



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CARRERA: QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**TÍTULO:** Revisión documental sobre la Actividad Hipoglucemiante de la planta *Moringa oleífera Lam*, como terapia coadyuvante en el control de Diabetes Mellitus Tipo 2. Agosto-noviembre 2022.

**AUTORES:** Bra. Jeslyng de los Angeles Henríquez Reyes  
Bra. Valeska Lisbeth Padilla López.  
Bra. Julissa Dayana López López.

**TUTOR:** Lic. Miury Carolina Salmerón

**Managua, enero 2023.**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se la dedicamos primeramente a Dios quien supo guiarnos por el buen camino, darnos la fortaleza, sabiduría y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación personal.

A nuestros padres por el apoyo incondicional que siempre nos han brindado y a enseñarnos el valor del trabajo arduo para cumplir nuestras metas.

A cada uno de nuestros familiares que de una u otra manera nos brindaron esa motivación de luchar y seguir siempre hacia delante y cumplir cada una de nuestras metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso por darnos la vida, la salud y las fuerzas para luchar por este proyecto de vida.

A nuestros padres, pilares de nuestra vida que han dado todo su esfuerzo, perseverancia, confianza, amor y fortaleza para que hoy en día nosotras estemos culminando esta etapa de nuestras vidas.

De igual manera a cada uno de nuestros maestros que nos brindaron sus conocimientos en especial a nuestra asesora Lic. Miury Carolina Salmerón por brindarnos su apoyo durante la realización de nuestro trabajo de investigación.

## CARTA AVAL DEL TUTOR

Por la presente, expreso en calidad de tutora, mi formal aceptación para el Seminario de Graduación titulado: “Revisión documental sobre la actividad hipoglucemiante de la planta *Moringa oleífera Lam*, como terapia coadyuvante en el control de Diabetes Mellitus tipo 2 en el periodo de agosto-noviembre 2022”, sea defendido ante el tribunal que a tal efecto se constituya.

Las autoras de dicho trabajo, Bra. Jeslyng de los Angeles Henríquez Reyes, Bra. Valeska Lisbeth Padilla López y Bra. Julissa Dayana López López, han demostrado ser personas responsables y competentes con respecto a las actividades asignadas durante el desarrollo de dicha investigación. El Seminario de Graduación en mención, reúne todos los requisitos de un trabajo propio de esta índole, por su rigurosidad, alcance teórico y desarrollo metodológico y científico, representando un importante aporte en el campo de las investigaciones en salud.



---

Lic. Miury Carolina Salmeron Urbina  
Tutora del Trabajo Seminario de Graduación  
Departamento de Química  
UNAN-Managua

# TABLA DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.	<b>INTROUCCIÓN</b>	1
1.2.	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	2
1.3.	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	3
1.4	<b>OBJETIVOS</b>	4

## CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1.	<b>ANTECEDENTES</b>	6
2.2.	<b>MARCO TEÓRICO</b>	11
2.2.1.	Concepto de la enfermedad	11
2.2.2.	Diabetes tipo 2	11
2.2.3.	Diagnóstico de la DM2	11
2.2.4.	Etapas de la DM2	12
2.2.5.	Complicaciones generadas en la salud por la DM2	12
2.2.6.	Tratamiento aplicado en el control de la DM2	13
2.2.7.	Taxonomía de la planta <i>Moringa Oleífera Lam</i>	12
2.2.8.	Descripción botánica de la planta <i>Moringa oleífera Lam</i>	13
2.2.9.	Caracterización físico química de las hojas de <i>Moringa oleífera Lam</i>	14
2.2.10.	Propiedades terapéuticas según las partes de la planta	16
2.2.11.	Preparaciones terapéuticas de la <i>Moringa oleífera Lam</i>	16
2.2.12.	Riesgos de toxicidad de la <i>Moringa oleífera Lam</i>	17
2.2.13	Producción y uso de <i>Moringa oleífera Lam</i> a nivel nacional	17
2.2.14.	Ventajas del uso de las plantas medicinales	18
2.2.15.	Hipoglucemia por tratamiento	18
2.2.16.	Tratamiento terapéutico	18
2.3.	<b>MARCO LEGAL</b>	18
2.3.1.	Ley N°.774 ‘Ley de medicina natural, terapias complementarias y productos naturales en Nicaragua’.	19
2.3.2	Ley N°.759 ‘Ley de medicina tradicional ancestral’.	20

## CAPÍTULO III: PREGUNTAS DIRECTRICES

3.1	<b>PREGUNTAS DIRECTRICES</b>	23
-----	------------------------------	----

<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO</b>	
4.1. <b>DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO</b>	25
4.2. <b>TIPO DE ESTUDIO</b>	25
4.3. <b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	25
4.3.1. Población	25
4.3.2. Muestra	25
4.3.3. Criterios de selección de muestra	26
4.4. <b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	26
4.4.1. Variables Independientes	26
4.4.2. Variables dependientes	26
4.4.3. Operacionalización de variables	27
4.5. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	27
4.5.1. Materiales para recolectar información	27
4.5.2. Materiales para procesar información	28
4.5.3. Método	28
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
5.1. <b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	30
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1. <b>CONCLUSIONES</b>	44
6.2. <b>RECOMENDACIONES</b>	46
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	47
<b>ANEXOS</b>	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Tratamiento aplicado en el control de la DM2.	13
<b>Tabla 2.</b>	Contenido macronutriente de la planta en hojas frescas y secas	14
<b>Tabla 3.</b>	Contenido de vitaminas de la planta en hojas frescas y secas	14
<b>Tabla 4.</b>	Contenido de minerales de la planta en hojas frescas y secas	15
<b>Tabla 5.</b>	Contenido antioxidante y fitoquímicos de las hojas en mg/100g	15
<b>Tabla 6.</b>	Resultados de las marchas fitoquímicas para la identificación de los constituyentes	15
<b>Tabla 7.</b>	Operacionalización de variables	27
<b>Tabla 8.</b>	Dosis empleadas en ensayos clínicos y preclínicos de la planta <i>M. oleífera Lam</i>	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Descripción botánica de la planta <i>M. oleífera Lam</i>	49
<b>Figura 2.</b>	Moléculas quercetina y kaempferol pertenecientes a la familia flavonoide	49
<b>Figura 3.</b>	Beneficios medicinales de la planta <i>Moringa oleífera Lam</i>	50
<b>Figura 4.</b>	Mecanismo de acción de la <i>Moringa oleífera Lam</i> .	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b>	Identificación de metabolitos secundarios	30
<b>Gráfico 2.</b>	Mecanismo de acción de los metabolitos específicos	32
<b>Gráfico 3.</b>	Preparaciones fitoterapéuticas en hojas	34
<b>Gráfico 4.</b>	Preparaciones fitoterapéuticas en semilla	35
<b>Gráfico 5.</b>	Preparaciones fitoterapéuticas en tallo y corteza	35
<b>Gráfico 6.</b>	Parte de la planta más utilizada en preparaciones fitoterapéuticas	36
<b>Gráfico 7.</b>	Ensayos invivo de las preparaciones fitoterapéuticas en humanos y ratas	37
<b>Gráfico 8.</b>	Dosis de preparaciones fitoterapéuticas empleadas en ensayos invivo	38

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una revisión documental sobre la actividad hipoglucemiante de la planta *Moringa oleífera Lam*, como terapia coadyuvante en el control de Diabetes Mellitus tipo 2. En dicha investigación se empleó como metodología la recopilación de artículos científicos, tesis y documentos de sitios web que estuvieran relacionados con el tema para posteriormente realizar el análisis de la información y los datos relevantes encontrados para el planteamiento de resultados. Como parte de los resultados encontrados se puede plantear que la planta *M. oleífera Lam* contiene en sus hojas un amplio grupo de metabolitos secundarios con propiedades medicinales, dentro de ese grupo se encuentran los flavonoides a los que se les atribuye ser los responsables de la actividad terapéutica hipoglucemiante, dentro de este grupo se encuentran las moléculas Kaempferol y Quercetina siendo estas las responsables de la acción antidiabética natural. También se analizó el mecanismo de acción de la planta siendo este la inhibición de la enzima (DPP-IV) que evita la degradación de la hormona incretina (GLP-1) que estimula la secreción de insulina. Así mismo se conocieron las dosis de efectividad mediante los ensayos in vivo de los diferentes estudios los cuales establecen como dosis mínima 50 mg/kg y máxima 2500 mg/kg en ensayos preclínicos mientras que en ensayos clínicos en pacientes diabéticos se usaron como dosis mínima 330 mg/kg y dosis máxima de 20000 mg/kg de *M. oleífera Lam*.

**Palabras claves:** Diabetes Mellitus, *Moringa oleífera Lam*, Metabolitos secundarios, Flavonoides, Hipoglucemiante.

## **ABREVIATURAS**

**OMS:** Organización Mundial de La Salud.

**DM1:** Diabetes Mellitus Tipo 1.

**DM2:** Diabetes Mellitus Tipo 2.

**PM:** Plantas Medicinales

**CAD:** Cetoacidosis, Complicación Grave de la Diabetes.

**NOM:** Norma Oficial Mexicana.

**ND:** Nefropatía Diabética.

**RD:** Retinopatía Diabética.

**DPP4:** Enzima Dipetildipeptidaza.

**SOP:** Síndrome de Ovarios Poliquísticos.

**LNR:** Laboratorio Nacional De Referencia.

**IMC:** Índice de Masa Corporal.

**FPG:** Glucosa Plasmática en ayunas.

**SC:** Subcutánea.

**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS GENERES**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales son contribuyentes de una fuente importante de agentes terapéuticos para tratar diversas enfermedades, en este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la medicina tradicional es de importante beneficio farmacológico dado a su bajo costo y fácil disponibilidad para la población. A lo largo del tiempo las plantas han demostrado su gran actividad terapéutica en sus diferentes formas de aplicación y esto ha permitido la realización de investigaciones que permiten un mayor aprovechamiento y conocimiento desde sus parámetros de calidad, composición química, toxicológica y hasta los índices de seguridad para el consumo mediante la acción fitoterapéutica que estas poseen.

La planta *Moringa oleífera Lam*, por el conocimiento de sus efectos farmacológicos ha sido utilizada de manera cultural para la prevención y tratamiento de un número importante de enfermedades, actuando como: hipoglucemiante, antiinflamatorio, antioxidante, antimicrobiano y anticancerígeno, todos estos beneficios se le atribuyen al alto contenido de fenoles y ácidos grasos presentes en los extractos de sus raíces, hojas y semillas. Debido al amplio beneficio terapéutico específicamente como hipoglucemiante surge el interés de emplearse como una terapia coadyuvante en el control de la Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2).

En Nicaragua según el mapa epidemiológico del Ministerio de Salud (MINSAL 2022) la DM2 ocupa el segundo lugar dentro de las enfermedades crónicas más incidentes y prevalentes del país, esto se debe a los diferentes factores de riesgo que promueven el desarrollo de la enfermedad como son: la obesidad y sobre peso, el sedentarismo, tabaquismo, el estrés laboral, factores genéticos y el consumo excesivo de alcohol. La DM2 es una enfermedad crónica que requiere un seguimiento constante debido a las múltiples complicaciones que puede ocasionar, por lo tanto, se requiere un seguimiento exhaustivo en el control de la glicemia. Es por lo anterior que con esta investigación se busca recopilar información donde demuestre la actividad hipoglucemiante que tiene la planta de moringa para su aprovechamiento en Nicaragua como terapia coadyuvante en el control de la DM2.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La DM2 es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre que con el paso del tiempo conduce a daños graves en el corazón, los vasos sanguíneos, la vista, los riñones y los nervios. En las últimas tres décadas, la prevalencia de la DM2 ha aumentado drásticamente en países de todos los niveles de ingresos, volviéndose necesario el acceso a un tratamiento asequible, incluida la insulina ya que es fundamental para la supervivencia.

Según la OMS, 422 millones de personas en todo el mundo tienen DM2, 62 millones en las Américas y según el MINSA en Nicaragua en el año 2022 se cuentan con 132,912 personas afectadas por la enfermedad, evidenciando que el número de casos como la prevalencia han aumentado constantemente en las últimas décadas. A menudo el diagnóstico de la enfermedad se hace tardíamente cuando esta ya está en curso y las personas ya han presentado complicaciones crónicas.

Actualmente en Nicaragua no existen investigaciones que sirvan de referencia en el uso de la *Moringa oleífera Lam* como terapia coadyuvante en el tratamiento de DM2, esto también se puede considerar una problemática puesto que el desconocimiento de la sociedad en relación a los beneficios terapéuticos de la planta limita su máximo aprovechamiento para tratar enfermedades de alta incidencia a nivel de salud pública y que afectan constantemente al país, así mismo por la falta de conocimientos se promueve un uso inadecuado en la aplicación y dosis recomendadas de la terapia alternativa.

El régimen de tratamiento de la DM2, ha prescrito el uso de tratamientos como la metformina o sulfonilurias en combinación con antidiabético de primera línea. Sin embargo, el uso a largo plazo de estos fármacos resulta en una disminución progresiva de la función de las células  $\beta$ , y en corto tiempo los pacientes necesitan un agente farmacológico adicional como la insulina para mantener la hemoglobina glicosilada (HbA1c) por debajo de 7.0%. Las plantas medicinales son un recurso de bajo costo y presentan menos efectos secundarios que los medicamentos convencionales, por lo tanto, se formula la siguiente pregunta:

¿Presenta actividad hipoglucemiante la planta *Moringa oleífera Lam*, para emplearse como terapia coadyuvante en el control de DM2?

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Las plantas medicinales (PM) constituyen una alternativa terapéutica viable debido a su bajo precio y fácil disponibilidad para la sociedad. Nicaragua es un país que cuenta con una gran diversidad de plantas con propiedades fitoterapéuticas y muchas han sido estudiadas por su potencial antidiabético y su menor o ningún efecto secundario, esto hace que sea de mucha importancia validar científicamente la efectividad y seguridad de estas plantas para garantizar su uso.

La *Moringa oleífera Lam* además de proteínas, minerales y vitaminas, contiene principios fitoquímicos como: flavonoides, ácidos fenólicos, alcaloides, carotenoides, isotiocianatos, glucosinolatos, taninos, saponinas, oxalatos y fitatos, el estudio fitoquímico de estos compuestos ha permitido la identificación del efecto hipoglucemiante y antioxidante que posee la planta. Investigaciones realizadas en diversos países brindan información sobre las propiedades que tiene la planta en el control de la DM2 incluyendo: la inhibición de las actividades de  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa, aumento de la captación de glucosa en los músculos y el hígado, inhibición de la captación de glucosa desde el intestino, disminución de gluconeogénesis en el hígado y aumento de la secreción y sensibilidad a la insulina.

Es por lo antes mencionado que se considera de gran importancia la realización de esta investigación que busca recopilar información de estudios con fundamento científico donde se aborde el uso de esta planta para el control de DM2 basado en ensayos preclínicos, utilización de extractos, mecanismo de acción de la planta a través de sus metabolitos con actividad hipoglucémica y las dosis que han sido establecidas como efectivas.

Con este estudio se busca acortar las brechas de conocimiento entre la sociedad nicaragüense en relación al uso de plantas fitoterapéuticas con propiedades hipoglucemiantes, así mismo aportar al conocimiento de los estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica fortaleciendo los conocimientos en los componentes como farmacognosia y botánica farmacéutica. También se pretende establecer el uso de la planta *Moringa oleífera Lam* como terapia coadyuvante o complementaria en el control de la DM2.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar mediante revisión documental la actividad hipoglucemiante de la planta *Moringa oleífera Lam*, como terapia coadyuvante en el control de Diabetes Mellitus tipo 2.

