de la actividad que no dependen del nivel de bienes y servicios producidos por la empresa. Con frecuencia se hace referencia a ellos con el término de gastos generales. Los costos fijos no están fijados de manera permanente, cambiarán con el tiempo, pero no varían respecto a la cantidad de producción para el período en cuestión.

**Costos Variables:** Los costos variables son los gastos que cambian en proporción a la actividad de una empresa. También, se denominan a veces a nivel de unidad producida, ya que estos varían según el número de unidades producidas. Por ejemplo, una empresa paga por las materias primas, cuando su actividad disminuye

necesitará menos materias primas, y por lo tanto gastará menos. Cuando la actividad se incrementa, necesitará más materia prima y el gasto aumentará.

Existen, además muchos otros costos que son variables como el consumo de electricidad (especialmente importante en el sector industrial), las horas extras de trabajo o empleados adicionales a contratar cuando hay picos de producción.

**Mantenimiento:** El mantenimiento es la conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación. Para el caso de este proyecto se considera el 3% respecto de la Inversión de Capital Total.

**Ventas:** La venta de productos o servicios constituye la base de la actividad de las empresas, pues supone su principal fuente de ingresos. Para este proyecto se consideraron los siguientes datos para realizar el cálculo.

**Utilidad Bruta:** Los ingresos por ventas del producto menos los costos totales del producto dan como resultado la ganancia bruta, también llamada ganancias brutas. *(Peters and Timmerhaus, 2003)*

**Impuestos:** Los impuestos son los tributos más importantes, a través de los cuales, se obtiene la mayoría de los ingresos públicos. Con ellos, el Estado obtiene los recursos suficientes para llevar a cabo sus actuaciones, como, por ejemplo, la administración, infraestructuras o prestación de servicios. Para el caso de este proyecto se consideró el cálculo de los impuestos como el 3% de la utilidad bruta.

**Utilidad Neta:** La ganancia neta, también llamada ganancias netas, es la cantidad retenida de la ganancia después de que se hayan pagado los impuestos sobre la renta. *(Peters and Timmerhaus, 2003)*

## ***CRITERIOS DE INVERSIÓN***

Los métodos para preparar una evaluación económica son numerosos y varían de una compañía a otra, ya que se puede recurrir a métodos rápidos de estimación.

Todo proyecto productivo podrá evaluarse considerando su propia recuperabilidad y su rentabilidad. Existen dos tipos genéricos de métodos para evaluar proyectos de inversión: los métodos que no consideran el valor del dinero en el tiempo y los métodos que si consideran el valor del dinero en el tiempo. Descritos a continuación.

### **Métodos que consideran el valor temporal del dinero.**

El valor temporal del dinero a menudo es una consideración muy importante cuando se comparan las inversiones que requieren o generan diferentes cantidades de fondos en diferentes momentos. De hecho, el tiempo de los gastos y los ingresos puede afectar significativamente el valor presente de dichos fondos. Dicho de otra manera, la forma más adecuada de hacer comparaciones económicas es hacer que todos los flujos de efectivo sean equivalentes. Por lo tanto, es necesario poder determinar el valor de las inversiones en cualquier momento seleccionado.

Los métodos utilizados para calcular la rentabilidad de este proyecto son los siguientes:

**Valor Presente Neto (VPN):** Criterio de inversión que consiste en actualizar los gastos e ingresos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Para esto es necesario traer todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VPN expresa una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos es decir en número de unidades monetarias. Y pueden existir los siguientes tres casos del VPN:

**$VPN > 0$**  Representa una inversión favorable.

**$VPN = 0$**  El proyecto no generará ni beneficios ni pérdidas.

**$VPN < 0$**  El proyecto de inversión generará pérdidas.

**Tasa interna de Retorno (TIR):** Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una

inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. La TIR nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, se expresa en tanto por ciento.

**Periodo de Retorno de la Inversión (PRI):** Es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial.

Es un indicador importante ya que los inversionistas, empresarios o emprendedores tienen la necesidad de conocer en qué tiempo recuperarán su inversión a la hora de evaluar un proyecto o un emprendedor al constituir un negocio.

A pesar de ser un indicador muy empleado, es importante acompañarlo de otras mediciones para que no resulte engañoso.

### **Método que no considera el valor temporal del dinero.**

El análisis de las tasas o razones financieras es el método que no toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Esto se utiliza cuando los datos para el análisis provienen de la hoja del balance general, es decir se consideran los datos de la empresa en un punto del tiempo. Esto es válido, ya que los datos que se toman para su análisis provienen de la hoja del balance general. Esta hoja contiene información de la empresa tomada en un punto en el tiempo, usualmente el fin de año o fin de un periodo contable, a diferencia de los métodos VPN y TIR, cuyos datos base están tomados del estado de resultados que contiene información sobre flujos de efectivo concentrados al finalizar el periodo.

**Retorno Interno de la Inversión (Rol):** Es una medida de la rentabilidad, que se define como la relación de beneficio entre la inversión. El Rol es expresado como una fracción o porcentaje. Si el Rol es positivo significa que el proyecto de inversión

es rentable (mientras mayor sea el Rol un mayor porcentaje del capital se va a recuperar al ser invertido en el proyecto). Pero si el Rol es igual o menor a cero el proyecto no es rentable.

Los criterios de inversión antes descritos se utilizaron para determinar si este proyecto era factible económicamente hablando. Por lo que los resultados obtenidos, se muestran a continuación en las siguientes tablas para los cuatro casos de la Inversión de Capital Total.

