

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE FARMACIA Y
BIOQUÍMICA



Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas.

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Autores:

Ventocilla Castillo Carlos César

Martel Téllez Imelda Dorali

Asesor

Mariños Ginocchio, Julio Cesar

(ORCID: 0000-0003-3323-2943)

Nuevo Chimbote – Perú

2022

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	ii
PALABRA CLAVE	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	13
Tipo y Diseño de investigación	13
Población - Muestra y Muestreo	14
Técnicas e instrumentos de investigación.....	15
Procesamiento y análisis de la información.....	18
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Porcentaje de rendimiento al obtener el extracto etanólico de la raíz de <i>Lepidium meyenii</i> (maca).	18
Tabla 2	Screening fitoquímico de la raíz de <i>Lepidium meyenii</i> (maca).	19
Figura 1	Valores promedio de las concentraciones de glicemia basal en ratas aloxanizadas.	20
Figura 2	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas durante el primer día de tratamiento.	21
Figura 3	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas durante el segundo día de tratamiento.	22
Figura 4	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas, se exponen los valores basales, primer día y segundo día.	23

1 Palabra clave

Tema	hipoglucemiante
Especialidad	Farmacoterapia

Keywords

Subject	hypoglycemic
Speciality	phytotherapy

Línea de investigación

Línea de investigación	Recursos naturales y terapéuticos
Área	Ciencias médicas y de la salud
Subárea	Medicina basica
Disciplina	Farmacología y farmacia

2 Título

Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas.

3 Resumen

La presente investigación tuvo como objetivos evaluar el efecto hipoglicemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas, se utilizó el test de tolerancia a la glucosa, se emplearon 24 ratas albinas divididos en seis grupos de cuatro ratas cada grupo, donde el 1° recibió SSF 2 mL/kg, el 2° glibenclamida 5 mg/kg, el 3° Insulina 4 UI/Kg y los grupos 4°, 5 ° y 6° recibieron el extracto de maca a dosis de 50, 100 y 200 mg/kg respectivamente, el efecto hiperglucemiante se indujo con aloxano 100 mg/kg administrado por vía intraperitoneal y en dosis única. Los resultados muestran un rendimiento del extracto de 1,6%, así también la evaluación fitoquímica mostró la presencia de taninos, alcaloides, esteroides triterpénicos, antocianinas y flavonoides, se observó que durante los dos días de tratamientos, el extracto logró disminuir la glicemia, sobre todo en el grupo que recibió el extracto a dosis de 200 mg/Kg. Se concluyó que el extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca), posee actividad hipoglucemiante en ratas aloxanizadas.

Palabras clave: Hipoglucemiante, *Lepidium meyenii*, maca, aloxano.

4 Abstract

The present investigation had as objectives to evaluate the hypoglycemic effect of the ethanolic extract of the root of *Lepidium meyenii* (maca) in alloxanized rats, the glucose tolerance test was used, 24 albino rats were divided into six groups of four rats each group. , where the 1st received SSF 2 mL/kg, the 2nd glibenclamide 5 mg/kg, the 3rd Insulin 4 IU/Kg and the 4th, 5th and 6th groups received the maca extract at a dose of 50, 100 and 200 mg/kg respectively, the hyperglycemic effect was induced with alloxane 100 mg/kg administered intraperitoneally and in a single dose. The results show a yield of the extract of 1.6%, as well as the phytochemical evaluation showed the presence of tannins, alkaloids, triterpene steroids, anthocyanins and flavonoids, it was observed that during the two days of treatment, the extract managed to reduce glycemia, especially in the group that received the extract at a dose of 200 mg/Kg. It was concluded that the ethanolic extract of the root of *Lepidium meyenii* (maca) has hypoglycemic activity in alloxanized rats.

Keywords: Hypoglycemic agent, *Lepidium meyenii*, maca, alloxan.