### **1.4.2 Objetivo Específicos**

- 1 Identificar de manera documental el grupo específico de metabolitos secundarios con actividad hipoglucemiante presentes en las preparaciones fitoterapéuticas a partir de la planta *Moringa oleífera Lam*.
- 2 Describir el mecanismo de acción de los metabolitos secundarios de la *Moringa oleífera Lam* responsables de la actividad hipoglucemiante.
- 3 Identificar qué tipo de preparación fitoterapéutica es la más empleada a partir de la planta para el control de Diabetes Mellitus tipo 2.
- 4 Analizar las dosis *in vivo* de las preparaciones fitoterapéuticas empleadas en los diferentes estudios para la evaluación hipoglucemiantes.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO DE REFERENCIA**

## 2.1. ANTECEDENTES

### NACIONALES

No se encontraron antecedentes relacionados con la investigación.

### INTERNACIONALES

Gutiérrez, A. (2014). Realizó un estudio con el título “Evaluación del efecto hipoglucemiante del extracto de *Moringa oleífera* en un estudio en ratas Wistar con diabetes inducida” en el cual se evaluó el efecto hipoglucemiante que tienen los extractos de *Moringa oleífera* con agua y etanol (1:1) al 50%. Las dosis se determinaron tomando en cuenta el peso de las ratas, determinando 2 ml por cada 200 g de peso. Presentando una disminución de la glucemia en las ratas con diabetes inducida.

Barreto, S. et al (2015). Realizaron un trabajo monográfico titulado ‘Efecto agudo de moringa oleífera sobre la hiperglucemia inducida por dexametasonas en ratas wistar’ el objetivo de la investigación es determinar el efecto agudo de la *moringa oleífera Lam* en hiperglucemia inducida con dexametasona, así como comparar su efecto hipoglucemiante con la metformina. En el que se utilizaron 15 ratas Wistar hembras, realizándose la inducción de hiperglicemia mediante la administración subcutánea de dexametasona en la región escapular de las ratas en dosis de 10mg/kg/día durante 10 días, la dosis de *moringa oleífera Lam* utilizadas fueron de 300mg/kg/día y de metformina 14.28 mg/kg/día. En conclusión, la moringa si disminuye en forma aguda la hiperglucemia inducida por dexametasona en ratas hembras Wistar, con la misma eficacia que la metformina.

Pimjai, A. et al (2016). Realizaron una investigación con el tema ‘La hoja de Moringa Oleifera que aumenta la secreción de insulina después de la administración de una dosis única: un estudio preliminar en sujetos sanos’, donde diez voluntarios sanos participaron en este estudio (edad media  $29 \pm 5$  años; IMC  $20,6 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup>; FPG  $81 \pm 5$  mg/dl), después de un ayuno nocturno y cada dos semanas, los sujetos recibieron una dosis oral de MO en dosis crecientes de 0, 1, 2 y 4 g. En conclusión, las cápsulas de polvo de hojas de MO en dosis altas (4 g) aumentaron significativamente la secreción de insulina en sujetos sanos. Estos resultados sugieren que la hoja de MO puede ser un agente potencial en el tratamiento de la diabetes tipo 2, pero se necesitan más estudios de MO en pacientes con DM2.

Paula, P. et al (2017). Llevaron a cabo una investigación sobre ‘las Proteínas vegetales similares a la insulina como posibles fármacos innovadores para tratar la diabetes’: con el objetivo de destacar que la prospección de proteínas similares a la insulina en las plantas es de la máxima importancia tanto para encontrar nuevos fármacos para el tratamiento de la diabetes como para arrojar luz sobre los mecanismos involucrados en la diabetes. En la investigación se encontró la presencia de proteínas similares a la insulina en *Moringa oleífera*, una especie vegetal originaria de la India, y han obtenido un aislado de proteína de hoja y fracciones derivadas semipurificadas, con actividad hipoglucemiante en ratones diabéticos inducidos químicamente que tienen una mayor tolerancia a la glucosa administrada por vía oral. En conclusión, es importante destacar que Mo-SC posee epitopos antigénicos similares a la insulina.

Paula, P. et al. (2017). Desarrollaron un aislado de proteína de las hojas de *Moringa oleífera* que tienen efectos hipoglucemiantes y antioxidantes en ratones diabéticos inducidos por aloxano. En este estudio, se obtuvo un aislado de proteína de hoja de hojas de *M. oleífera*, llamado Mo -LPI con dosis de 500 mg/kg. y se evaluaron los efectos hipoglucémicos y antioxidantes en ratones diabéticos inducidos por aloxano, donde el perfil de electroforesis y la hidrólisis proteolítica confirmaron su naturaleza proteica. Mo -LPI mostrando su actividad hemaglutinante, reacción cruzada con anticuerpos anti-insulina y precipitación después de la adición de zinc. Dentro de los resultados reflejan la disminución de estrés oxidativo en ratones diabéticos cabe destacar que no causó toxicidad aguda en ratones de tal manera que Mo -LPI es una alternativa prometedora o un agente complementario para tratar la diabetes.

Camargo, C. y Choque, I. (2018). Realizaron un trabajo monográfico con el tema “Evaluación del efecto hipoglucemiante del extracto de hojas de *Moringa oleífera Lam.* ‘moringa’ en hiperglucemia inducida en animales de experimentación (ratas Wistar). Arequipa-2018” es un estudio en ratas donde se realizaron 3 tipos de extractos por el método Soxhlet: etanólico, acetato de etilo y éter etílico presentando el extracto etanólico un mayor rendimiento y posteriormente administrando dosis de 350 mg/kg y 500 mg/kg. Presentando un mayor efecto hipoglucemiante las ratas con dosis de 500 mg/kg y una leve disminución las dosis de 350 mg/k.

Lira, A. (2018). Realizó una investigación con el título “Eficacia de la moringa oleífera como tratamiento complementario en diabéticos tipo 2”. En este estudio se valoró la eficacia y alcance de un tratamiento complementario, se seleccionó una muestra de pacientes diabéticos con

tratamiento médico convencional de base con metformina 1500 mg /día administrando dosis también de 1 gramo de hoja de moringa oleífera pulverizada al día por 3 meses. Los resultados obtenidos se consideran un hallazgo de mejoría en la disminución de la hemoglobina glicosilada y las glucemias en ayuno, no se reportaron efectos adversos relacionados al consumo del suplemento durante los 3 meses de evaluación por lo tanto se considera seguro.

Leona, B. et. al (2018), en su artículo publicado con el tema “Efecto del polvo de hoja de *Moringa oleifera* en la respuesta de glucosa en sangre posprandial: estudio in vivo en personas saharauis que viven en campamentos de refugiados”. Se emplearon 20g de polvo de hoja por 2 días mezclado con comida tradicional, la muestra se conformó de 10 sujetos sanos y 17 diabeticos, el intervarlo para la medicioon de la glucosa fue cada 30 minutos durante tres horas. Los sujetos sanos no mostraron diferencias, en cambio los diabeticos tuvieron niveles menores de glucosa en sangre, por lo cual se podría considerar a la MO como un farmaco herbal para tratar la hipoglucemia.

Alva, J. (2018). En su investigación monográfica con el tema “Efecto de la *Moringa oleífera L.* sobre el nivel de glicemia en ratas Wistar”. En este estudio experimental se determinó el efecto hipoglucemiante sobre el nivel de glucosa sanguínea de estudio en ratas, utilizando las hojas de esta planta en un extracto con alcohol etílico 96° y administrando dosis de 200 mg/kg y 400 mg/kg en las ratas, obteniendo resultados a los 90 minutos de su administración. Concluyendo en que el extracto de *Moringa oleífera Lam* tiene un efecto hipoglucemiante sobre las ratas Wistar con hiperglicemia inducida y que a mayor concentración de los extractos mayor efecto hipoglucemiante poseen.

Luna V. et al (2019). Publicaron en una revista científica un artículo con el título “Uso terapéutico de la *moringa oleífera* en pacientes diabéticos”. Donde se realizó una recopilación y revisión de material documental bibliográfico digital para documentar y plasmar evidencias científicas que respalden el uso de la *Moringa oleífera Lam* en el control de la diabetes, de igual manera se revisaron artículos (ensayos clínicos y preclínicos). Entre sus resultados se encuentran dos estudios clínicos utilizando una población de 55 y 17 pacientes diabéticos administrando dosis de 6 y 20 g de polvo de hojas de moringa por día, ambos estudios obtuvieron una disminución en los niveles de glucosa en sangre, cabe resaltar que la dosis usada de 20 g de la hoja era tolerada, sin embargo, debido a su sabor amargo no resulta agradable, por tanto, recomiendan hacer nuevas investigaciones utilizando dosis más bajas.

Álvarez, C. (2019). Realizó un trabajo monográfico titulado “Propiedades farmacológicas de moringa oleífera” el objetivo era llevar a cabo una revisión bibliográfica de todas las investigaciones que se realizaron hasta la actualidad recopilando y analizando las publicaciones relativas a las propiedades que le han sido atribuidas a dicha planta. Resultando 3 estudios aplicados a pacientes diabéticos con poblaciones de 46,60 y 25 pacientes con diabetes, administrando dosis de 8 g, una cantidad inespecífica de polvo de hojas durante 90 días y el último fue una administración conjunta de infusión de hojas de Moringa y metformina en concentraciones estables. Obteniendo una disminución de los niveles de glucosa en los primeros 2 estudios recopilados.

Vargas, K. et al (2019). Realizaron un artículo de Efectos de Moringa oleifera sobre la glucemia y los niveles de insulina: una revisión de estudios en animales y humanos. Así mismo a la evidencia de los efectos antihiper glucémicos agudos del extracto de MO en modelos animales diabéticos parece ser sólida, pero se necesitan más estudios crónicos y a largo plazo, Por el contrario, los efectos hipoglucemiantes de MO en humanos no son tan claros, en cuanto a esta revisión, incluyeron informes de animales in vivo y humanos sobre el papel que MO puede desempeñar en la diabetes centrados en los cambios en la glucemia y la insulina, algunos mostraron un aumento significativo en los niveles de insulina, pero otros estudios en ratas y ratones no lograron replicar esto, Por lo tanto, se necesita más investigación para aclarar si MO tiene un efecto sobre los niveles o la actividad de la insulina.

Vargas, O. y Segura, D. (2020). Publicaron un artículo científico titulado “Efecto hipoglucemiante de *Moringa oleífera* (moringa) comparado con *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) en *Rattus norvegicus* (rata gris) con diabetes mellitus inducida”; estudio en ratas en el cual se comparó el efecto hipoglucemiante del extracto acuoso de moringa oleífera, *Smallanthus sonchifolius* y metformina en *Rattus norvegicus*, utilizando una dosis del extracto de moringa oleífera de 200 mg/kg mediante una sonda orogástrica descartable. Donde se obtuvo una disminución significativa en los niveles de glicemia, este resultado pudo obtenerse debido a su alto contenido de polifenoles y compuestos flavonoides, glucosinolatos e isocianatos.

Palomino, R. (2020). En su trabajo monográfico con el tema “Efecto de las hojas de *Moringa oleífera* sobre el control de la glucemia de estudio en ratas diabéticas inducidas: revisión sistemática”. En este trabajo se evaluó el efecto de las hojas de *Moringa oleífera* sobre el

control de la glucemia en ratas, mediante una revisión sistemática de literatura científica de 18 artículos donde los resultados confirman que se redujo significativamente la glucemia en ratas diabéticas tratadas con las diferentes presentaciones de las hojas de moringa oleífera. Indican que el extracto tiene efecto hipoglucemiante.

Nova, E. et al (2020). Publicaron un artículo ‘Potencial de Moringa oleífera para mejorar el control de la glucosa para la prevención de la diabetes y alteraciones metabólicas relacionadas’: una revisión sistemática de estudios en animales y humanos. Se realizaron extractos acuosos y de disolventes orgánicos de hojas y, en segundo lugar, de semillas, han sido ampliamente analizados en modelos animales, demostrando el efecto hipoglucemiante, tanto en condiciones agudas como en administraciones a largo plazo y también prevención de otros cambios metabólicos y complicaciones asociadas al estado hiperglucémico, donde se necesitan más estudios en humanos con criterios de inclusión más estrictos y un número suficiente de sujetos diabéticos o prediabéticos.

Gómez, S. (2021). Realizaron un artículo de ‘Suplementación con hojas de Moringa oleífera como estrategia de control glucémico en sujetos con prediabetes’, donde se realizó un estudio de intervención con hojas de MO como complemento alimenticio en sujetos con prediabetes. Consumieron seis cápsulas diarias de polvo de hoja seca MO (2400 mg/día) (MO, n = 31) durante 12 semanas. La suplementación con MO resultó en cambios favorables en los marcadores de glucemia en comparación con el placebo en los sujetos con prediabetes estudiados, lo que sugiere que MO podría actuar como un agente antihiperoglucémico natural.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. CONCEPTO DE LA ENFERMEDAD**

La Diabetes es una enfermedad crónica que se presenta cuando el páncreas no secreta suficiente insulina o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce, por lo tanto, la función de esta hormona es regular la concentración de glucosa en la sangre, es decir, la glucemia. Un efecto común de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (es decir, la glucemia elevada), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas del cuerpo, sobre todo los nervios y los vasos sanguíneos. Hernández, N & dalsys Y (2016).

### **2.2.2. DIABETES TIPO 2**

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2), llamada también la diabetes del adulto donde es mucho más frecuente, es decir la forma más común y con frecuencia se asocia a obesidad o incremento en la grasa visceral. Muy raramente ocurre cetoacidosis de manera espontánea. El defecto va desde una resistencia predominante a la insulina, acompañada con una deficiencia relativa de la hormona, hasta un progresivo defecto en su secreción. Rojas P.et al (2015).

### **2.2.3. DIAGNÓSTICO DE LA DM2**

Esta enfermedad en su etapa inicial es compleja y generalmente silenciosa, para el diagnóstico se puede utilizar los siguientes criterios:

- Síntomas de diabetes más una glucemia casual medida en plasma venoso que sea igual o mayor a 200 mg/dl (11.1 mmol/l). Casual se define como cualquier hora del día sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida. Los síntomas clásicos de diabetes incluyen poliuria, polidipsia y pérdida inexplicable de peso. Rojas E.et al (2012).
- Glucemia en ayuna medida en plasma venoso que sea igual o mayor a 126 mg/dl (7 mmol/l). En ayunas se define como un período sin ingesta calórica de por lo menos ocho horas. Medina E. et al (2017).

## **2.2.4 ETAPAS DE LA DM2**

Disglucemia se refiere a problemas con el control de la glucosa en sangre y al metabolismo de la insulina, que puede conducir a diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades graves. Española L (2023).

Hiper glucemia (glucosa en sangre alta): la hiper glucemia ocurre cuando los niveles de glucosa en sangre son demasiado altos y el cuerpo no está utilizando la insulina adecuadamente. Los niveles altos de azúcar en sangre pueden generar complicaciones a largo plazo. Montenegro C & Giraldo A (2015).

## **2.2.5 COMPLICACIONES GENERADAS EN LA SALUD POR LA DM2**

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010 para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus, entre las principales complicaciones que se presentan, como consecuencia de una diabetes descontrolada, se pueden mencionar:

**La Angiopatía Diabética:** es una enfermedad de los vasos sanguíneos donde el daño endotelial multicausal origina tanto la micro como la macroangiopatía. Uviña (2003).

**La Nefropatía Diabética (ND):** se desarrolla en el 40 % de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2), esta complicación es la principal causa de Enfermedad Renal Crónica Terminal. Pacheco (2022).

**La Neuropatía Diabética:** aparece en cualquier etapa de la enfermedad, pero es más frecuente en las etapas tardías, puede afectar a uno o varios nervios, plexos y raíces nerviosas. Aguilar (2015).