Tabla No. 27 Caso a para una Inversión de Capital Total de 2,358,791.91 USD.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Fijos Anuales (USD)	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68	\$ 290,817.68
Costos Variables (USD)	\$ 83,616.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84
Mantenimiento (USD)	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76	\$ 70,763.76
Ventas (USD)	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79
Utilidad Bruta (USD)	\$ 8,349,729.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52	\$ 8,349,929.52
Impuestos (USD)	\$ 2,504,918.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85	\$ 2,504,978.85
Utilidad Neta (USD)	\$ 5,844,810.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66	\$ 5,844,950.66
VPN	-2,925,252.20	1,464,085.99	732,756.12	366,734.97	183,546.11	91,862.46	45,975.97	23,010.38	11,516.40	5,763.81
Rol (%)	284.9565587	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842	284.9633842
Tiempo de Retorno de Inversión (años)	0.350930684	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278	0.350922278
Tiempo de Retorno de Inversión (meses)	4.211168206	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339	4.211067339
Taza interna de retorno (%)	99.805359									

Tabla No. 28 Caso A para una Inversión de Capital Total de 9,202,531.47 USD.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Fijos Anuales (USD)	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80	\$ 1,134,588.80
Costos Variables (USD)	\$ 83,616.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84
Mantenimiento (USD)	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94	\$ 276,075.94
Ventas (USD)	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79
Utilidad Bruta (USD)	\$ 7,300,646.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22	\$ 7,300,846.22
Impuestos (USD)	\$ 2,190,193.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87	\$ 2,190,253.87
Utilidad Neta (USD)	\$ 5,110,452.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35	\$ 5,110,592.35
VPN	-2,557,710.92	1,280,134.11	640,689.47	320,656.24	160,484.03	80,320.04	40,199.07	20,119.08	10,069.32	5,039.56
Rol (%)	63.86308183	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135	63.86483135
Tiempo de Retorno de Inversión (años)	1.565849895	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807	1.565807
Tiempo de Retorno de Inversión (meses)	18.79019874	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684	18.789684
Taza interna de retorno (%)	99.8057056									

**Tabla No. 29 Caso b para una Inversión de Capital Total de 899,065.72 USD.**

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Fijos Anuales (USD)	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66	\$ 110,846.66
Costos Variables (USD)	\$ 83,616.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84
Mantenimiento (USD)	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97	\$ 26,971.97
Ventas (USD)	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79
Utilidad Bruta (USD)	\$ 8,573,492.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32	\$ 8,573,692.32
Impuestos (USD)	\$ 2,572,047.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70	\$ 2,572,107.70
Utilidad Neta (USD)	\$ 6,001,444.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63	\$ 6,001,584.63
VPN	-3,003,646.42	1,503,321.76	752,393.35	376,563.27	188,465.11	94,324.38	47,208.15	23,627.08	11,825.05	5,918.29
Rol (%)	767.6481471	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546	767.6660546
Tiempo de Retorno de Inversión (años)	0.130268015	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976	0.130264976
Tiempo de Retorno de Inversión (meses)	1.563216175	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709	1.563179709
Taza interna de retorno (%)	99.80529605									

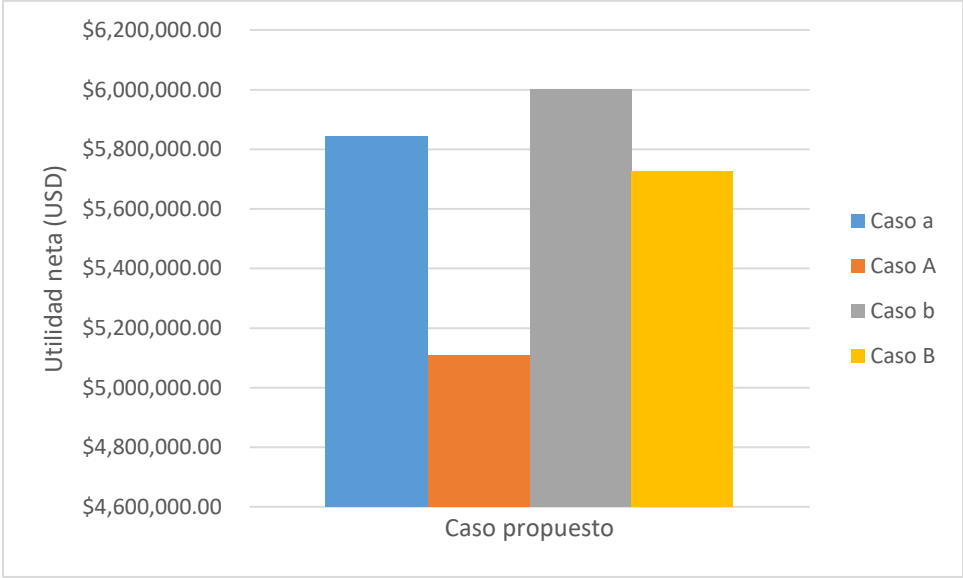
**Tabla No. 30 Caso B para una Inversión de Capital Total de 3,465,468.05 USD.**

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Fijos Anuales (USD)	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83	\$ 427,260.83
Costos Variables (USD)	\$ 83,616.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84	\$ 83,416.84
Mantenimiento (USD)	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04	\$ 103,964.04
Ventas (USD)	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79	\$ 8,794,927.79
Utilidad Bruta (USD)	\$ 8,180,086.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09	\$ 8,180,286.09
Impuestos (USD)	\$ 2,454,025.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83	\$ 2,454,085.83
Utilidad Neta (USD)	\$ 5,726,060.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26	\$ 5,726,200.26
VPN	-2,865,818.44	1,434,339.80	717,868.36	359,283.74	179,816.83	89,995.97	45,041.81	22,542.84	11,282.40	5,646.69
Rol (%)	190.0167366	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824	190.0213824
Tiempo de Retorno de Inversión (años)	0.526269432	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565	0.526256565
Tiempo de Retorno de Inversión (meses)	6.315233182	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781	6.315078781
Taza interna de retorno (%)	99.80540902									

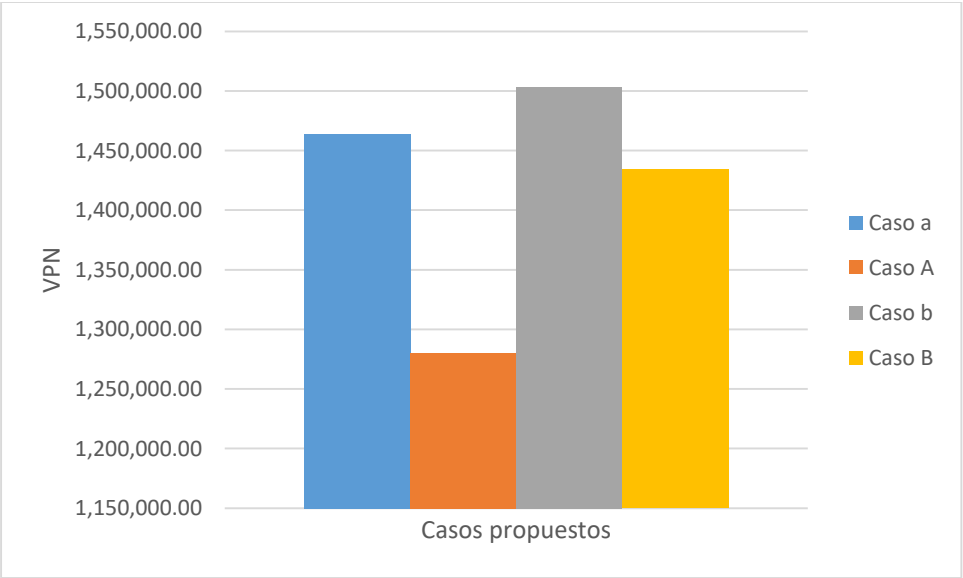


En base a los resultados obtenidos en las tablas Nos. 27,28,29 y 30 se realizaron los siguientes gráficos para analizar mejor los resultados.