5 Introducción

Antecedentes y fundamentación científica

Evangelista et al. (2019). estudiaron el efecto de la maca peruana sobre la diabetes tipo 2. Utilizaron artículos de bases de datos, utilizando descriptores “*lepidium meyenii walp*” y “camilla”, se seleccionaron por título los estudios relacionados con la diabetes. Dietas con 4 y 6 gramos de harina de Maca por día, resultó en 20% y 37% en reducción glucémica, respectivamente, 54% y 42% en la peroxidación lipídica, inhibiendo el daño oxidativo. Comparando los efectos antioxidantes de tres tipos de maca, se vio que en los glóbulos rojos hay un aumento de actividad de la enzima de superóxido dismutasa y catalasa cuando se complementa con maca negro y morado. En el hígado, el aumento de superóxido dismutasa (SOD) se observó en el uso de maca amarilla, negra y morada, siendo estos últimos los encargados de incrementar la catalasa (CAT). Además, la maca negra tiene propiedades cicatrizante de heridas y antimicrobiano. Por lo tanto, para probar los beneficios del efecto de maca en diabéticos, se necesitan estudios para investigar la posología y los efectos de esta raíz en humanos.

Huamán et al. (2018) buscaron demostrar el efecto de la maca sobre la glucemia en ratas hiperglicémicas. Se usaron 15 ratas albinas, las que se distribuyeron en tres grupos: donde el grupo 1 recibió suero fisiológico; al segundo grupo se le indujo hiperglicemia con aloxano, y el tercero también fueron hiperglicémicas pero se las trató con extracto de maca a concentraciones 800 mg/kg. Se obtuvo que el tercer grupo presentó un valor de glicemia entre 323.6 ± 53.35 mg/dl, mientras que conforme pasaba el tiempo (2, 4, 6, 8 y 10 horas) los niveles fueron de 264 ± 83.55 mg/dl y 327 ± 34.93 mg/dl en los grupos uno y dos. Al evaluar la glicemia en el grupo que recibió suero fisiológico y el grupo con hiperglicemia inducida a las 4 horas se observó una disminución de la hiperglicemia en $93.4 \pm$

72.86 mg/dl. Por tanto se concluye que el extracto de maca reduce la hiperglicemia inducida en ratas albinas.

Rodrigo et al. (2011) buscó determinar la actividad de la maca amarilla sobre la glicemia en 24 ratas Holtzman, diabéticas, las ratas se distribuyeron en cuatro grupos: El primero solo recibió dieta; el segundo recibió maca 4 g/día; el tercero maca 6 g/día; y el cuarto grupo dieta + glibenclamida 10 mg/kg. Los parámetros evaluados fueron la glucemia y la masa de las ratas, así mismo se consideró los valores de insulina en sangre, vitamina C y peroxidación lipídica. Los resultados mostraron que la maca administrada a dosis de 4 a 6 g/día disminuyó la glicemia hasta en 50%, logrando mejorar los valores de insulina hasta en 22%, también mejoró los niveles de vitamina C respecto al grupo control; así mismo, se concluyó que la administración de maca amarilla mejoró el metabolismo de la glucosa, regulando la glucemia e incrementando los niveles de insulina. Adicionalmente, incrementando la actividad antioxidante.

Díaz et al. (2019), evaluaron el efecto hipoglicémico y antihiperglicémico del extracto hidroalcohólico de *Abuta grandifolia* en ratas diabéticas. La muestra estuvo constituida por dos grupos de 14 ratas: Grupo A constituido por 14 ratas sanas, distribuidas en 7 ratas control A1, tratadas con suero fisiológico y subgrupo A2, tratadas con extracto de las hojas de abuta de 250mg/Kg; y Grupo B con 14 ratas diabéticas, distribuidas en un grupo control B1, tratadas con suero fisiológico; y subgrupo B2, tratadas con extracto de la corteza de abuta en dosis de 250mg. Se midió la glicemia en ayunas a los 0, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 480 minutos. Se encontró que la administración del extracto produce efecto hipoglicémico y ausencia de efecto antihiperglicémico; no obstante, en ratas sanas presentó efecto antihiperglicémico.