**La Retinopatía Diabética (RD):** se manifiesta con un deterioro de la agudeza visual. La alta prevalencia de la DM y la frecuencia en el desarrollo del RD hacen de ésta la principal causa de ceguera. Rodriguez (2012).

## 2.2.6 TRATAMIENTO APLICADO EN EL CONTROL DE DM2

MECANISMO DE ACCIÓN	TRATAMIENTO
Aumentan la secreción de insulina independiente del nivel de glucosa. Reyes F.et al (2016).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Glibenclamida</li><li>• Glimepirida</li></ul>
Disminuyen la insulina-resistencia. Salazar (2011).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Metformina</li></ul>
Disminuyen las excursiones de glucosa actuando en el tracto digestivo. Wassermann (2013).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inhibidores de las alfas glucosidasas: Acarbosa</li></ul>
Aumentan la secreción de insulina dependiente del nivel de glucosa y suprimen la secreción de glucagón. Velázquez L.et al (2013).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inhibidores de DPP4 : Sitagliptina</li></ul>
Insulinas y análogos de insulina. Almarza J.et al (2012).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Insulina basal: insulina NPH.</li><li>• Insulina prandial: insulina cristalina.</li></ul>

## 2.2.7 TAXONOMÍA DE LA PLANTA *Moringa oleífera* Lam

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Brassicales

**Familia:** Moringaceae

**Género:** Moringa

**Especie:** Moringa oleífera

## 2.2.8 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA *Moringa oleífera* Lam

La Moringa oleífera es la más conocida y cultivada de las 13 especies del género Moringa de la familia Moringaceae. Es un árbol cuyas partes son ricas en compuestos bioactivos, entre ellos metabolitos secundarios como alcaloides, fenoles, flavonoides, taninos, entre otros, motivo por el cual ha sido vinculada al tratamiento de la DM y de algunas de las comorbilidades que frecuentemente acompañan a esta enfermedad. Hernandez J & Iglesias I (2021).

## 2.2.9 CARACTERIZACIÓN DE LAS HOJAS DE *Moringa Oleífera Lam*

**Tabla #1 Contenido de macronutrientes de la planta en hojas frescas y secas**

<b>Componentes</b>	<b>Hojas frescas (mg)</b>	<b>Hojas secas (mg)</b>
Energía (Kcal)	86,6	304 ± 87
Humedad (mg)	76,4 ± 3,01	7,4 ± 2,89
Proteína (g)	8,8 ± 3,72	24 ± 5,8
Carbohidratos (g)	7,6 ± 12,5	36 ± 9,2
Lípidos (g)	1,5 ± 0,37	6 ± 2,5
Fibra cruda (g)	2,2 ± 1,01	9 ± 7,45
Fibra dietética total (g)	5,3 ± 7,3	20,6 ± 28,6
Energía (Kcal)	86,6	304 ± 87

Fuente: Adaptado de ECHO Research Notes. The Nutrient Content of *Moringa oleifera*, 2013.

**Tabla #2 Contenido de vitaminas de la planta en hojas frescas y secas**

<b>Componentes</b>	<b>Hojas frescas (mg)</b>	<b>Hojas secas (mg)</b>
Tiamina (Vitamina B)	0,26	2,6
Riboflavina (Vitamina B2)	0,66	1,29 – 20,5
Niacina (Vitamina B3)	2,22	8,2
Vitamina B6	1,2	2,4
Folato	40	540
Vitamina A	1286 ± 689	3639 ± 1979,8
Vitamina C	162 ± 63,0	172 ± 37,7
Vitamina E	25	56 – 113

Fuente: Adaptado de ECHO Research Notes. The Nutrient Content of *Moringa oleifera*, 2013.

**Tabla #3 Contenido de minerales en hojas frescas y secas**

<b>Componentes</b>	<b>Hojas frescas (mg)</b>	<b>Hojas secas (mg)</b>
Calcio	532 ± 378,8	1897 ± 748,4
Magnesio	26 – 151	473 ± 429,4
Potasio	414 ± 302,7	1467± 636,7
Sodio	16	220 ± 180,0
Hierro	10,8 ± 6,04	32,5 ± 10,78

Zinc	0,3 ± 1,3	2,4 ± 1,12
Fósforo	90 – 112	297 ± 149,0
Cu	0,23 ± 0,125	0.9 ± 0,48

Fuente: Adaptado de ECHO Research Notes. The Nutrient Content of Moringa oleifera, 2013.

**Tabla #4 Contenido de antioxidantes y fitoquímicos de las hojas en mg/100 g.**

<b>Componentes</b>	<b>Mínimo (mg)</b>	<b>Máximo (mg)</b>
Alcaloides	430,00	460,00
Fitatos	730,00	865,00
Taninos	480,00	525,00
Saponinas	815,00	880,00
Oxalatos	23,00	24,30
Flavonoides totales	835, 00	865,00

Fuente: Adaptado de Advances in Biological Research. Evaluation of Proximate, Minerals, Vitamins and Phytochemical Composition of Moringa oleifera Lam. Cultivated in Ado Ekiti, Nigeria, 2015.

**Tabla #5 Resultados de las marchas fitoquímicas para la identificación de los constituyentes (metabolitos secundarios de las hojas de la planta en extractos (Aceites, etanólico y acuoso).**

<b>Componentes</b>	<b>Extracto Aceite</b>	<b>Extracto Etanólico</b>	<b>Extracto Acuoso</b>
Taninos	+	+	++
Cumarinas	+		++
Triterpenoides	—	—	
Flavonoides	++	++	++
Saponinas	+	+	++
Alcaloides	+	++	++

Dónde: +++ (Alta concentración), ++ (Moderada concentración), + (Baja concentración), \_\_\_\_\_ (No detectado)

Fuente: Adaptado de Journal of Medicinal Plants Research. Phytochemicals and uses of Moringa oleifera leaves in Ugandan rural communities, 2010.

## 2.2.10 PROPIEDADES TERAPÉUTICAS SEGÚN LAS PARTES DE LA PLANTA

**La raíz:** Tónico cardiocirculatorio, como laxante, para inducir el aborto y como antiinflamatorio, para el dolor en reumatismo, inflamaciones, dolores articulares, sacrolumbalgia y estreñimiento. Hernández & Iglesias, (2020).

**Las hojas:** Tienen vitamina C, ácidos grasos, minerales como calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, etc. Pueden utilizarse como purgante, como cataplasma en las heridas, para bajar la presión arterial, las hemorroides, la fiebre, el dolor de garganta, la bronquitis, otitis y conjuntivitis, para el escorbuto y el resfriado; el jugo de las hojas controla los niveles de glucosa (niveles de azúcar en sangre) y reduce la inflamación glandular. Gutiérrez, (2014).

**La corteza del tallo:** Destruye los tumores y sana las úlceras. El jugo de la corteza del tallo alivia los dolores de oídos, se pone en la cavidad dentaria como analgésico y tiene actividad antituberculosa. López N. (2020).

**La goma o resina:** Se emplea para corregir las caries dentales, es astringente y rubefaciente; mezclada con el aceite de sésamo, alivia el dolor de cabeza, la fiebre, las molestias intestinales, la disentería y el asma. Muchas veces se utiliza para tratar a pacientes con sífilis y afecciones reumáticas. Palomino R. (2020).

**Las flores:** Poseen alto valor medicinal como estimulante, afrodisíaco, abortivo, colagogo y antiinflamatorio. Se emplean para aliviar enfermedades musculares, histeria, tumores, esplenomegalia, para bajar el colesterol, triglicéridos y el índice aterogénico. Gutiérrez A. (2014).

## 2.2.11 PREPARACIONES TERAPÉUTICAS DE LA *Moringa Oleífera Lam.*

**Infusiones:** Son una bebida obtenida de las hojas secas, flores, raíces o cortezas de plantas en agua caliente o hirviendo. Favero, M. (2023).

**Decocción:** Se utiliza a base de partes duras de las plantas (raíces, cortezas, semillas), que precisan de una ebullición mantenida para liberar sus principios activos.

**Cápsulas:** Son de polvo de droga o de extracto seco. Estas ofrecen una presentación sin problemas organolépticos y comodidad de empleo, además, tienen una buena biodisponibilidad.

**Aceite:** Son productos volátiles, lipófilos, de olor intenso, que se extraen de las plantas aromáticas mediante diversos procedimientos.

**Polvo:** Permite aprovechar al máximo los principios activos de la planta, especialmente cuando se trata de partes duras (raíces, cortezas, semillas) o cuando se trata de principios activos difíciles de extraer en frío e inestables al calor. López, M. (2002).

### **2.2.12 RIESGOS DE TOXICIDAD DE LA *Moringa Oleífera* Lam.**

Existen estudios científicos que avalan su inocuidad y los elevados márgenes de seguridad, los estudios en humanos han utilizado preparaciones de hojas en polvo; se ha estudiado mayormente los efectos antioxidantes y antidiabéticos del polvo de hoja entera de *M. Oleífera*. La cantidad de estudios realizados en los últimos años se ha incrementado especialmente en roedores y humanos y no se han reportado efectos adversos utilizando polvo de hoja entera. Lira (2018).

### **2.2.13 PRODUCCIÓN Y USO DE MORINGA OLEIFERA LAM A NIVEL NACIONAL**

En Nicaragua la moringa es también considerada un árbol milagroso debido a las propiedades terapéuticas que posee. Los primeros estudios sobre las propiedades terapéuticas de la planta así como su composición físico-química se inicia en el año 1998, por un grupo de personas que consumían la planta de manera tradicional para aliviar diferentes malestares entre ellos la DM2.

Desde entonces, en el proceso de caracterización físico-química de la planta han participado como colaboradores algunas instituciones como la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Managua-Nicaragua, quienes mediante ensayos han demostrado que las hojas cuentan con componentes como: proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, así mismo, se han identificado y cuantificado grupos de metabolitos secundarios como: flavonoides, taninos y saponinas.

Hoy en día las personas que dieron inicio al proyecto, cuentan con un laboratorio de mediana escala donde extraen el aceite de las semillas de la moringa y lo exportan a otros países, también elaboran cápsulas a partir de las hojas empleando un proceso de secado y de trituración. Dichas capsulas son comercializadas en Nicaragua y exportadas a Costa Rica. Según Salaz (2018)

## 2.2.14 VENTAJAS DEL USO DE PLANTAS MEDICINALES

Según Barraza M. et al (2021), como parte de sus ventajas se pueden mencionar:

- No tienen consecuencias graves como los fármacos, o son menos frecuentes por los reducidos índices de toxicidad.
- Son muy accesibles para su uso y recolección.
- Hay una gran variedad de plantas medicinales distintas.
- Tienen relación con el medio cultural, es decir, con la concepción del mundo y del ser humano que se tiene en cada región.
- Hacen a las personas independientes, porque al hacer uso de las plantas la gente adquiere sus propios recursos económicos.
- Son eficaces, durante años se ha obtenido resultados satisfactorios para la población en general. Perez (2010).

## 2.2.15 HIPOGLUCEMIA POR TRATAMIENTOS

**Efecto hipoglucemiante:** Se produce un efecto hipoglucemiante cuando un agente, como un alimento, una hierba o un medicamento hace que la insulina en la sangre baje rápidamente, esto suele ocurrir solo en diabéticos ya que la hipoglucemia se conoce comúnmente como bajo nivel de glucosa en sangre o bajo nivel de azúcar en sangre. Es decir que esta condición normalmente ocurre como un efecto secundario de la diabetes, debido a niveles inestables de azúcar en sangre. González A. et al (2018).

## 2.2.16 TRATAMIENTO TERAPEUTICO

**Terapia coadyuvante:** Es un proceso en el cual se utiliza en la medicina para referirse a tratamiento, fármacos y procedimientos que se administran de manera complementaria después del tratamiento primario para minimizar la probabilidad de que la enfermedad regrese, es decir facilitar o hacer que el tratamiento como una operación o radioterapia, sea más eficaz. Cameron J.(2022)

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **2.3.1 LEY N° 774 DE MEDICINA NATURAL, TERAPIAS COMPLEMENTARIAS Y PRODUCTOS NATURALES EN NICARAGUA**

La presente ley de medicina natural, terapias complementarias y productos naturales en Nicaragua, tiene por objeto, institucionalizar, promover, resguardar y regular el ejercicio colectivo o individual en todo el país de la medicina natural y las terapias complementarias, incluyendo lo relativo a la producción, distribución y comercialización de los productos naturales derivados de la medicina natural. Castro (2014).

#### **Son objetivos también de esta Ley:**

Integrar la Medicina Natural, Terapias Complementarias y Productos Naturales en el Sistema Nacional de Salud, propiciando el establecimiento de políticas nacionales y programas de aplicación que garanticen este fin.

Fomentar la seguridad, la eficacia y la calidad de la práctica de la medicina natural, de las terapias complementarias y productos naturales a nivel nacional como alternativa viable y efectiva en beneficio de la salud de la población.

Facilitar, promover e incrementar, el acceso de la población a la medicina natural, las terapias complementarias y el uso de los productos naturales en todo el país.

Promover el uso racional y sostenible de los recursos naturales utilizados en las prácticas de la medicina natural, terapias complementarias y productos naturales.

Propiciar la formulación de políticas de fomento e investigación que estimulen la producción, distribución y comercialización de los productos naturales nicaragüenses.

Regular el aprovechamiento, la preparación, distribución y comercio de productos naturales derivados de plantas, animales y minerales, utilizados en el ejercicio de la medicina natural y terapias complementarias.

Fomentar y promover la formación de técnicos, profesionales y especialistas de medicina natural, terapias complementarias y productos naturales.

Fomentar el desarrollo científico en las diferentes áreas de la medicina natural, terapias complementarias y productos naturales del país.

Difundir las bondades y beneficios de la medicina natural, terapias complementarias y productos naturales especialmente en la promoción y preservación de la salud, como una contribución complementaria y estratégica al Sistema Nacional de Salud. Núñez R & Navarro W (2011).

Le corresponderá al Ministerio de Salud y a las asociaciones, fundaciones o confederaciones existentes y de las instituciones educativas relacionadas con el tema de la medicina natural, terapias complementarias y productos naturales, la promoción y divulgación de los usos terapéuticos, nutricionales, toxicológicos y clínicos, así como de las formas de consumo de las plantas medicinales debidamente validadas.

Para el ejercicio de la medicina natural, terapias complementarias y elaboradores de productos naturales, el Ministerio de Salud previa solicitud, otorgará el debido Registro Sanitario a aquellas personas con formación profesional y técnica, las que deberán contar con diplomas y títulos que los acrediten. Para el caso de personas que no poseen diplomas o títulos, el validará su trayectoria, experiencia, práctica y el reconocimiento de la comunidad. Savedra (2011).

### **2.3.2 LEY N° 759 DE MEDICINA TRADICIONAL ANCESTRAL.**

La presente ley tiene por objeto, reconocer el derecho, respetar, proteger y promover las prácticas y expresiones de la medicina tradicional ancestral de los pueblos indígenas y afro-descendientes en todas sus especialidades y el ejercicio individual y colectivo de los mismos, en función de la salud propia e intercultural y establecer las garantías adecuadas que corresponden al Estado para su efectiva aplicación y desarrollo. Esta ley es de orden público, interés social y complementario de la Ley No. 423, Ley General de Salud. Núñez R & Navarro W (2011).

#### **Son objetivos también de esta Ley:**

Promover la revitalización de los conocimientos y prácticas de los sistemas de salud tradicional ancestral, de manera fluida y directa entre las personas indígenas y afro-descendientes que

ofrecen algún servicio para prevenir enfermedades, curar o mantener la salud individual, colectiva o comunitaria, como parte de la espiritualidad de sus pueblos, sin ningún tipo de intermediación.