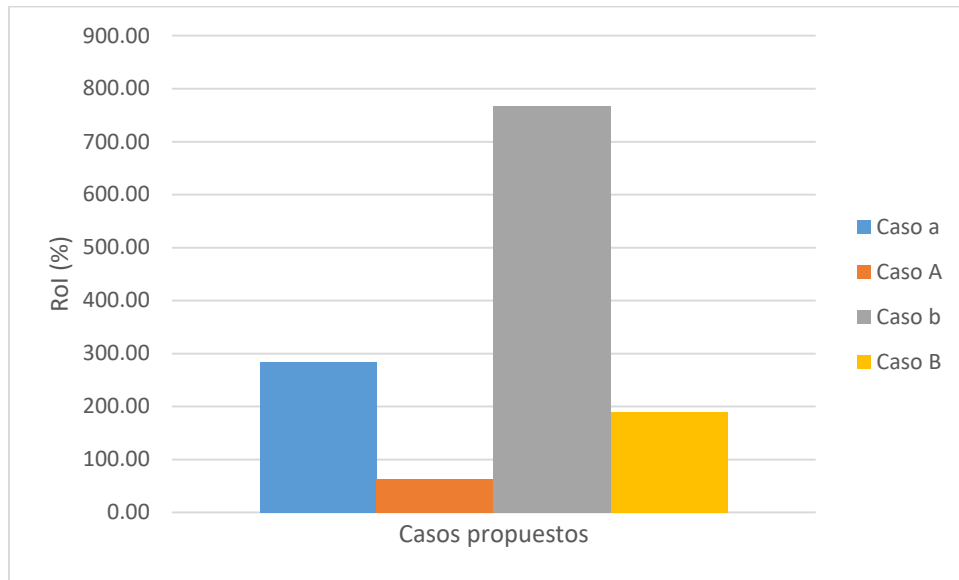
*Gráfico No. 12 Utilidad Neta (USD).*



*Gráfico No. 13 Valor Presente Neto.*



**Gráfico No. 14 Retorno Interno de la Inversión (%).**



**Gráfico No. 15 Periodo de Retorno de la Inversión (años).**

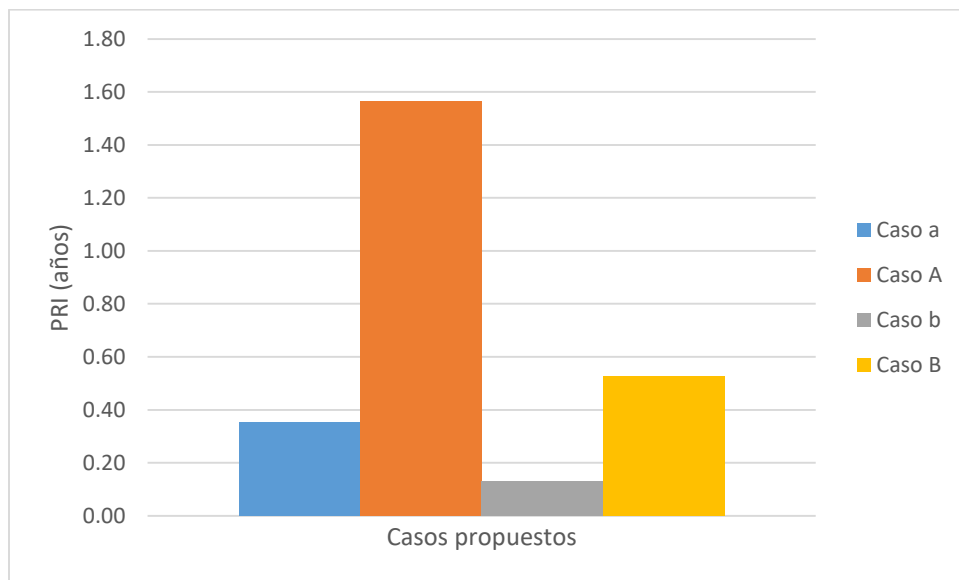
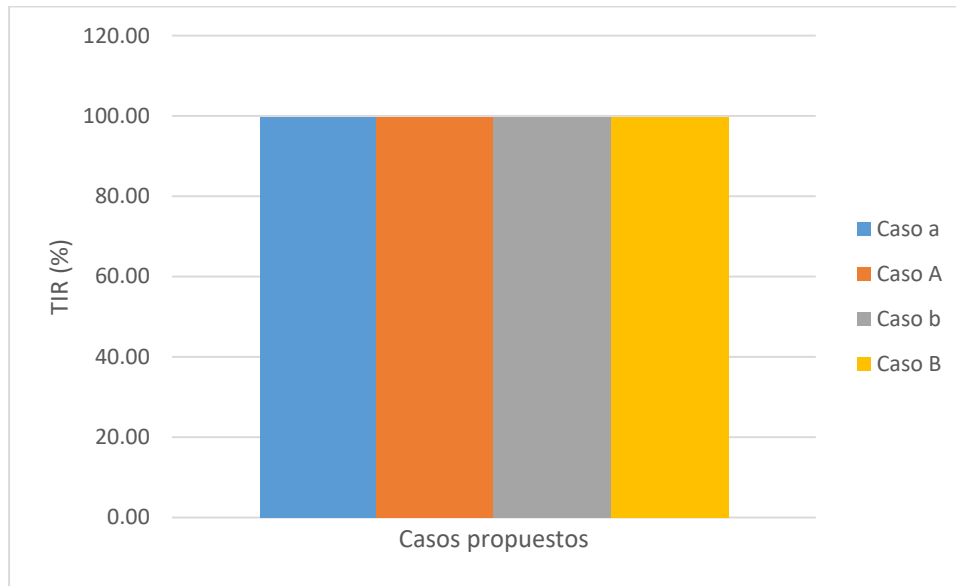


Gráfico No. 16 Tasa interna de Retorno (%).



Como se puede observar en el gráfico No. 12 observamos que para los cuatro casos la utilidad neta es considerable, siendo para el caso b el más alto.

Respecto a los criterios de rentabilidad el VPN es positivo para todos los casos, como se muestra en el gráfico No. 13, lo cual resulta importante ya que nos indica que el proyecto representa una inversión favorable. De acuerdo con el Rol (como se muestra en el gráfico No. 14) el caso b presenta el más alto porcentaje, sin embargo, para los cuatro casos el Rol es positivo lo cual indica que el proyecto de inversión es rentable. Por otra parte, otro criterio importante es el Tiempo de Retorno de la Inversión (PRI), en donde se puede observar (Gráfico No. 15) que para los cuatro casos el tiempo de retorno es muy corto, siendo el caso A el más desfavorable con 1.5 años. Además, como se puede observar (Gráfico No. 16) en la Tasa Interna de Retorno (TIR) nos indica que en los cuatro casos la inversión generará un 99.8 % de ganancias.

Respecto a los resultados obtenidos se puede concluir que es un proyecto factible en términos económicos por lo cual es conveniente invertir en este proyecto.

## COMENTARIOS

Como se ha expuesto en los cuatro capítulos de la presente Tesis, la Moringa oleifera es un árbol cuyas propiedades abarcan diferentes áreas de oportunidad. Para efectos de esta Tesis solo se contempló el uso de la Moringa oleífera como suplemento alimenticio y el aceite proveniente de su semilla debido a que son dos productos que comienzan a tener cada vez más popularidad dentro de la sociedad y que forman parte de sectores económicos importantes que se encuentran en crecimiento como es el mercado nutracéutico y el de los aceites vegetales.

Es importante recalcar que aún no existen estudios clínicos en seres humanos que comprueben todas sus propiedades como suplemento alimenticio, pero si existen estudios en animales que han logrado evidenciar algunas de ellas. Tal es el caso de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), quien ha emprendido proyectos para su cultivo en países de Latinoamérica y del continente asiático. En el caso del aceite existen diversos estudios confiables que han podido comprobar sus propiedades obteniendo como resultado ser mejor que el aceite de oliva y con un uso óptimo como materia prima en los cosméticos naturales.

Uno de los problemas que se presentaron fue dentro del desarrollo del estudio de mercado, debido a que, si bien las propiedades de la Moringa oleifera cada vez son más conocidas a nivel mundial, en México aún no hay la suficiente información de estudios técnicos y económicos que puedan ser de utilidad para tomar como base. Además, debido a que la comercialización de los productos provenientes de la Moringa oleifera es relativamente nuevo, aún no existen estadísticas a nivel mundial que describan el comportamiento de este mercado en específico; a no ser por la información proporcionada por la India, quien es uno de los principales países productores de este árbol y quien cubre la mayor parte de la demanda a nivel mundial junto con el continente africano.

Respecto al estudio técnico una de las cuestiones más importantes fue determinar la zona donde será cultivado el árbol ya que esto ayudará en gran medida al éxito del proyecto y México es un país que presenta varios estados como posibles

opciones. Otro aspecto a tomar en cuenta es el hecho de contar con un espacio suficiente en el cual se tenga el cultivo y la planta de producción ya que al ser una especie “viva” lo recomendable es que de inmediato tanto las hojas como las semillas entren al proceso productivo con el fin de evitar que la materia prima se deteriore.

En base al estudio económico la Inversión de Capital Total se calculó a partir del costo de los equipos y tomando en cuenta los porcentajes asignados a cada componente de inversión. Para determinar el costo de los equipos fue necesario actualizarlos con el índice CEPCI para tener un estimado más real. Una vez calculada la inversión fue necesaria comprobar si el proyecto era económicamente factible utilizando dos tipos de métodos que tomaran en cuenta el valor del dinero en el tiempo y donde no se tomara en cuenta este aspecto.

También, es importante mencionar que en México hay una importante labor en la creación de normas y procedimientos que protejan al consumidor de aquellos productos “milagro”. Así como un mejor conocimiento de sus beneficios y contraindicaciones para el caso específico de los productos de la Moringa oleifera, ya que esto mejoraría en gran medida la calidad de estos y constituirían un fuerte incentivo para nuevas inversiones en la producción de dichos productos, aumentando el valor del mercado.

Por otro lado, debido a los daños causados por el calentamiento global, grandes industrias en especial las dedicadas al cuidado personal han comenzado a tomar acciones enfocadas a la generación de nuevos productos amigables con el medio ambiente y a modificar el proceso por el cual son obtenidos; ya sea prefiriendo insumos más naturales que químicos, utilizando prácticas más sostenibles que tomen en cuenta a los agricultores de la región y generando acuerdos con el gobierno y con otras empresas para lograr la preservación del medio ambiente. Por lo que la industria química tiene la responsabilidad de incorporar un enfoque sustentable en el diseño de procesos nuevos y ya existentes que influirán en la toma de decisiones de nuevos proyectos; sin descuidar la cuestión económica y los beneficios a la sociedad. Por lo tanto, la implementación de indicadores capaces de

evaluar la sustentabilidad de los procesos debe ser crucial a la hora evaluar nuevos proyectos. Especialmente para aquellos productos que dentro de sus objetivos está el crear un beneficio a la sociedad y al mismo tiempo ser sustentables. Por lo cual resulta conveniente hacer uso de dichos indicadores en una etapa temprana del proyecto como lo es en la Ingeniería conceptual para comprobar que verdaderamente es un proceso sustentable o bien detectar cuales serían aquellas etapas del proceso que se deben modificar para alcanzar el objetivo. Existe una gran variedad de indicadores sustentables que abarcan cuatro áreas importantes: eficiencia, energía, economía y medioambiente (*Mercado y colaboradores, 2012*). Para los cuales es importante definir dos escenarios bases uno que sea cien por ciento sustentable y otro que no lo sea. Esto para poder analizar y comparar dichos indicadores e identificar el nivel de sustentabilidad alcanzado. El uso de dichos indicadores en una etapa temprana del diseño de procesos es el más efectivo ya que ofrecerán una mejor perspectiva al diseñador generando un alto potencial que influenciará en el comportamiento sustentable del proceso durante su operación.