Garantizar la adaptación y articulación de los conocimientos y prácticas de los sistemas de salud tradicionales entre sí, y con el sistema nacional de salud, desde sus modelos de gestión y atención, conforme a las particularidades de los pueblos y comunidades indígenas y afro descendientes.

Proteger los derechos de propiedad intelectual colectiva, derivados de, o en relación a los saberes, conocimientos y prácticas de la medicina tradicional ancestral.

Promover la construcción y garantizar el desarrollo de modelos propios e interculturales de atención en salud, de los pueblos y comunidades indígenas y afro descendiente del país.

Asegurar la adopción de políticas, planes, programas, proyectos y servicios de salud culturalmente pertinentes, a los pueblos y comunidades indígenas y afro descendientes.

Garantizar la protección, promoción, educación y difusión de las prácticas y conocimientos de la medicina tradicional ancestral, su ejercicio y la producción de recursos de biodiversidad.

Proteger y promover el uso de medicinas naturales, en base a derivados de plantas, animales y minerales o cualquier combinación de ellos, en condiciones de calidad, seguridad, accesibilidad y responsabilidad.

**CAPÍTULO III**  
**PREGUNTAS DIRECTRICES**

### 3.1 PREGUNTAS DIRECTRICES

1. ¿Qué grupo específico de metabolitos secundarios presentes en los extractos de la planta *Moringa oleífera Lam* identificados manera documental son los responsables de la actividad hipoglucemiante?
2. ¿Cuál es el mecanismo de acción de los metabolitos secundarios de la *Moringa oleífera Lam* responsables de la actividad hipoglucemiante?
3. ¿Qué tipo de preparación fitoterapéutica a partir de la planta *Moringa oleífera Lam* es el más empleado para el control de Diabetes Mellitus tipo 2?
4. ¿Cuáles son las dosis de concentración empleadas en las preparaciones fitoterapéuticas para los diferentes estudios de evaluación hipoglucemiante?

**CAPÍTULO IV**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**

## **4.1 DESCRIPCION DEL ÁMBITO DE ESTUDIO**

Se basa en la revisión de revistas científicas de referencia y sitios web de fuentes confiables que permiten la obtención de artículos y documentos con información necesaria para el análisis de datos centrados en la actividad hipoglucemiante de las hojas de la planta *Moringa oleífera Lam*, como terapia coadyuvante en el control de Diabetes Mellitus Tipo 2.

## **4.2 TIPO DE ESTUDIO**

Este estudio es de tipo retrospectivo ya que se centra en la recopilación de datos de investigaciones pasadas relacionadas al tema de interés, así mismo es exploratorio ya que se aplica un instrumento de recolección de datos que permite conocer el interés de la población sobre la planta y su forma de uso, además es de tipo trasversal ya que se desarrolla en un momento específico y determinado, también es de tipo descriptivo porque expresa la relación y distribución de las variables establecidas en el estudio, de igual manera se considera analítico ya que interpreta los resultados obtenidos para generar conclusiones según los datos encontrados. Sampieri, (2006).

## **4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **4.3.1 Población**

La población en estudio corresponde 22 artículos y 8 documentos de sitios web para un total de 30 investigaciones recopiladas, todas con relación al efecto terapéutico que presenta la *Moringa oleífera Lam*.

### **4.3.2 Muestra**

La muestra está conformada por 16 investigaciones sobre el efecto hipoglucemiante que tiene la planta para el control de DMT2, además de ser investigaciones extraídas de revistas científicas de referencias y sitios web de fuentes confiables publicados entre los años 2010 a 2021 recopiladas en el periodo del 30 septiembre al 5 de octubre 2022.

### **4.3.3 Criterio de selección de muestra**

#### **4.3.3.1 Criterios de inclusión**

- Documentos extraídos de revistas científicas de referencia y sitios web de fuentada confiables.
- Investigaciones publicadas entre los años 2010 a 2021.
- Estudios sobre la *Moringa oleífera Lam* y su efecto hipoglucemiante para el control de la DM2.

#### **4.3.3.2 Criterios de exclusión**

- Investigaciones que no pertenezcan a revistas científicas de referencia o sitios web de fuentes confiables.
- Documentos publicados fuera del rango de fecha establecido.
- Documentos relacionados a la *Moringa oleífera Lam* y otras propiedades terapéuticas no hipoglucemiantes.

## **4.4 VARIABLES DE ESTUDIO**

### **4.4.1 Variables independientes**

- Mecanismo de acción hipoglucemiante de los metabolitos secundarios.
- Ensayos invivo con respuestas positivas en los diferentes estudios.

### **4.4.2 Variables dependientes**

- *Moringa oleífera Lam* como terapia coadyuvante en el tratamiento de DM2.

#### 4.4.3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>		
<b>Mecanismo de acción hipoglucemiante de los metabolitos secundarios.</b>	Antihiperglucemiante: Impiden el aumento de los niveles plasmáticos de glucosa, inhibiendo competitivamente las enzimas que se encuentran en el borde del intestino delgado, las cuales son responsables de la hidrólisis de oligosacáridos y disacáridos a monosacáridos, más fáciles de absorber, por lo que se retrasa la entrada de la glucosa a la circulación sistémica y disminuye los niveles postprandiales de glucosa.	Disminución de glucosa a valores normales. (100 mg/dl.)
<b>Ensayos in vivo empleados en los diferentes estudios.</b>	Experimentación realizada en un organismo vivo, ya sean ensayos preclínicos con animales de laboratorio o ensayos clínicos realizados en pacientes.	Dosis de ensayos en animales aplicadas en los estudios 50 mg/kg – 2500 mg/kg  Dosis de ensayos en humanos aplicadas en los estudios 330 mg/kg – 20000 mg/kg
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>		
<b><i>Moringa oleifera</i> Lam como terapia coadyuvante en el tratamiento de DM2</b>	Tratamiento adicional o complementario que se administra después del tratamiento primario o principal para disminuir el riesgo y controlar la enfermedad DM2.	Respuestas positivas en las pruebas de control de la DM2. - Prueba de glucosa en plasma en ayunas (FPG) - Prueba de glucosa en sangre (HbA1C)

## 4.5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.5.1 Materiales para recolectar información

- Artículos de revistas científicas de referencia: SciELO, PubMed, ScienceDirect, Scopus.
- Documentos de sitio web de referencia: Google académico, Editorial Académica ELSEVIER, Bibliotecas Virtuales de Universidades.

#### **4.5.2 Materiales para procesar información**

- Microsoft Word 2013
- Microsoft Excel 2013
- Microsoft PowerPoint 2013

#### **4.5.3 Método**

Se realizó una revisión documental de material científico con fuentes de referencia para comprobar la existencia de ensayos que aborden el uso de la *Moringa Oleífera* como terapia coadyuvante en el control de la Diabetes Mellitus Tipo 2.

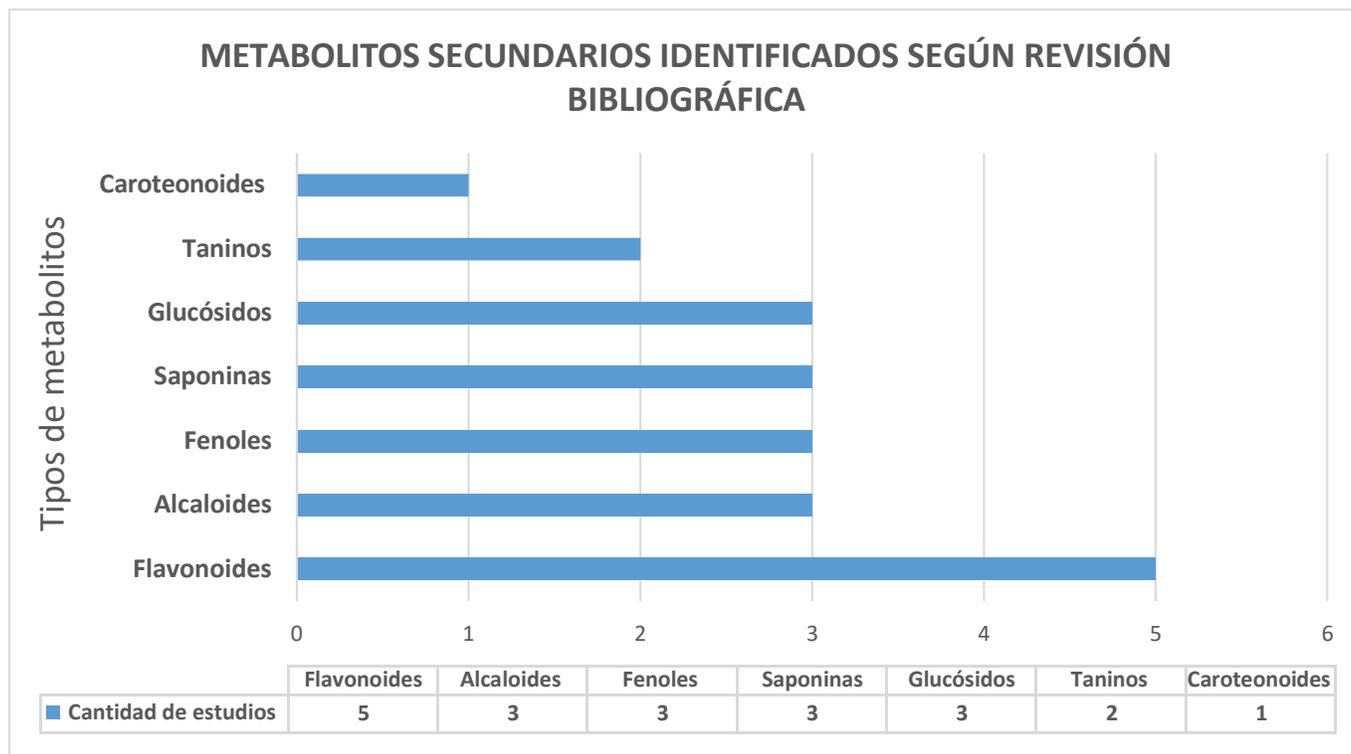
La información se recopiló en base a los criterios de inclusión descritos en el estudio permitiendo una caracterización del contenido a través las variables que dan cumplimiento a los objetivos. Se analizó cada método, resultado y conclusión permitiendo la realización de un contraste de datos en los diferentes documentos.

**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE**  
**RESULTADOS**

## 5.1 RESULTADOS

*Identificación de los grupos de metabolitos secundarios que forman parte de la composición química de la planta Moringa oleifera Lam.*

Gráfico # 1 Identificación de metabolitos secundarios



Según Camargo, C. y Choque, I. (2018). en un estudio fitoquímico por cromatografía de capa fina identificaron flavonoides, taninos, alcaloides y saponinas, lo que a su vez coincide con el artículo de revisión de Luna V. (2018). donde mencionan a los antioxidantes glucomoringina, fenoles y flavonoides, como metabolitos presentes en las hojas y semillas de la planta.

De igual manera, Álvarez, C. (2019). en su estudio sobre las propiedades farmacológicas de la moringa menciona a los flavonoides (catequina, epicatequina, quercetina y Kaempferol), compuestos fenólicos (ácido gálico, ácido elágico, ácido caféico, ácido p-cumárico, ácido vanílico, ácido protocatéquico, ácido ferúlico y ácido cinámico), alcaloides (moringina), carotenoides, glucósidos (isoquercitrina y astragalina), taninos, saponinas, oxalatos y tocoferoles, todos como parte de la composición fitoquímica en corteza, hojas, flores, vainas, raíces y semillas.

Los resultados anteriores coinciden con los de Palomino, R. (2020). quien en su estudio monográfico indica que la planta en extractos etéreo, etanólico y acuoso contiene taninos, esteroides y triterpenoides, flavonoides, saponinas, antraquinonas y alcaloides. Estos hallazgos concuerdan con los de Hernández J y Iglesias I. (2021). quienes en su investigación científica plantean que las hojas de moringa contienen en particular glucosinolatos, flavonoides y ácidos fenólicos, además hacen énfasis en que uno de los grupos más abundantes son los flavonoides quienes se componen (quercetina y kaempferol).

Como parte del análisis en las diferentes investigaciones también se especifica el grupo de metabolitos al que se le atribuye el efecto hipoglucemiante, según Lira, A. (2018). la Moringa contiene compuestos llamados flavonoides que han sido relacionados con el control de diabetes y dentro de sus componentes principales están la quercetina, kaempferol, siendo las principales moléculas con efecto antidiabético. Los resultados anteriores conciertan con los de Hernández J y Iglesias I. (2021). quienes plantean que dentro de los principales compuestos fitoquímicos contenidos en las hojas de *Moringa oleifera*, están los flavonoides los cuales tienen un efecto protector no solo frente a la DM, sino también para otras enfermedades crónicas.

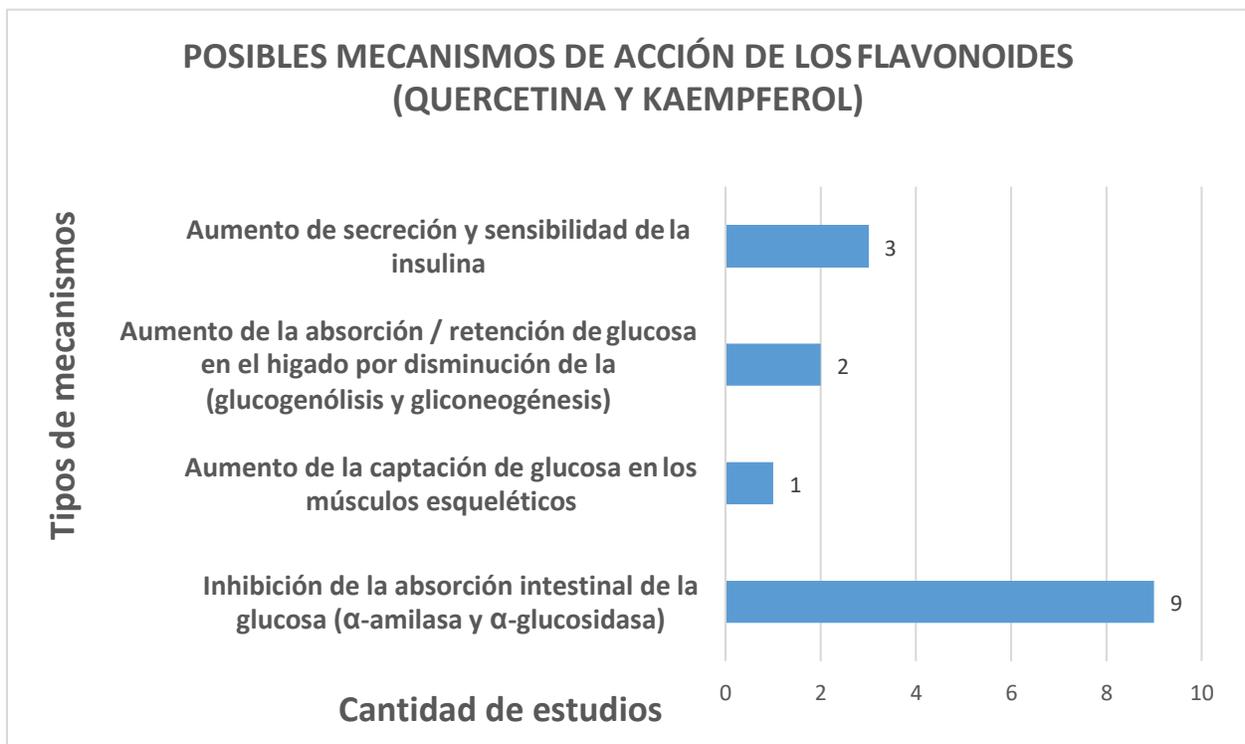
Otro estudio que también hace referencia a la acción antidiabética de los flavonoides es el de Gutiérrez, A. (2014). quien menciona a la quercetina y kaempferol como fitoquímicos reportados con acción antioxidante, hipoglucemiante, hipotensora, antidislipidémico y antiinflamatorias. Así mismo Barreto, S. (2015) señala que en el polvo seco de las hojas se han encontrado flavonoides como quercetina y kaempferol los cuales han sido estudiados en ratas obteniendo resultados de mejora en la tolerancia a la glucosa. Del mismo modo Vargas, O. y Segura, D. (2020). mencionan que dentro de los compuestos identificados con efecto hipoglicemiante y antioxidante en estudios fitoquímicos previos que actúan por diferentes mecanismos se encuentran los flavonoides.