Considero que el complementar la propuesta del desarrollo de un alimento para animales, específicamente enfocado al ganado, a base de Moringa oleífera con un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) resultaría conveniente ya que dicho análisis es una herramienta que permite identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida del producto (*ineel.mx*). Debido a que siempre resulta benéfico conocer con el mayor detalle posible los efectos que dicho producto podría causar al medio ambiente en especial si puede llegar a provocar un impacto ambiental significativo adverso que implique atender responsabilidades legales, sociales y políticas, además de las pérdidas económicas y de imagen empresarial. Por otra parte, en cuanto a los aspectos financieros, el ACV puede ser una ayuda útil para bajar los costos en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución, entre otros, promuevan una mayor eficiencia en la asignación de materias primas, insumos y energía. Aunque el ACV ha tenido un avance importante en los últimos treinta años, se debe reconocer que la técnica está en una etapa temprana desarrollo. Sin embargo, no deja de ser una poderosa herramienta de gestión

ambiental que puede ser de suma utilidad para la toma de decisiones, ya sea que se emplee sola o conjuntamente con otras herramientas (evaluación del riesgo y la evaluación de impacto ambiental).

Opino que el hecho de aprovechar este tipo de herramienta en una etapa temprana del proyecto puede permitir que en un futuro el fabricante compita de manera favorable con aquellas empresas que están aprovechando las oportunidades emergentes en la evolución del escenario ambiental.

## CONCLUSIONES

La capacidad de la *Moringa oleifera* para ofrecer suplementos alimenticios nutritivos a la sociedad, así como aceite de alta calidad y una gama de diversas aplicaciones, la vuelve un recurso importante dentro del sector de los suplementos alimenticios y de los cosméticos. Desde la perspectiva ambiental, hasta la fecha no existen reportes de que la *Moringa oleifera* sea una planta invasora en hábitats naturales en ninguna parte del mundo (Olson, 2010). Sin embargo, como con cualquier planta exótica, es importante mantener una vigilancia estricta para detectar cualquier tendencia invasora en cuanto aparezca. A pesar de que la *Moringa oleifera* ha estado en México desde hace varios siglos, y que se cultiva ampliamente en algunas zonas del país donde el clima es propicio, nunca se ha observado una tendencia invasora en esta planta, lo que hace muy poco probable que esto pueda presentarse en el futuro cercano.

Respecto a los objetivos particulares establecidos se concluye que las condiciones adecuadas para el cultivo de la planta en nuestro país se dan en zonas con unos 15°C de temperatura mínima absoluta, con lluvias estacionales de hasta 1000 mm, de preferencia en suelos bien drenados y con una altura máxima de 600 msnm. Los estados que presentan estas condiciones son los siguientes: Michoacán, Guerrero, Estado de México, Oaxaca, Chiapas y Veracruz. Que para efectos de esta tesis y una vez realizado el estudio de localización de la planta resultó más conveniente la elección del estado de Veracruz, específicamente la localidad de Alvarado. Además, es importante mencionar que hay dos formas de cultivarla; en un invernadero o directamente en la tierra. La elección de una o de otra dependerá de la cantidad de semillas que se tengan disponibles antes de la siembra (es recomendable tener el doble de semillas para el cultivo directo en la tierra). También el espaciamiento entre las semillas es un factor clave; que para efectos de la presente tesis se seleccionó una distancia aproximada de 3m esto para permitir que el árbol crezca con un follaje adecuado que también favorezca la producción de semillas. Asimismo, otro factor importante es la poda, la cual es necesaria para estimular y mantener la producción de hojas frescas.



Para la realización del estudio de mercado se analizaron dos sectores; el primero de los suplementos alimenticios y el segundo de los aceites vegetales en los productos de belleza y cuidado personal. En el caso del primer sector se concluye que los consumidores en especial de clase media acomodada cada vez están más dispuestos a invertir en productos alimenticios para el cuidado de la salud y, además están siendo más conscientes y críticos sobre el origen de dichos productos optando por una tendencia más natural y amigable con el medio ambiente. A nivel mundial los principales mercados para los suplementos alimenticios son Estados Unidos, Europa y Japón. Respecto a México dicho mercado está en crecimiento, esto debido al cambio demográfico en el país ya que se estima que a partir del 2020 se acentuará el porcentaje de la población mayor de 60 años, quienes son los que buscan en mayor medida este tipo de productos. En el caso del segundo sector se concluye que los aceites vegetales son cada vez más utilizados dentro de la elaboración de los productos de belleza y cuidado personal debido a que los consumidores prefieren más dichos productos a base de ingredientes naturales. A nivel mundial Estados Unidos, Japón, Francia y los Países Bajos ofrecen grandes oportunidades para este sector. Mientras que nuestro país es el segundo mercado más importante en América Latina, aunque está viéndose afectado por el comercio informal.

Tomando en cuenta lo antes expuesto el suplemento alimenticio a base de las hojas y el aceite provenientes de la Moringa oleífera son capaces de cubrir las necesidades de la industria y de los consumidores para ambos sectores. Sin embargo, es de suma importante realizar un análisis crítico de la bibliografía disponible sobre esta especie, ya que, aunque todavía quedan puntos por comprobar, una parte considerable de los beneficios que se le atribuyen están confirmados científicamente en animales.

La elección del tipo de proceso para el suplemento y aceite se determinó a partir de las condiciones adecuadas para su cultivo, de las necesidades encontradas en el estudio de mercado y de los requerimientos técnicos. Los dos procesos que se proponen son por lotes esto debido a la cantidad de hojas y semillas a procesar y

por el tipo de secador seleccionado (de bandejas). En el caso del suplemento alimenticio se opta no solo por realizar un enjuague sino también por desinfectar las hojas de acuerdo con las recomendaciones de la FAO. Para el caso del aceite se eligió utilizar una extracción mecánica esto para evitar ocupar alguna sustancia química que contamine el producto o los subproductos y que evite comercializarlo como un producto cien por ciento natural y un paso adicional importante es incluir dentro del proceso el secado de las semillas que favorecerá la vida útil del producto.

Para demostrar la factibilidad económica del proyecto se utilizaron criterios de inversión que consideran el valor temporal del dinero tales como el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el periodo interno de la inversión; así como métodos que no lo toman en cuenta como el retorno interno de la inversión. Los resultados obtenidos al evaluar los criterios antes mencionados para cuatro casos de inversión propuestos en el estudio económico indican que el proyecto es factible económicamente.

De acuerdo con lo antes mencionado se concluye que la ingeniería conceptual realizada indica que el proyecto para la elaboración de un suplemento alimenticio y aceite a partir de la Moringa oleífera resulta factible en términos técnicos y económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

Anaya D., Barragán A. y Vergara V. (2015). Manual de temas selectos de Ingeniería de Proyectos. 1ª reimp. Ed. Comité Editorial de la Facultad de Química. Pp. 5-65.

Aremu K. Ademola y Akintunde Akimola. (2014). Effects of some Drying Methods on Nutritional Characteristics of Moringa (*Moringa Oleifera*) Seeds. *International Conference on Biotechnology and Environment Management* 75(12). Recuperado desde: <http://www.ipcbee.com/vol75/012-ICBEM2014-S2001.pdf>

Atieno W., Wagai S., Arama P. y Ogur J. (2011). Antibacterial activity of Moringa oleifera and Moringa stenopetala metanol and n-hexane seed extracts on bacteria implicated in wáter borne diseases. *African Journal of Micorbiology Research* 5 (2). Rescuperado desde: <http://www.academicjournals.org/journal/AJMR/article-abstract/394A53040085>

Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas No Alcohólicas con Modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimentales. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación, 1994. Disponible en: <http://anprac.org.mx/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-086-ssa1-1994-bienes-y-servicios-alimentos-y-bebidas-no-alcoholicas-con-modificaciones-en-su-composicion-especificaciones-nutrimentales-diario-oficial-de-la-federacion-2/>

Bienes y Servicios. Materias primas para alimentos, productos de perfumería y belleza. Colorantes y pigmentos inorgánicos. Especificaciones sanitarias. Norma Oficial Mexicana NOM-118-SSA1-1994. Diario Oficial de la federación, 1994. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/118ssa14.html>

Bienes y servicios. Métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza. Norma Oficial Mexicana NOM-089-SSA1-1994. Diario Oficial de la federación, 1994. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/089ssa14.html>

Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos (CANIPEC). (2015). Datos del Sector- Indicadores Económicos. [online] Disponible en: [http://www.canipeec.org.mx/woo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=156&Itemid=65&limitstart=3](http://www.canipeec.org.mx/woo/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=65&limitstart=3) [Fecha de consulta: 28/09/16]

Canett, R., Arvayo K. y Ruvalcaba V. (2014). Aspectos tóxicos más relevantes de Moringa oleífera y sus posibles daños. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 16 (2). Recuperado desde: <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/26-ARTICULO%207.pdf>

Central Ciudadano y Consumidor. (2015). El mercado de los suplementos alimenticios en México, regulación, competencia y política social. Recuperado desde: <http://www.centralcyc.mx/suplementos-alimenticios/> [Fecha de consulta: 03/07/16]

Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries. (2015). Exporting Moringa to Europe. [online] Disponible en: <https://www.cbi.eu/market-information/natural-ingredients-health-products/moringa/> [Fecha de consulta: 13/06/17]

Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries. (2015). Exporting vegetable oils for conditioning to Europe. [online] Disponible en: <https://www.cbi.eu/market-information/natural-ingredients-cosmetics/vegetable-oils-conditioning/europe/> [Fecha de consulta: 13/06/17]

Cooperación Internacional (COOPI) y la Dirección General de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO). (2011). Chaco Raperé: protegiendo y adaptando medios de vida para hacer frente a la sequía en comunidades indígenas vulnerables del Chaco Paraguayo. Recuperado desde: <http://www.desaprender.org/fileSendAction/fcType/5/fcOid/447440695142977788/fodoid/447440695142977787/Moringa%20Oleifera>

Didia B.C. y Pail C.W. (2012). The effect of methanolic extract of Moringa oleifera Lam roots on the histology of kidney and liver of guinea pigs. *Asian Journal of medical Sciences*, 4 (1). Recuperado desde:

[https://www.researchgate.net/publication/268406828\\_The\\_Effect\\_of\\_Methanolic\\_Extract\\_of\\_Moringa\\_oleifera\\_Lam\\_Roots\\_on\\_the\\_Histology\\_of\\_Kidney\\_and\\_Liver\\_of\\_Guinea\\_Pigs](https://www.researchgate.net/publication/268406828_The_Effect_of_Methanolic_Extract_of_Moringa_oleifera_Lam_Roots_on_the_Histology_of_Kidney_and_Liver_of_Guinea_Pigs)

Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Diario Oficial de la Federación, 2009. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010)

Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial. Norma Oficial Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012. Diario Oficial de la federación, 2012. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5269348&fecha=19/09/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5269348&fecha=19/09/2012)

Euromonitor Research. (2012). Desire for Greener Formulations: The Rise of Organic Cosmetics. [online] Euromonitor International Blog. Disponible en: <http://blog.euromonitor.com/2012/06/desire-for-greener-formulations-the-rise-of-organic-cosmetics.html> [Fecha de consulta: 10/10/16]

European Commission. (2017). Novel Food catalogue. [online] Disponible en: [http://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/catalogue/search/public/index.cfm](http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/catalogue/search/public/index.cfm) [Fecha de consulta: 16/06/17]

Feldman, M. (2015). State of Consumer Health in 2015 and Forecast for 2016. [online] Euromonitor International Blog. Disponible en: <http://blog.euromonitor.com/2015/12/consumer-health-an-end-of-year-review-of-2015-performance-to-advance-market-strategy-in-2016-and-beyond.html> [Fecha de consulta: 10/10/16]

Folkar, G. y Sutherland, J. (2016). Aceite de Moringa TILZ. [online] Disponible en: [http://tilz.tearfund.org/es-ES/resources/publications/footsteps/footsteps\\_11-20/footsteps\\_20/moringa\\_oleifera\\_-\\_a\\_multipurpose\\_tree/](http://tilz.tearfund.org/es-ES/resources/publications/footsteps/footsteps_11-20/footsteps_20/moringa_oleifera_-_a_multipurpose_tree/) [Fecha de consulta: 03/07/17]