Del mismo modo Leona, B. et. al (2018), menciona que el efecto hipoglucemiante del polvo de hoja de MO está asociado a la presencia de metabolitos secundarios como los flavonoides mencionando a la quercetina y kaempferol como moléculas principales. A su vez Nova, E. et al (2020). menciona que la hoja es la parte de la planta más utilizada con fines terapéuticos. Los principales compuestos fitoquímicos extraídos de las hojas de MO incluyen glucosinolatos, flavonoides que tienen un efecto protector contra enfermedades crónicas como la DM2.

En relación con lo anterior Vargas, K. et al (2019). describe que dentro de los compuestos más importantes se encuentran los flavonoides y como parte de estos la quercetina y kaempferol, dichas sustancias parecen conferir propiedades antihiper glucemiantes. Para finalizar y en concordancia con los demás estudio Paula, P. et al. (2017). detalla que se han aislado pequeñas moléculas con alta diversidad estructural producidas durante el metabolismo secundario de la planta que promueven la normalización glucémica, estimulan la liberación de insulina, reducen la resistencia a la acción tisular de esta hormona y provocan efectos insulinomiméticos, dentro de estos metabolitos están los flavonoides.

***Descripción del mecanismo de acción de los metabolitos secundarios de la Moringa oleífera Lam responsables de la actividad hipoglucemiante.***

Gráfico # 2 Mecanismo de acción de los metabolitos específicos



Según Lira, A. (2018). la moringa involucra un mecanismo de acción hipoglucemiante que está relacionado al retardo de absorción de carbohidratos. Según dicho mecanismo los flavonoides vendrían a actuar como inhibidores competitivos de las alfa glucosidasas, enzimas responsables del hidrólisis de los carbohidratos en el aparato digestivo, estas están localizadas fundamentalmente en el borde de las vellosidades del intestino delgado, y su inhibición produce

un retraso en la digestión de los carbohidratos cuya absorción se prolonga. Esto significa que la elevación postprandial de la glucemia se reduce y se prolonga, pues no produce malabsorción.

De la misma manera, Alva, J. (2018). plantea que la moringa inhibe o bloquea la absorción intestinal de glucosa, de una manera dosis-dependiente a nivel de la proteína de transporte sodio-glucosa SGLT1, por la presencia de flavonoides. Con la inhibición se disminuyen los niveles elevados de glucosa en sangre. Para comprender mejor este mecanismo se debe saber que el principal transportador de glucosa en el intestino delgado es la SGLT1, la cual es capaz de transportar 1000 moléculas/segundo. Los niveles de glucosa dependen del aporte de carbohidratos en la dieta, los cuales son digeridos y la glucosa resultante absorbida. El intestino cuenta con una membrana apical que contiene un polo diferente a la de la glucosa por lo tanto es traída y llevada hasta los vasos sanguíneos (el plasma). Los flavonoides bloquean las cargas de la membrana apical del intestino y evita la absorción de la glucosa para que no sea llevada al torrente sanguíneo.

Luna V. et al (2019). establece que las hojas de la moringa presentan efecto hipoglucémico, sin embargo, sugieren realizar más estudios que garanticen este mecanismo de acción. Por su parte, Vargas, O. y Segura, D. (2020). Afirma que los metabolitos secundarios como los flavonoides pueden actuar bajo diferentes mecanismos en los que incluyen la inhibición de las actividades de  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa, aumento de la captación de glucosa en los músculos, inhibición de la captación de glucosa desde el intestino, disminución del gluconeogénesis en el hígado y aumento de la secreción y sensibilidad a la insulina. De la misma manera, Palomino, R. (2020), asegura que según los hallazgos experimentales el mecanismo se da mediante la mejora en la captación de la glucosa por el musculo esquelético y el tejido hepático. También resultó evidente la inhibición de las enzimas  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa disminuyendo la absorción de los carbohidratos.

En relación a lo anterior, Pimjai, A. et al (2016). Concluye que las capsulas de polvo de moringa aumentan significativamente la secreción de la insulina, lo que a su vez se relaciona con Leona, B. et. al (2018), quien asegura que la actividad de la  $\alpha$ -amilasa se disminuye en presencia de extracto de hojas de moringa, dichos resultados también coinciden con Gómez, S. (2021), quien menciona que el extracto etanólico potencial de las hojas de moringa atribuido principalmente a los flavonoides puede inhibir la actividad de la  $\alpha$ -glucosidasa intestinal.

Del mismo modo, Nova, E. et al (2020) establece que los mecanismos de acción revelados a partir de los experimentos con modelos animales incluyen la normalización de las expresiones génicas de las enzimas involucradas en el metabolismo de la glucosa, la reducción del gluconeogénesis y mejorar la secreción de la insulina. El vaciamiento gástrico retrasado también puede mejorar el control glucémico en el estado posprandial, lo que podría estar relacionado con el alto contenido de fibra en las hojas MO. Además, la inhibición de la captación intestinal de glucosa se relaciona con la inhibición de las proteínas transportadoras de glucosa en las membranas celulares por parte de los glucósidos flavonoides.

Así mismo, Vargas, K. et al (2019). afirma que la quercetina y kaempferol actuando como inhibidores competitivos del transportador ligado sodio-glucosa (SGLT1) en la mucosa del intestino delgado (duodeno y yeyuno), reduciendo así la absorción intestinal de glucosa, así mismo el extracto acuoso de las hojas inhibe la actividad de la  $\alpha$ -glucosidasa, la  $\alpha$ -amilasa pancreática y la sacarosa intestinal, lo que contribuye a las propiedades antihiper glucémicas. También tienen acción mediante el retraso en la digestión de los carbohidratos, causado por la inhibición de estas enzimas, conduce a una reducción de la hiperglucemia posprandial y de la hemoglobina (HbA<sub>1c</sub>).

***Identificación de la preparación fitoterapéutica más obtenida a partir de la planta para el control de Diabetes Mellitus tipo 2.***

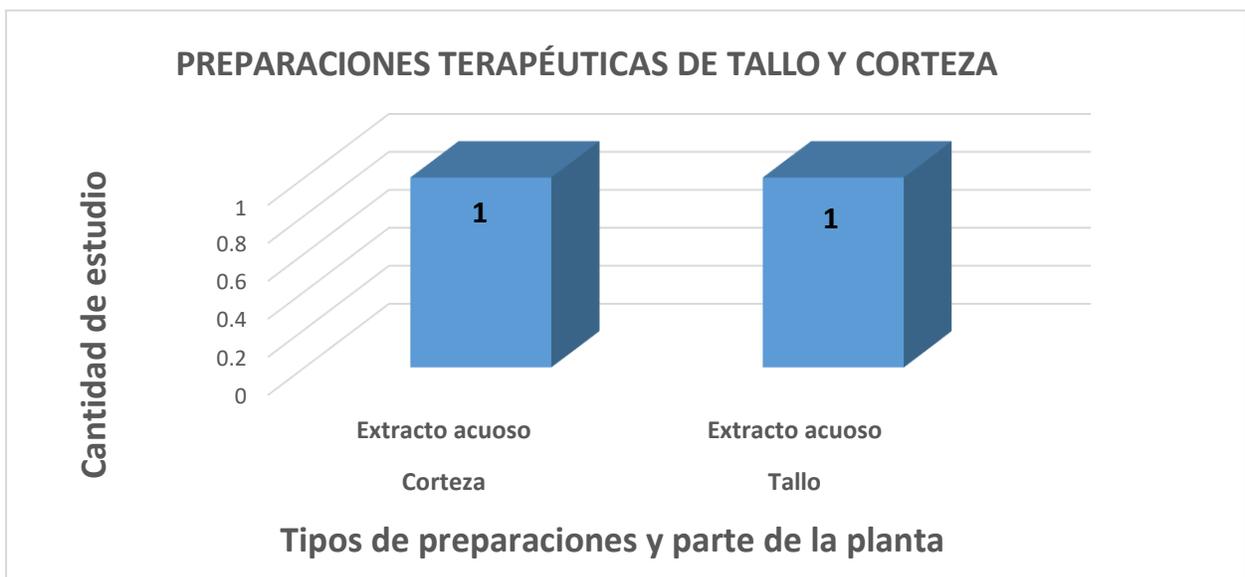
Gráfico # 3 Preparaciones fitoterapéuticas en hojas



Gráfico # 4 Preparaciones fitoterapéuticas en semillas



Gráfico # 5 Preparaciones fitoterapéuticas en tallo y corteza

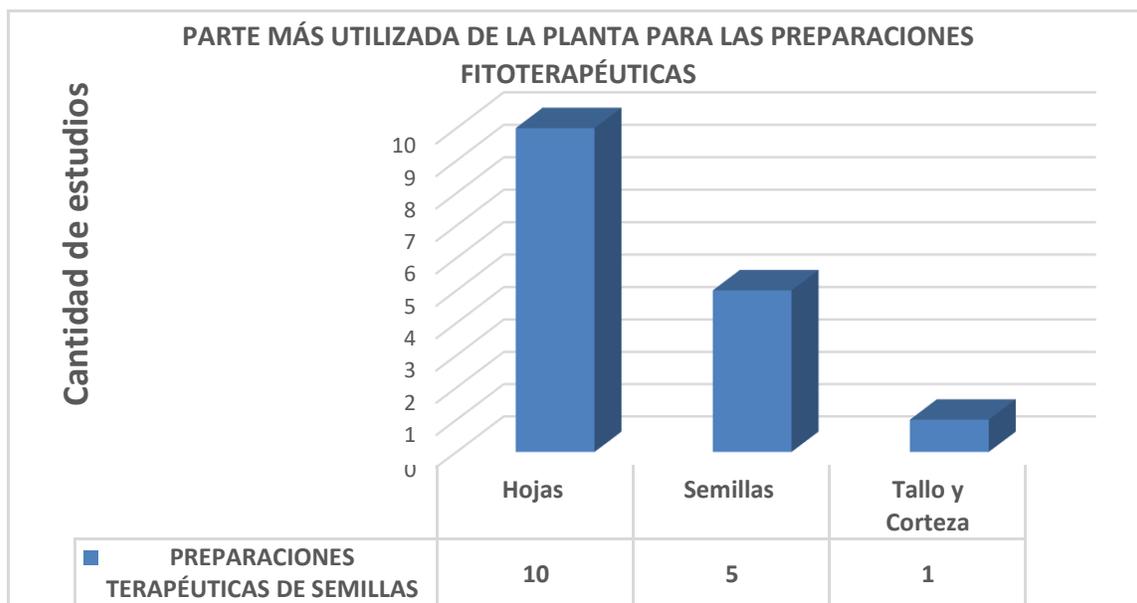


En relación a las preparaciones fitoterapéuticas, Gutiérrez, A. (2014). realizó un extracto hidroalcohólico (etanol 30% - agua 70%) a partir de las hojas de moringa, por su parte Camargo, C. y Choque, I. (2018). preparó tres extractos siendo etanólico, acetato de etilo y éter etílico a partir de las hojas frescas. En otro estudio, Lira, A. (2018) empleo capsulas a partir de polvos de hojas secas, a su vez Alva, J. (2018) utilizó polvo fino de hojas de moringa para la preparación de un extracto de alcohol etílico al 96%.

Luna V. et al (2019) en su estudio demuestra la aplicación de preparaciones como polvo de semilla de moringa, extracto etanólico de hojas, extracto acuoso de hojas, extracto acuoso de semillas y extractos de acetato de etilo, lo que se relaciona con el estudio de ensayos de Álvarez, C. (2019) quien declara la utilización de extractos acuosos de hojas, cortezas y semillas, extracto metanólico y diclorometano de hojas, extracto acuoso de la corteza y el tallo. Los estudios anteriores se relacionan con el de Vargas, O. y Segura, D. (2020) quienes emplearon un extracto acuoso de las hojas de moringa, del mismo modo Palomino, R. (2020) aplicó extracto acuoso, etanólico, acetato de etilo y polvo seco de hoja.

De la misma forma, Barreto, S. et al (2015), empleó un extracto acuoso a partir de hojas secas, así mismo Leona, B. et. al (2018) evaluó el polvo de hojas secas, lo que a su vez coincide con Gómez, S. (2021) quien sometió a ensayo cápsulas de polvo de hojas secas, esto se relaciona con el estudio de Nova, E. et al (2020) quien realizó pruebas con preparaciones de hojas en polvo secas, polvo de semillas, extractos acuosos de hojas secas, extracto etanólico de semilla, extracto metanólico de hojas, extracto etanólico de hojas, extracto etanólico de corteza, extracto de N-hexano de semillas. Otro estudio que evaluó diferentes preparaciones terapéuticas es el de Vargas, K. et al (2019), este realizó ensayos con hojas den polvo secas, extracto acuoso de hojas, extracto metanólico de hojas, extracto etanólico de hojas, polvo de semillas, extracto etanólico de semillas, extracto de metanólico de semillas y capsulas de polvo de hojas. Por su parte, Paula, P. et al. (2017) realizó ensayos en hojas crudas para la obtención y aislamiento de proteínas.

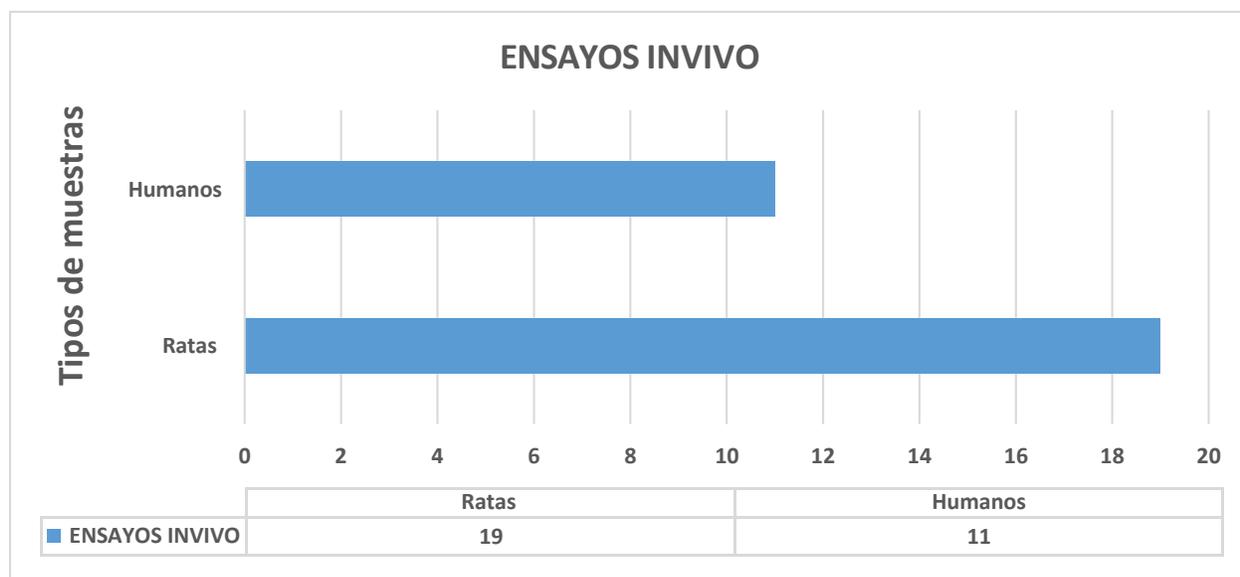
Gráfico # 6. Parte de la planta más utilizada en preparaciones fitoterapéuticas



Como lo describe el gráfico # 6 una de las partes más empleadas en las preparaciones fitoterapéuticas son las hojas, ya que a estas se les atribuye el tener mayor concentración de metabolitos secundarios específicamente flavonoides en comparación con la raíz, la semilla y la corteza. De igual manera se puede mencionar que las preparaciones más estudiadas en ensayos son el extracto acuoso por bajo costo en la utilización del solvente, seguido extracto etanólico, polvo de hojas secas y cápsulas en polvo.