Food and Drug Administration. (2017). Suplementos Alimenticios – Lo que usted necesita saber. [online] Disponible en:

<https://www.fda.gov/food/resourcesforyou/consumers/ucm210723.htm> [Fecha de consulta: 26/07/17]

Food and Drug Administration. (2017). Guidance & Regulation of Cosmetics. [online] Disponible en: <https://www.fda.gov/Cosmetics/GuidanceRegulation/default.htm> [Fecha de consulta: 26/07/17]

Food and Drug Administration. (2017). Products & Ingredients in Cosmetics. [online] Disponible en: <https://www.fda.gov/Cosmetics/ProductsIngredients/default.htm> [Fecha de consulta: 26/07/17]

Ghazali H. M. y Mohammed S.M. (2011). Moringa (*Moringa oleifera*) seed oil: composition, nutritional aspects and health attributes. *Elsevier Inc. Amsterdam, The Netherlands*. Recuperado desde: [https://www.researchgate.net/publication/236268828\\_Moringa\\_oleifera\\_seed\\_oil\\_Composition\\_nutritional\\_aspects\\_and\\_health\\_attributes](https://www.researchgate.net/publication/236268828_Moringa_oleifera_seed_oil_Composition_nutritional_aspects_and_health_attributes)

Gómez D., Bravo P. y Zumalacárregui B. (2016). Caracterización de aceites de las semillas de Moringa oleífera a partir de la extracción por diferentes métodos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18 (2). Recuperado desde: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/54324>

INEGI. (2017). Índice Nacional de Precios. [online] Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/IndicePrecios/Cuadro.aspx?nc=CA60&T=%C3%8Dndices%20de%20Precios%20al%20Consumidor&ST=%C3%8Dndice%20Nacional%20de%20Precios%20al%20Consumidor,%20ciudades%20que%20lo%20componen%20por%20orden%20alfab%C3%A9tico> [Fecha de consulta: 17/10/17]

INEE. (2018). Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. [online] Disponible en: <https://www.ineel.mx/boletin032003/tend.pdf>

Juárez, J. (2015). El mercado “milagro de 52,000 mdd. [online] Forbes México disponible en: <https://www.forbes.com.mx/el-mercado-milagro-de-52000-mdd/#gs.2qVpAzM> [Fecha de consulta: 8/11/16]

Kasolo J., Bimenya G., Ojok L. y Ogwal J. (2012). Sub-acute toxicity evaluation of Moringa oleifera leaves aqueous and ethanol extracts in Swiss Albino rats. *International Journal of Medicinal Plant Research*, 1 (16). Recuperado desde: <https://www.google.com.mx/search?q=Sub-acute+toxicity+evaluation+of+Moringa+oleifera+leaves+aqueous+and+ethanol+extracts+in+Swiss+Albino+rats&aq=chrome..69i57.724j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Kérastase. (2016). Elixir Ultime con extracto de Moringa- Cabellos dañado. [online] Disponible en: <http://www.kerastase-zal.com/es-zal/cuidado-cabello-elixir-ultime/elixir-ultime-moringa-inmortal-cabello-danado> [Fecha de consulta:5/05/17]

López P. y Mora A. (2013). Condiciones de acceso para productos de cuidado personal en Estados Unidos. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. Disponible en: [http://servicios.procomer.go.cr/base/civ/ficha\\_mercados\\_civ.jsp?hacer=ver&lindel2=335&acceso=L](http://servicios.procomer.go.cr/base/civ/ficha_mercados_civ.jsp?hacer=ver&lindel2=335&acceso=L)

Martín C., Martín G., García A., Fernández T., Hernández E. y Puls J. (2013). Potenciales aplicaciones de la Moringa Oleífera. Una revisión crítica. *Revista Pastos y Forrajes*, 36 (2). Recuperado desde: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001)

Marrero D., Vicente R., González V. y Gutiérrez J. (2014). Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de Moringa oleífera que crece en la Habana, Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19 (2). Recuperado desde: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1028-47962014000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962014000200008)

Mehta K., Balaraman R., Amin A.H., Bafna P.A. y Gulafi O.D. (2003). Effect of fruits of Moringa oleifera on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology* 86 (2-3). Recuperado desde:

[https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/12738086/Effect of fruits of Moringa oleifera on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits](https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/12738086/Effect_of_fruits_of_Moringa_oleifera_on_the_lipid_profile_of_normal_and_hypercholesterolaemic_rabbits)

Mercado R., Smith L. y Gonzalez A. (2012). *Sustainability Indicators for Chemical Processes: I. Taxonomy*. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 51 (5). Recuperado desde: [https://www.researchgate.net/publication/231376788\\_Sustainability\\_Indicators\\_for\\_Chemical\\_Processes\\_I\\_Taxonomy](https://www.researchgate.net/publication/231376788_Sustainability_Indicators_for_Chemical_Processes_I_Taxonomy)

Moringacea. [online] Disponible en: <http://moringaceae.org/index.html> (Fecha de consulta: 22/05/17)

Olson E. y Alvarado O. (2016). ¿Dónde cultivar el árbol milagro, Moringa oleifera en México? Un análisis de su distribución potencial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87 (3). Recuperado desde: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187034531630077X>

Olson E. y Fahey W. (2011). Moringa Oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82. Recuperado desde: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532011000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400001)

Olson E. y Alvarado O. (2016). ¿Dónde cultivar el árbol milagro, Moringa oleifera, en México? Un análisis de su distribución potencial. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87. Recuperado desde: <http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/viewFile/1367/1328>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. [online] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm> [Fecha de consulta: 20/06/17]

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. [online] Disponible en:



<http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s07.htm> [Fecha de consulta: 23/01/18]

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Moringa. [online] Disponible en: <http://www.fao.org/traditional-crops/moringa/es/> [Fecha de consulta: 20/08/16]

Orhevba B. A., Sunmonu M. O. y Iwunze H. I. (2013). Extraction and Characterization of Moringa oleifera Seed Oil. *Journal of Food and Dairy Technology* 1 (1). Recuperado desde: [https://www.researchgate.net/publication/257514741\\_Extraction\\_and\\_Characterization\\_of\\_Moringa\\_oleifera\\_Seed\\_Oil](https://www.researchgate.net/publication/257514741_Extraction_and_Characterization_of_Moringa_oleifera_Seed_Oil)