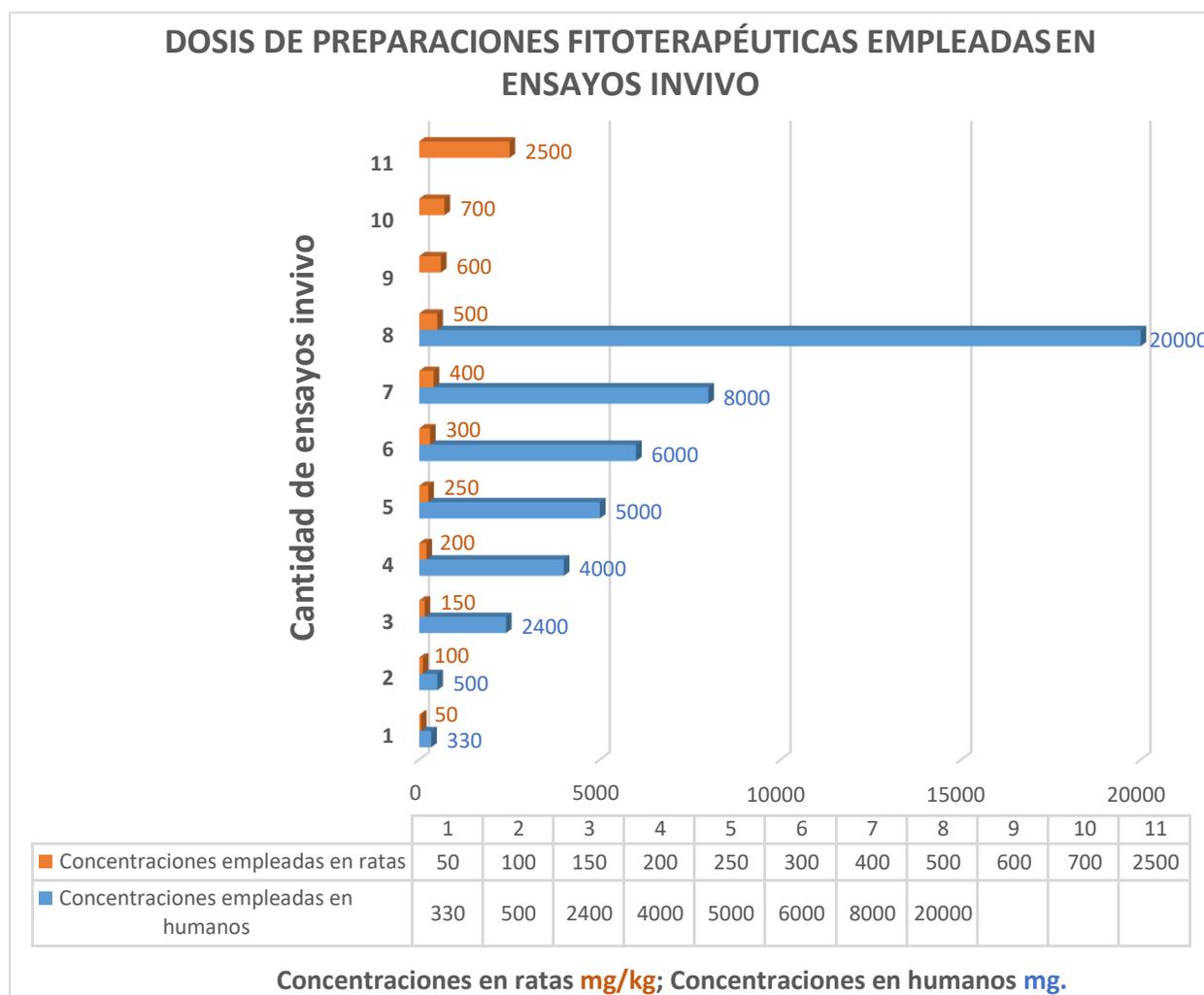
***Análisis de las dosis invivo de las preparaciones fitoterapéuticas empleadas en los diferentes estudios para la evaluación hipoglucemiantes.***

Gráfico # 7 Ensayos invivo de las preparaciones fitoterapéuticas en humanos y ratas.



Como se describe en el gráfico # 7, fueron más los estudios realizados en ratas que en humanos, si bien en ambas muestras los resultados de efecto hipoglucemiante fueron positivos determinando que dicho efecto se genera a través de diferentes mecanismos de acción. También se lograron identificar las diferentes etapas en los ensayos invivo, donde se ponía a prueba la preparación terapéutica frente a la enfermedad ya sea inducida o adquirida de manera natural realizando comparaciones con otras presentaciones de moléculas activas ya comercializadas para el tratamiento de diabetes. Todos estos ensayos demuestran que la moringa tiene un importante efectivo antidiabético a través de la reducción de los niveles de glucosa en sangre, sin embargo, dado a la poca cantidad de estudios realizados en humanos, sumado a la variación de dosis empleadas, aun no se puede establecer como una terapia coadyuvante para uso humano a pesar de que se ha demostrado su inocuidad en ensayos toxicológicos.

Gráfico # 8 Dosis de preparaciones fitoterapéuticas empleadas en ensayos invivo



En este gráfico # 8 se describen las diferentes concentraciones de las preparaciones fitoterapéuticas de moringa empleadas en ensayos in vivo tanto en humanos como en ratas, se puede observar que en ratas las concentraciones son menores teniendo una dosis mínima de 50 mg/kg y una máxima de 2500mg/kg de peso vivo, en el caso de las concentraciones empleadas en humanos se tiene una dosis mínima de 330 mg y una máxima de 20 000 mg, cabe señalar que las dosis más elevadas como son (4000, 5000, 6000, 8000 y 20 0000 mg) corresponden a dosis de preparaciones que fueron establecidas originalmente en gramos en formas de polvo de hojas secas las cuales se mezclaron con alimentos para enmascarar el sabor amargo dado a la alta cantidad de polvo utilizado.

Como parte de los resultados analizados en los estudios recopilados, Gutiérrez, A. (2014) en un ensayo empleado en ratas con un extracto hidroalcohólico al 50%, midió el nivel de glucosa antes y después de la administración del extracto durante 15 días, obteniendo como resultado una disminución de la glucosa sanguínea. Esto coincide con Camargo, C. y Choque, I. (2018) quien en un ensayo en ratas con extracto etanólico a 500 mg/kg de concentración, evaluó por 30 días el tratamiento donde se midió la HbA1C cada 10 días después de la aplicación del tratamiento, como resultado se logró una disminución de la glucosa en sangre del 72.22% en los primeros 20 días de administración del extracto, luego se alcanzó una disminución del 76.14% a los 20 días de administración y a los 30 días se logró un 82.61% de disminución de glucosa en sangre.

Por su parte, Lira, A. (2018) en un ensayo con 35 pacientes diabéticos tipo 2 empleó 360 capsulas de polvo de hojas secas con una concentración de 330 mg donde se evaluaron pruebas de laboratorio que incluían HbA1C, creatinina y prueba de función hepática durante 3 meses de tratamiento, como parte de los resultados en este estudio, se observó una disminución en los niveles hemoglobina glucosilada tanto en grupo experimental como en el grupo placebo. Sin embargo, en el grupo experimental descendió 0.6 % mientras en el grupo placebo 0.1%. En otro estudio, Alva, J. (2018) en un ensayo en ratas con extracto de moringa de 200 mg/kg y 400 mg/kg, midieron los niveles de glucosa en sangre de ratas control y de experimentación que fueron inducidas con 1.8 g/kg de glucosa, con un tiempo observado de 30, 60 y 90 minutos para cada concentración, como resultados obtuvieron que en las concentraciones de 200 y 500 mg/kg se logró observar un efecto hipoglucemiante mayor a los 90 minutos confirmando que la disminución de glucosa en sangre es directamente proporcional a la biodisponibilidad del extracto, por lo tanto, los niveles de glucosa disminuyeron de manera gradiente cada 30 minutos. Para la concentración de 200 mg/kg se obtuvieron concentraciones de glucosa de: 147.6, 137.8 y 126.4 mg/dL. Para la concentración de 500 mg/kg se obtuvieron concentraciones de glucosa de: 132.2, 118.0 y 97 mg/dL. Lo que a su vez indica que a mayor concentración de extracto mayor efecto hipoglucemiantes y menores niveles de glucosa en sangre.

De igual manera, Luna V. et al (2019) evaluó en ratas el polvo de semillas de moringa con concentraciones de 50 y 100 mg/kg, concluyendo que las bajas dosis empleadas de polvo presentaban excelente actividad antidiabética, también evaluó el extracto etanólico de hojas con concentraciones de 50 y 200 mg/kg, los resultados indican que las hojas de moringa poseen potenciales antidiabéticos protectores y de mejora en las ratas, de igual forma realizó evaluación

en 55 pacientes diabéticos con las hojas en polvo, la muestra fue dividida en dos grupos uno de 46 pacientes a los que se les administraron 8g de polvo y otro grupo de 9 pacientes a los que solo se les administraron 6g en tres dosis diarias durante 40 días, como resultado, esta investigación reveló una disminución en los valores de glucosa en sangre, los niveles de glucosa en sangre posprandial y los lípidos sanguíneos medios, lo cual le atribuye al tratamiento el efecto antidiabético.

Álvarez, C. (2019) realizó ensayos en dos grupos de ratas, en el primer grupo evaluó el polvo de hojas de moringa con concentraciones de 2mg/kg y 200 mg/kg durante una hora para cada concentración dando como resultado según la prueba de tolerancia a la glucosa se observó una disminución significativa de la glucosa en sangre a los 20, 30, 45 y 60 minutos, en la segunda muestra se evaluó el extracto acuoso de hojas con concentraciones de (100, 200 y 300 mg/kg) durante 6 horas, el resultado fue que transcurridas las 6 horas, se observó que las ratas presentaban una reducción de (33,29%, 40,69% y 44,06%) de los niveles de glucosa en sangre. Del mismo modo, Vargas, O. y Segura, D. (2020) en un ensayo in vivo en extracto acuoso de hojas de moringa se midieron los niveles de glucosa la cual fue inducida con 130 mg/kg de aloxano para alterar la glucosa en sangre de las ratas y posteriormente se evaluaron dos grupos, uno con metformina con 14mg/kg y otro con 200 mg/Kg de extracto de moringa durante 15 días consecutivos, los resultados demostraron que el extracto acuoso de moringa tuvo efecto hipoglicemiante significativo y muy similar al ser comparado con metformina. Se observó una reducción de la glicemia en el caso de metformina 415 mg/dL y en el extracto 313 mg/dL.

Palomino, R.. (2020) reporta los ensayos de cinco estudios in vivo en ratas donde le primer estudio con extracto acuoso de hojas a una concentración de 250mg/kg por 18 días reportó que se obtuvo una disminución en los niveles de glucosa en sangre comparando el grupo control (ratas diabéticas sin extracto) y el grupo experimental (ratas diabéticas más extracto), en el segundo ensayo con un extracto etanólico de hojas a una concentración de 200 mg/kg por 5 días mostró como resultado que el nivel de glucosa en sangre de ratas diabéticas tratadas con el extracto redujo significativamente por 3 veces en comparación con el nivel de glucosa en sangre del grupo diabético no tratado, para el tercer ensayo se empleó un extracto de acetato de etilo de hojas de 200 mg/kg por 12 semanas dando como resultado que los niveles de HbA1c y glucosa se redujeron significativamente en los grupos 3 y 4 hacia los valores normales.

Para el cuarto ensayo emplearon polvo de hojas secas a una concentración de 50mg/kg en 8 semanas, los resultados para este ensayo fueron que los niveles de glucosa en el grupo de diabéticos tratados con moringa disminuyeron en comparación con los del grupo diabético no tratado. En el último ensayo utilizaron extracto metanólico de hojas con concentraciones de 250 mg/kg por 6 semanas dando como resultado que el tratamiento de ratas con MO mostró una disminución significativa del nivel de glucosa en comparación con el control diabético.

Barreto, S. et al (2015) en su estudio *in vivo* en ratas empleó como preparación fitoterapéutica el extracto acuoso de hojas para lo cual realizó la inducción de hiperglicemia, se evaluó un grupo control con 14 mg/kg de metformina diario y el grupo experimental se evaluó con 300mg/kg de extracto diario como resultado demuestran que la moringa oleífera produce un efecto hipoglicemiante, el cual es comparable con los niveles de disminución de glicemia obtenidos con el grupo metformina, aunque ligeramente de menor intensidad. Este efecto observado es agudo, ya que en este estudio se evaluó el efecto de la moringa oleífera solamente por 3 días, lo cual sugiere que esta planta medicinal puede ser útil cuando el objetivo es un descenso rápido de la glicemia, no sabemos si el efecto se mantiene a través del tiempo, por su parte Leona, B. et. al (2018) realizó el ensayo en 17 diabéticos con polvo de hojas, evaluó 20 g de polvo en 3 horas con mediciones de glucosa posprandial cada 30 min, el resultado de la investigación fue que se comprobó que el polvo de hoja de MO es capaz de reducir la respuesta de glucosa posprandial en sujetos diabéticos, y esta actividad está potencialmente relacionada, al menos en parte, con la inhibición de la actividad de la  $\alpha$ -amilasa.

Se analizó el estudio de Gómez, S. (2021) quien evaluó el efecto hipoglucemiante en 67 pacientes diabéticos a través de capsulas de polvo seco de hojas, se evaluaron seis cápsulas diarias de polvo de hoja seca con una concentración de (2400 mg/día) durante 12 semanas, en sus resultados afirman que este estudio de intervención nutricional con suplementos de MO resultó en cambios favorables en los marcadores sanguíneos de glucemia en comparación con el placebo en los sujetos con prediabetes estudiados, lo que sugiere que la planta de MO podría actuar como un agente antihiper glucémico natural, antes de que se prescriba cualquier tratamiento farmacológico.

Uno de los estudios más amplios para su análisis fue el de Nova, E. et al (2020) donde se evaluaron diferentes preparaciones fitoterapéuticas como polvo de hojas seca, semillas en polvo,

extracto acuoso, metanólico, etanólico de corteza y tallo, en todos estos ensayos se emplearon concentraciones diferentes, se realizó una evaluación de 50mg/kg diarios por 8 semanas donde se demostró una disminución de glucosa en sangre, otra concentración de 200mg/kg la cual demostró la disminución de glucosa en sangre a los 20, 30, 45 y 60 min, seguido de una evaluación con 50 y 100 mg/kg por 4 semanas presentando una disminución de FBG (Glucemia en ayunas) (35% y 45%) 50 y 100 dosis, respectivamente. También se evaluaron 100 y 200 mg/kg por 3 semanas efectuándose una disminución de FBG (Glucemia en ayunas), para la concentración de 250 mg/kg por 18 días se mostró una disminución de hemoglobina glicosilada HbA1C, así mismo para 300 mg/kg 250mg/kg por 10 semanas, 300 mg/kg por 6 semanas, 600 mg/kg por 6 semanas se presentó una disminución de glucosa en sangre. Para los ensayos con altas concentraciones 20 g por 6 semanas, 5 g por 2 días con una dosis diaria, 4g al día por 4 semanas y 8 g diarios por 40 días, se mostró disminución de FBG (Glucemia en ayunas) y cero azúcares en la orina detectados y disminución de la glucosa en sangre.