Pérez T., Sánchez N., Armengol y Reyes F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamarck. Una alternativa para la alimentación animal. Una alternativa para la alimentación animal. *Revista Pastos y Forrajes* 33 (4). Recuperado desde: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v33n4/pyf01410.pdf>

Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009. Diario Oficial de la Federación, 2009. Recuperado desde: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>

Precio de venta del suplemento alimenticio y aceite de Moringa oleífera. Recuperado desde: [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-603524994-moringa-de-cultivo-ecologico-mexicana-100-natural-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-603524994-moringa-de-cultivo-ecologico-mexicana-100-natural-_JM), [https://www.amazon.com.mx/Moringa-Camila-Rowlands/dp/8416579334/ref=asc\\_df\\_8416579334/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=271216320378&hvpos=1o1&hvnetw=g&hvrnd=9558870888001515010&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvllocphy=1010043&hvtargid=pla-642296268912&psc=1](https://www.amazon.com.mx/Moringa-Camila-Rowlands/dp/8416579334/ref=asc_df_8416579334/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=271216320378&hvpos=1o1&hvnetw=g&hvrnd=9558870888001515010&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvllocphy=1010043&hvtargid=pla-642296268912&psc=1) y [https://www.ebay.es/sch/i.html?LH\\_TopRatedSellers=3&redirect=mobile&LH\\_FS=1&ssc=1&sop=7&nkw=aceite+moringa&LH\\_PrefLoc=2](https://www.ebay.es/sch/i.html?LH_TopRatedSellers=3&redirect=mobile&LH_FS=1&ssc=1&sop=7&nkw=aceite+moringa&LH_PrefLoc=2)

Peters S., D. Timmerhaus y E. West. (2003). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 5ta ed. Ed. Mc Graw Hill. Pp: 508, 536, 552, 566, 578, 583, 579 y 594.

Redken. (2016). CURVACEOUS. [online] Disponible en: <http://www.redken.com.mx/productos/en-casa/productos-haircare/curvaceous->  
[Fecha de consulta: 5/05/17]

Rolim L., Macedo M., Sisenando H., Napoleao T., Felzenszwalb I., Aiub C., Coelho L., Medeiros S. y Paiva P. (2011). *Genotoxicity Evaluation of Moringa oleifera Seed Extract and Lectin*. *Journal of Food Science* 76 (2). Recuperado desde: [http://www.academia.edu/12488509/Genotoxicity\\_Evaluation\\_of\\_Moringa\\_oleifera\\_Seed\\_Extract\\_and\\_Lectin](http://www.academia.edu/12488509/Genotoxicity_Evaluation_of_Moringa_oleifera_Seed_Extract_and_Lectin)

Rodríguez, M. (2016). Industrias de cosméticos recobrará ritmo. [online] Eleconomista.com.mx. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2016/06/09/industria-cosmeticos-recobrar-ritmo> [Fecha de consulta: 3/06/17]

Secretaría de Economía. (2016). Industria cosmética. [online] Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/economia-para-todos/abc-de-economia/mercado-interno/356-industria-cosmetica> [Fecha de consulta: 3/06/17]

Secretaría de Salud. (2002). Desinfección. [online] Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/capitulo9.html> [Fecha de consulta: 05/07/17]

Singh, Prakash D., Dhakarey R. y Upadhyay G. (2009). Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of Moringa oleifera. *Food and Chemical Toxicology* 47. Recuperado desde: [https://www.researchgate.net/publication/223502053\\_Oxidative\\_DNA\\_Damage\\_protective\\_activity\\_antioxidant\\_and\\_antiquorum\\_sensing\\_potentials\\_of\\_Moringa\\_oleifera](https://www.researchgate.net/publication/223502053_Oxidative_DNA_Damage_protective_activity_antioxidant_and_antiquorum_sensing_potentials_of_Moringa_oleifera) [Fecha de consulta: 05/07/17]

Smallholder Farmers Alliance (SFA). (2015). Moringa: Export Market Potential for Smallholder Farmers in Haití. Recuperado desde: <http://www.smallholderfarmersalliance.org/>

Suarez, M., Entenza, J. y Doerries, C., Meyer E., Bourquin L., Sutherland J., Marison I., Moreillon P. y Mermoud N. (2002). Expression of a plant-derived peptide harboring water-cleaning and antimicrobial activities. *Biotechnology and bioengineering* 81 (1). Recuperado desde: <http://ecolibrary.theplanetfixer.org/docs/trees/moringa/expression-of-a-moringa-plant-derived-peptide-harboring-water-cleaning-and-antimicrobial-activities-2002.pdf>

The Body Shop. (2017). Moringa. [online] Disponible en: <https://www.thebodyshop.com/es-es/comprar-por-linea/moringa/c/c00098#/moringa.aspx> [Fecha de consulta: 5/05/17]

Zaubas. (2016). Export analysis and trends of moringa. [online] Disponible en: <https://www.zauba.com/exportanalysis-moringa/unit-KGS-report.html> [Fecha de consulta: 11/12/16]

Zaubas. (2016). Export analysis and trends of moringa leaf. [online] Disponible en: <https://www.zauba.com/exportanalysis-moringa+leaf/unit-KGS-report.html> [Fecha de consulta: 11/12/16]

Zaubas. (2016). Export analysis and trends of moringa oil. [online] Disponible en: <https://www.zauba.com/exportanalysis-moringa+oil-report.html> [Fecha de consulta: 11/12/16]

Mitula. (2017). [online] <https://casas.mitula.mx/searchRE/> [Fecha de consulta: 14/11/17]

SCT. (2017). Sistema de Información Básica. [online] Disponible en: [http://app.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ServletManager](http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ServletManager) [Fecha de consulta: 30/10/17]

SEARATES. (2017). Digital Broker & Freight Forwarder. [online] Disponible en: <https://www.searates.com/reference/portdistance/> [Fecha de consulta: 10/11/17]

STPS. (2017). Información laboral perfil Estado de México. [online] Disponible en: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20estado%20de%20mexico.pdf> [Fecha de consulta: 10/10/17]

STPS. (2017). Información laboral perfil Veracruz. [online] Disponible en: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20estado%20de%20mexico.pdf> [Fecha de consulta: 10/10/17]

STPS. (2017). Información laboral perfil Puebla. [online] Disponible en: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20estado%20de%20mexico.pdf> [Fecha de consulta: 10/10/17]