Otro estudio extenso, pero con datos importantes fue el Vargas, K. et al (2019) quien reporta 12 estudios *in vivo* en ratas con extractos acuoso de polvo de hojas, polvo de hojas, extracto metanólico, extracto etanólico y polvo de semilla, las concentraciones evaluadas fueron 200mg/kg por 120 min, 50mg/kg por 8 semanas, 700 mg/kg al día por 3 semanas, 300 mg/kg por 3 semanas, 250 mg/kg por 18 días, 600 mg/kg por 6 semanas y 150 mg/kg por 12 semanas, todas las concentraciones evaluadas dieron resultados positivos con una reducción significativa de glucosa en sangre. Para los ensayos en personas diabéticas se emplearon capsulas de polvo en concentraciones de 4000 mg, 500 mg y 20 000mg dando como resultado la reducción significativa de la glucemia hasta 150 min después de la ingesta, la respuesta glucémica medida fue menor de 296 mg/dL a 140 mg/dL. Esto se relaciona con los resultados de Paula, P. et al. (2017) quien realizó un estudio en ratas con hojas frescas evaluado 500 mg/kg dosis única en 5 horas y 2500 mg/kg por 4 horas, 24 horas y 72 horas, los resultados demuestran que la dosis única de Mo (500 mg/kg·bw) redujo el nivel de glucosa en sangre (reducciones del 34,3%, 60,9% y 66,4% después de 1, 3 y 5 h, respectivamente) y la dosis (2500 mg/kg·bw) no causó toxicidad aguda en ratones, por lo cual es una alternativa prometedora o un agente complementaria para tratar la diabetes.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

Se logró la identificación documental de los grupos de metabolitos secundarios que forman parte de la composición química de la planta *Moringa oleifera Lam.* En los análisis de marchas fitoquímicas uno de los grupos más frecuentes en su identificación fueron los flavonoides descritos en 5 investigaciones, seguido los alcaloides, saponinas, fenoles y glucósidos identificados en tres investigaciones, taninos únicamente en dos estudios y carotenoides en un único estudio. Así mismo se logró identificar al grupo de metabolitos responsables del efecto hipoglucemiante logrando establecer a los flavonoides específicamente las moléculas (quercetina y kaempferol) como los compuestos bioactivos antidiabéticos.

En cuanto a la descripción del mecanismo de acción de los metabolitos secundarios de la *Moringa oleifera Lam* responsables de la actividad hipoglucemiante, se puede concluir que aún no se ha establecido un mecanismo específico ya que no se han aislado moléculas para su análisis independiente, por lo tanto, la familia de flavonoides pueden actuar bajo diferentes maneras, dentro de las destacados están: La inhibición de la absorción intestinal de la glucosa mediante las enzimas ( $\alpha$ -glucosidasa y  $\alpha$ -amilasa) siendo esta la más descrita en las investigaciones y por lo cual se considera que puede ser el mecanismo específico de acción, también se le atribuyen otras maneras como el aumento de la secreción y sensibilidad a la insulina, Aumento de secreción y retención de glucosa en el hígado por disminución de la glucogenólisis y gluconeogénesis y la menos frecuente el aumento de la captación de glucosa en los músculos esqueléticos.

En cuanto a las preparaciones fitoterapéuticas más empleadas se pueden mencionar tres, el extracto acuoso evaluado en 7 estudios, seguido extracto etanólico y polvo de hojas con 6 estudios cada uno, la elección de la forma de preparación se debe a que estos utilizan los recursos más económicos y por ende disminuyen los costos en los ensayos, además de ser de fácil acceso. De igual manera se logró conocer que la parte más empleada de la planta son sus hojas empleada en 10 estudios, seguido la semilla con 5 estudios.

Con respecto a las dosis empleadas en ensayos *invivo* se puede concluir que las dosis en ratas fueron más bajas que las dosis en humanos, esto es debido a que se hace una relación entre la dosis y el peso del animal de experimentación, así mismo se logra identificar que se han realizado más ensayos en animales que en humanos, en las ratas la dosis más baja fue de

50mg/kg y la más alta de 2500mg/kg, en cambio la dosis en humanos con diagnóstico de DMT2 fue de 330mg y la máxima de 20 000mg, cabe señalar que las dosis más altas a partir de los 4000mg en adelante fueron mezcladas con alimentos para enmascarar el sabor amargo característico de sus metabolitos. Todas las dosis tanto en animales como en humanos mostraron efectos positivos antihiper glucemiantes lo que significa que la moringa sí tiene actividad en el control de la diabetes, cabe señalar que no se ha llegado a establecer una única dosis.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Desarrollar estudios de toxicidad mediante ensayos de Dosis Letal Media (DL50) con animales de experimentación, de manera que también se establezcan dosis seguras.

Realizar más ensayos clínicos en pacientes diabéticos que garanticen la efectividad y seguridad de la planta en el control de la DMT2, ya que esto sirve de base para una preformulación y comercialización del fitomedicamento.

Establecer un mecanismo de acción específico mediante el aislamiento de las moléculas quercetina y kaempferol para conocer de manera independiente su forma de acción en el organismo para el control de la DMT2.

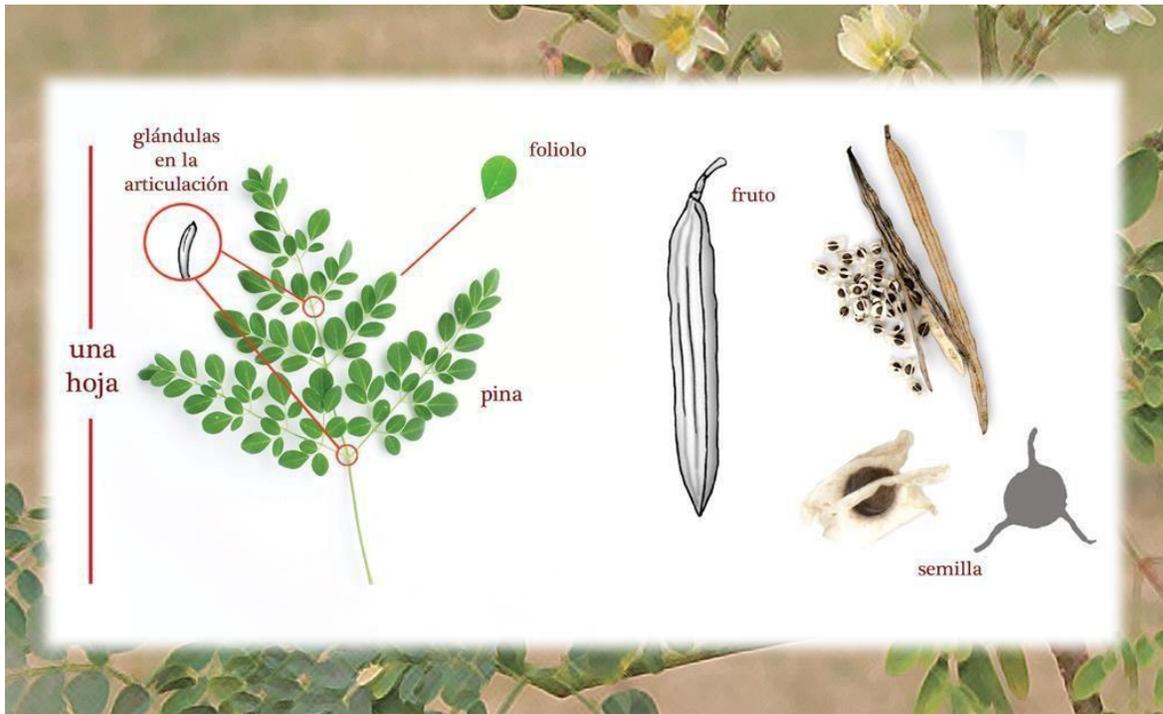
A los profesionales de la salud que intervienen en el manejo integral de la DM2, tomar como referencia esta investigación bibliográfica de forma que se realicen otras investigaciones enfocadas en el uso seguro y efectivo de la planta *M. oleífera Lam* como terapia coadyuvante con propiedad hipoglucemiante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camargo, C., & Choque, I. (2018). *evaluacion del efecto hipoglucemiante del extracto de hojas de Moringa oleifera 'moringa' en hiperglucemia inducida en animales de eperimentacion'*. Obtenido de file:///C:/Users/50670/Downloads/422256.pdf.pdf
- CDC. (20 de NOVIEMBRE de 2013). *sp\_posthandout\_session14.pdf*. Obtenido de [https://www.cdc.gov/diabetes/prevention/pdf/spanish/sp\\_posthandout\\_session14.pdf](https://www.cdc.gov/diabetes/prevention/pdf/spanish/sp_posthandout_session14.pdf)
- Cristel Camargo, I. C. (2018). *Core*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198131496.pdf>
- Cristell. (30 de OCTUBRE de 2018). Obtenido de [422256.pdf.pdf](file:///C:/Users/Herfons/Desktop/422256.pdf.pdf): file:///C:/Users/Herfons/Desktop/422256.pdf.pdf
- Dina Segura, o. v. (2021). *USMP*. Obtenido de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8107/segura\\_%20vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8107/segura_%20vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernandez, C. (agosto de 2012). *Pam354 Plantas Moringa oleifera.PDF*. Obtenido de <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2012/8/6/52682.pdf>
- Fernando Padilla, J. C. (2016). *Rev. cubana de Medicina Natural y Tradicional*. Obtenido de <http://www.revmnt.sld.cu/index.php/rmnt/article/view/39/44>
- Gutierrez, A. (2014). *Repositorio Institucional*. Obtenido de [https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/195/PAEZ\\_SOTO\\_VALENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/195/PAEZ_SOTO_VALENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez, J., & Iglesias, I. (30 de 11 de 2020). Obtenido de file:///C:/Users/50670/Downloads/1561-2953-end-32-01-e273.pdf
- Hernandez, J., & Iglesias, I. (30 de 11 de 2021). *Moringa oleifera: un producto natural con posibilidades para ser usada en pacientes con diabetes mellitus*. Obtenido de revista cubana de endocrinologia: file:///C:/Users/50670/Downloads/1561-2953-end-32-01-e273.pdf
- Jiménez, E., Lacayo, Mayorga, J., & Somarriba, O. (14 de MAYO de 2018). Obtenido de <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/6007#:~:text=Resumen,ganado%20bovino%2C%20porcino%20y%20aves>.
- Junior, E., & Garcia, A. (12 de marzo de 2018). Obtenido de file:///C:/Users/Mariela/Desktop/PDF%20PARA%20SEMINARIO/alva\_gj.pdf

- Imadariaga. (15 de NOVIEMBRE de 2010). *72213ed52c3e23d1e04001011f011398.pdf*.  
Obtenido de <https://www.minsal.cl/portal/url/item/72213ed52c3e23d1e04001011f011398.pdf>
- Lopez, N. (10 de 2020). *EFFECTO HIPOGLUCEMIANTE DE HOJAS DE MORINGA (Moringa oleifera) EN LA MUTANTE InR DE Drosophila melanogaster, MODELO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2*". Obtenido de [file:///C:/Users/50670/Downloads/FQMAC-281260-1120-421-Norma%20Ang%20C3%A9lica%20L%20C3%B3pez%20Rodriguez\\_compressed%2020-A.pdf](file:///C:/Users/50670/Downloads/FQMAC-281260-1120-421-Norma%20Ang%20C3%A9lica%20L%20C3%B3pez%20Rodriguez_compressed%2020-A.pdf)
- López, N. (11 de DICIEMBRE de 2020). *FQMAC-281260-1120-421-Norma Angélica López*. Obtenido de [file:///C:/Users/Herfons/Desktop/FQMAC-281260-1120-421-Norma Angélica López: file:///C:/Users/Herfons/Desktop/FQMAC-281260-1120-421-Norma%20Ang%20C3%A9lica%20L%20C3%B3pez%20Rodriguez\\_compressed%2020-A.pdf](file:///C:/Users/Herfons/Desktop/FQMAC-281260-1120-421-Norma%20Ang%20C3%A9lica%20L%20C3%B3pez%20Rodriguez_compressed%2020-A.pdf).
- Lopez, N. (Octubre de 2020). *Ri*. Obtenido de <http://ri-ng.uaq.mx/xmlui/handle/123456789/2516>
- Lopez, U. (2001). *saponocidos*. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13015492>
- Martin, C., Martin, G., Garcia, A., Fernandez, T., Hernandez, E., & Puls, J. (julio de 2013). *Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001)
- Monografía Moringa oleifera, propiedades*. (SF). Obtenido de <https://serpenslabs.com/moringa-oleifera/>
- Noguera, A., Reyes, N., Sánchez, B., & Mendieta, A. (23 de OCTUBRE de 2018). *Revista Moringa Vivero de Moringa Oleifera*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3864/1/NF01N778.pdf>
- Otto Vargas, D. S. (2020). *Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342020000300478](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342020000300478)
- Palacios, A., Durán, M., & Obregón, O. (23 de SEPTIEMBRE de 2015). *375540232006.pdf*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3755/375540232006.pdf>
- Palomino, R. (2020). Obtenido de [file:///C:/Users/50670/Downloads/2020\\_Palomino%20Vallejo.pdf](file:///C:/Users/50670/Downloads/2020_Palomino%20Vallejo.pdf)

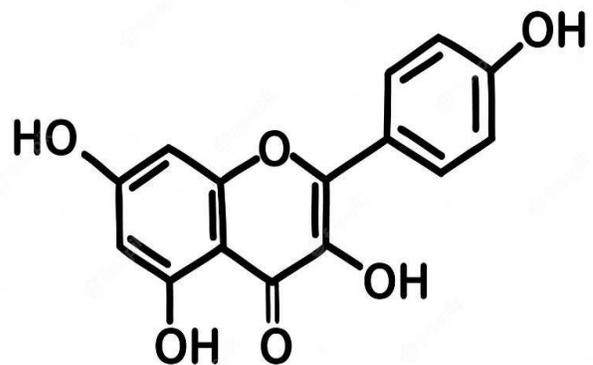
## ANEXOS



**Figura 1.** Descripción botánica de la planta *M. oleifera* Lam



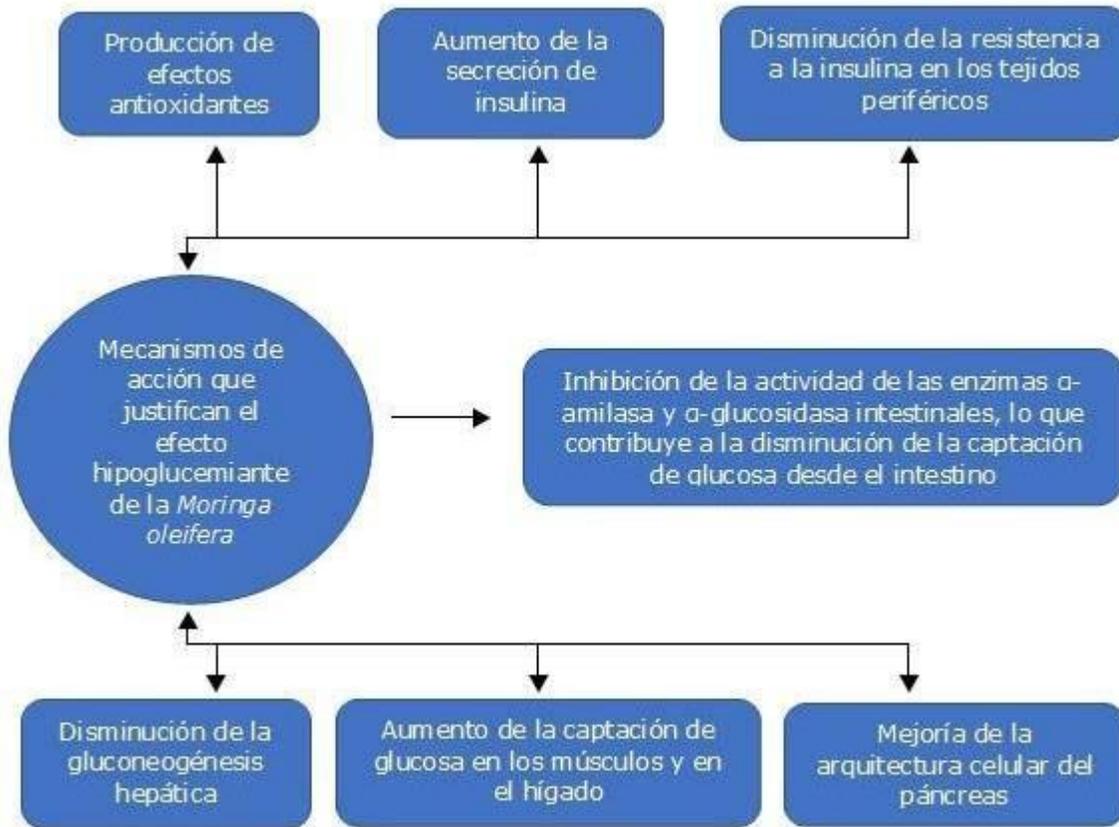
## Kaempferol



**Figura 2.** Moléculas quercetina y kaempferol pertenecientes a la familia flavonoide



**Figura 3.** Beneficios medicinales de la planta *Moringa oleifera* Lam



**Figura 4.** Mecanismo de acción de la *Moringa oleifera* Lam.

**Tabla 8.** Dosis empleadas en ensayos clínicos y preclínicos de la planta *Moringa Oleífera Lam.*

<b>AUTOR</b>	<b>ENSAYOS INVIVO</b>	<b>DOSIS EMPLEADA</b>	<b>CONTROL</b>	<b>RESULTADO</b>
Gutiérrez, A. (2014)	Ratas	Extracto hidroalcohólico de hojas al 50%	Se midió el nivel de glucosa antes y después de la administración del extracto. El proceso se repitió durante 15 días	Se presentó una disminución de la glucosa sanguínea.
Camargo, C. y Choque, I. (2018)	Ratas	Extracto etanólico de hojas 500 mg/Kg	Se evaluaron 30 días de tratamiento donde se midió la HbA1C cada 10 días después de la aplicación del tratamiento.	Se logró una disminución de la glucosa en sangre del 72.22% en los primeros 20 días de administración del extracto, luego se alcanzó una disminución del 76.14% a los 20 días de administración y a los 30 días se logró un 82.61% de disminución de glucosa en sangre.
Lira, A. (2018)	35 Pacientes diabéticos tipo 2 y 33 pacientes sanos (placebos)	360 cápsulas de polvo de hojas secas de 330 mg	Se valoraron pruebas de laboratorio que incluían HbA1C, creatinina y prueba de función hepática durante 3 meses de tratamiento.	En este estudio, se observó una disminución en los niveles hemoglobina glucosilada tanto en grupo experimental como en el grupo placebo. Sin embargo, en el grupo experimental descendió 0.6 % mientras en el grupo placebo 0.1%.

Alva, J. (2018)	Ratas	Extracto de moringa con concentración de 200 mg/kg, 400 mg/kg	<p>Se midieron los niveles de glucosa en sangre Ratas control con 1.8 g/kg de glucosa inducida sin extracto.</p> <p>Ratas de experimentación con 1.8 g/kg de glucosa inducida más extracto de moringa.</p> <p>El tiempo de observación de concentración de glucosa en sangre fue de 30, 60 y 90 minutos para cada concentración.</p>	<p>En las evaluaciones de las concentraciones de 200 y 500 mg/kg se logró observar un efecto hipoglucemiante mayor a los 90 minutos confirmando que la disminución de glucosa en sangre es directamente proporcional a la biodisponibilidad del extracto, por lo tanto, los niveles de glucosa disminuyeron gradientemente cada 30 minutos.</p> <p>Para la concentración de 200 mg/kg se obtuvieron concentraciones de glucosa de: 147.6, 137.8 y 126.4 mg/dL</p> <p>Para la concentración de 500 mg/kg se obtuvieron concentraciones de glucosa de: 132.2, 118.0 y 97 mg/dL.</p> <p>Lo que a su vez indica que a mayor concentración de extracto mayor efecto hipoglucemiantes y menores niveles de glucosa en sangre.</p>
Luna V. et al (2019)	Ratas	Polvo de semilla de moringa	<p>Se evaluaron 50 y 100 mg/kg de polvo de semilla</p> <p>Se evaluaron 50 y 200 mg/kg de extracto etanólico de hojas</p> <p>Se evaluaron dos grupos uno de 46 pacientes a los que se les administraron 8g de polvo y otro</p>	<p>Se concluyó con las bajas dosis empleadas que el polvo presentaba excelente actividad antidiabética.</p> <p>Los resultados indican que las hojas de moringa poseen potenciales antidiabéticos protectores y de mejora en las ratas.</p> <p>Esta investigación reveló una disminución en los valores de glucosa en sangre, los niveles de glucosa en sangre posprandial y los lípidos sanguíneos medios, lo cual</p>

	55 pacientes diabéticos	Polvo de hojas	grupo de 9 pacientes a los que solo se les administraron 6g en tres dosis diarias durante 40 días.	le atribuye al tratamiento el efecto antidiabético
Álvarez, C. (2019)	Ratas	Polvo de hojas de moringa	Se evaluaron 2mg/kg y 200 mg/kg durante una hora para cada concentración.	Se les realizó la prueba de tolerancia a la glucosa con la que se observó una disminución significativa de la glucosa en sangre a los 20, 30, 45 y 60 minutos  Transcurridas las 6 horas, se observó que las ratas presentaban una reducción de (33,29%, 40,69% y 44,06%) de los niveles de glucosa en sangre.
	Ratas	Extracto acuoso de hojas	Se evaluaron (100, 200 y 300 mg/kg) durante 6 horas.	
Vargas, O. y Segura, D. (2020)	Ratas	Extracto acuoso de hojas de moringa	Se midieron los niveles de glucosa la cual fue inducida con 130 mg/kg de aloxano para alterar la glucosa en sangre de las ratas.  Se evaluaron dos grupos, uno con metformina con 14mg/kg y otro con 200 mg/Kg de extracto de moringa durante 15 días consecutivos.	Se encontró que el extracto acuoso de moringa tuvo efecto hipoglicemiante significativo y muy similar al ser comparado con metformina. Se observó una reducción de la glicemia en el caso de metformina 415 mg/dL y en el extracto 313 mg/dL.
Palomino, R.. (2020)	Ratas	Extracto acuoso de hojas	250 mg/kg 18 días	Se obtuvo una disminución en los niveles de glucosa en sangre comparando el grupo control (ratas diabéticas sin extracto) y el grupo experimental (ratas diabéticas mas extracto)  El nivel de glucosa en sangre de ratas diabéticas tratadas con el extracto redujo significativamente por 3 veces en comparación con el nivel de glucosa en sangre del grupo diabético
	Ratas	Extracto etanólico de hojas	200 mg/kg 5 días	

	Ratas	Extracto de acetato de etilo de hojas	200 mg/kg 12 semanas	no tratado Los niveles de HbA1c y glucosa se redujeron significativamente en los grupos 3 y 4 hacia los valores normales.  Los niveles de glucosa en el grupo de Diabéticos tratados con Moringa oleífera disminuyeron en comparación con los del grupo diabético no tratado.
	Ratas	Polvo de hojas	50 mg/kg 8 semanas	El tratamiento de ratas con MO mostró una disminución significativa del nivel de glucosa en comparación con el control diabético.
	Ratas	Extracto metanólico de hojas	250 mg/kg 6 semanas	
Barreto, S. et al (2015)	Ratas	Extracto acuoso de hojas	Se realizó la inducción de hiperglicemia  Se evaluó un grupo control con 14 mg/kg de metformina diario  El grupo experimental se evaluó con 300mg/kg de extracto diario.	La moringa oleífera produce un efecto hipoglicemiante, el cual es comparable con los niveles de disminución de glicemia obtenidos con el grupo metformina, aunque ligeramente de menor intensidad. Este efecto observado es agudo, ya que en este estudio se evaluó el efecto de la moringa oleífera solamente por 3 días, lo cual sugiere que esta planta medicinal puede ser útil cuando el objetivo es un descenso rápido de la

				glicemia, no sabemos si el efecto se mantiene a través del tiempo
Leona, B. et. al (2018)	17 diabéticos y 10 sanos	Polvo de hojas	Se evaluaron 20g de polvo durante 3 horas con mediciones de glucosa posprandial cada 30 minutos	Se comprobó que el polvo de hoja de MO es capaz de reducir la respuesta de glucosa posprandial en sujetos diabéticos, y esta actividad está potencialmente relacionada, al menos en parte, con la inhibición de la actividad de la $\alpha$ -amilasa.
Gómez, S. (2021)	67 pacientes diabéticos	Cápsulas de polvo seco de hojas	Se evaluaron seis cápsulas diarias de polvo de hoja seca con una concentración de (2400 mg/día) durante 12 semanas	Este estudio de intervención nutricional con suplementos de MO resultó en cambios favorables en los marcadores sanguíneos de glucemia en comparación con el placebo en los sujetos con prediabetes estudiados, lo que sugiere que la planta de MO podría actuar como un agente antihiper glucémico natural, antes de que se prescriba cualquier tratamiento farmacológico
Nova, E. et al (2020)	Ratas	Polvo de hoja seca  Polvo de hojas  Semillas en polvo	50mg/kg diarios 8 semanas  200mg/kg  50 y 100 mg/kg por 4 semanas	Se demostró una disminución de glucosa en sangre.  Se demostró la disminución de glucosa en sangre a los 20, 30, 45 y 60 min  Disminución de FBG (Glucemia en ayunas) (35% y 45%) 50 y 100 dosis, respectivamente.  Y disminución de hemoglobina glicosilada HbA1C (13% y 22%).  Disminución de FBG (Glucemia en ayunas)

			100, 200 mg/kg 3 semanas	disminución de hemoglobina glicosilada HbA1C
		Extracto acuoso	250 mg/kg 18 días	Disminución de los niveles de glucosa en sangre
			300 mg/kg	Disminución de glucosa en sangre
			250mg/kg 10 semanas	Disminución de glucosa en sangre
		Extracto metanólico hojas	300 mg/kg 6 semanas	Disminución de glucosa en sangre
			600 mg/kg 6 semanas	Disminución de FBG (Glucemia en ayunas) y cero azúcares en la orina detectados.
			250 mg/kg 1 semana	Disminución gradual de la glucosa en sangre desde el día 1 hasta el día 42 con mediciones diarias.
		Extracto etanólico corteza y tallo	300 mg/kg 42 días	Disminución de glucosa en sangre de 60 a 180 min.
		Extracto etanólico de hojas		Disminución de la glucosa en sangre
	10 adultos diabéticos		20 g 6 semanas	

	20 diabéticos	Polvo de hojas	5 g 2 días con una dosis diaria	Disminución de la glucosa en sangre
	32 diabéticos tipo 2	Polvo de hojas	4g al día 4 semanas	Disminución de FBG (Glucemia en ayunas)
	22 diabéticos tipos 2	Cápsulas de hojas	8 g diarios 40 días	
		Polvo de hojas		
Vargas, K. et al (2019)	Ratas	Extracto acuso de polvo de hoja	200mg/kg 120 min	MO disminuyó la glucosa en sangre a los 20, 30, 45 y 60 min.
	Ratas	Polvo de hoja	50mg/kg 8 semanas	A la segunda semana se observó una reducción significativa de la GS en ratas diabéticas tratadas con MO, de 300 mg/dL a 100 mg/dL en comparación con los controles.
	Ratas	Polvo de hoja	700 mg/kg al día 3 semanas	Reducción de los niveles de glucosa en ayunas en el grupo preventivo en comparación con los controles
				Reducción en ratas diabéticas a las 5 h con 300 y 500 mg/kg
				La dosis de 500 mg/kg

		Polvo de hojas	100, 200 y 300 mg/kg 3 semanas	<p>presentó reducciones significativas de GS del 34,3 %, 60,9 % y 66,4 % después de 1, 3 y 5 h, respectivamente.</p> <p>Reducción significativa de la GS en ayunas de ratas diabéticas tratadas con MO. La reducción después de 1, 2 y 3 semanas con 200 mg fue del 25,9 %, 53,5 % y 69,2 %, respectivamente.</p>
		Extracto acuoso de hoja	100, 200 y 300 mg/kg 3 semanas	<p>Reducción en ratas diabéticas. El tratamiento con MO redujo la GS de 400 mg/dL a 200 mg/dL</p>
		Extracto acuoso de hoja	250 mg/kg 18 días	<p>Reducción en ratas diabéticas. La glucosa en sangre se redujo en un 76 % con 300 mg/kg y en un 84 % con 600 mg/kg</p> <p>Además, la tolerancia a la glucosa mejoró en un 56% y un 57% con 300 o 600 mg/kg de MO</p>
		Extracto metanólico de hoja	300 y 600 mg/kg 6 semanas	<p>Reducción en ratas diabéticas de 30,96 a 27,6 mmol/L,</p> <p>Reducción de los niveles de glucosa en sangre en ratas diabéticas de 229 mg/dL a 86 mg/dL</p> <p>Reducción significativa aguda pero no crónica en ratas diabéticas.</p>

			250 mg/kg 6 semanas	La coadministración de MO produjo una disminución del 60% en la GS en ayuna a las 2 semanas. Hubo una reducción de 226.85 mg/dL a 90 mg/dL
		Extracto metanólico de hojas	200 mg/kg 3 semanas	
		Extracto metanólico de hojas		Reducción en ratas diabéticas de 266 a 148 mg/dL
			50 mg/kg 3 semanas	Reducción de la glucosa en sangre a las 2 semanas de administración de 500 a 250 ng/dL
		Extracto etanólico de hojas		Se mostró una disminución significativa en los niveles de HbA1c
				reducción significativa de la HbA1c en pacientes tratados con MO
			100 mg/kg 4 semanas	
		Polvo de semillas	150 mg/kg 12 semanas	Reducción significativa de la glucemia hasta 150 min después de la ingesta. La respuesta glucémica media a la comida fue menor con 20 g MO de 296 mg/dL a 140 mg/dL
	16 diabéticos tipos 2	Extracto etanólico de semillas	4 g diarios Antes del desayuno y antes de la cena 1 mes	
	60 diabéticos tipo 2	Cápsulas de polvo	500 mg tres veces al día 12 semanas	
			20 g una vez al día Única vez	

	17 diabéticos	Capsulas de polvo de hoja  Polvo de hoja		
Paula, P. et al. (2017)	Ratas	Hojas frescas	500 mg/kg dosis única 5 horas  2500 mg/kg 4 horas, 24 horas y 72 horas	dosis única de <i>Mo</i> (500 mg/kg·bw) redujo el nivel de glucosa en sangre (reducciones del 34,3%, 60,9% y 66,4% después de 1, 3 y 5 h, respectivamente)  <i>Mo</i> (2500 mg/kg·bw) no causó toxicidad aguda en ratones. <i>Mo</i> -LPI es una alternativa prometedora o un agente complementario para tratar la diabetes.