Aranda et al. (2018) evaluaron el efecto del extracto acuoso de *Detarium detarium* oscuro en ratas diabéticas inducidas por aloxano, se distribuyeron 24 ratas en cinco grupos. El primer grupo recibió 3 mL de agua destilada, el segundo grupo recibió

glibenclamida 10 mg/kg, el tercer, cuarto y quinto grupo recibieron *Tabebuia obscura* en dosis de 100, 200 y 400 mg/kg, respectivamente. Se determinó la glicemia 1, 2, 3, 6, 12 y 24 horas. Se encontró que los efectos de los grupos que recibieron el extracto fueron dosis dependiente, obteniéndose mejor efecto con el extracto a dosis de 400 mg/Kg. Se concluye que el extracto acuoso liofilizado de *Tabebuia obscura* en dosis de 400 mg/kg tiene un mayor efecto hipoglucemiante similar a la glibenclamida a 10 mg/kg en ratas diabéticas inducidas por aloxano.

Gutierrez M. (2018) evaluaron el efecto del extracto acuoso del *Geranium dielsianum knuth* (Pasuchaca) en ratas hiperglucémicas inducida por estreptozotocina. Para ello, se utilizaron 25 ratas albinas (*Rattus norvegicus*) a las que se administró 25 mg/kg de estreptozotocina y fueron distribuidas al azar en cinco grupos: Grupo A fue el control, el grupo B recibió glibenclamida, el grupo C, D y E recibieron extracto a dosis de 100, 300 y 500 mg/kg. Se encontró efecto hipoglucemiante a la tercera semana (Grupo C), cuarta semana (Grupo D) y tercera semana (Grupo E) disminuyeron significativamente la glicemia. Se concluye que el extracto acuoso de pasuchaca favorece disminuye la glicemia en ratas hiperglucemia inducidas por estreptozotocina.

Diabetes

La diabetes ocurre cuando los niveles de glucosa son demasiado son elevados en sangre, debido a la nula o baja producción de insulina por el páncreas, cuya función es hacer ingresar la glucosa hacia el intracelulara para la obtención de energía a atarcez del ciclo de krebs. Los niveles elevados de glucosa se denomina hipergliemia, siendo una características de la diabetes. Si no se controla la deficiencia de insulina, muchos órganos del cuerpo pueden resultar dañados, lo que puede ocasionar complicaciones potencialmente mortales como enfermedades cardiovasculares, neuropatías, nefropatías, retinopatías, pérdida de visión y ceguera.

Sin embargo, con el adecuado tratamiento y diagnóstico precoz, las complicaciones pueden retrasarse o incluso evitarse por completo (Kovacs, 1987).

En la actualidad se sabe que los países con bajos ingresos son los más afectados. Sin embargo, sus planificadores de salud pública siguen siendo muy indiferentes con la situación y en consecuencia hubo un aumento potencial de diabetes y con ella graves complicaciones. Ha habido un total de 285 millones de personas han padecido de diabetes en el mundo, en el año 2010 y se espera que esta cantidad de personas se amplíe a más del 50% en los siguientes 20 años si no se desarrollan campañas de prevención. Se estima que para el 2030, 438 millones de personas se verán afectadas, lo que refleja que el 7,8% de la población adulta desarrollará diabetes. En lo que corresponde a los niños, cada año se registran 76.000 niños que desarrollan diabetes tipo 1 en todo el mundo. Recientes investigaciones notifican un incremento de casos de Diabetes Mellitus tipo 2 en niños y adolescentes con proporciones más altas en afroamericanos, hispanos y nativos americanos (Kovacs, 1987).

En el Perú se registraron 3.9 casos de diabetes por cada 100 peruanos mayores de 15 años, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) en el 2019. La población femenina fue la más afectada (4,3%) en comparación con la masculina (3,4%). Los principales factores de riesgo para desarrollar la diabetes, son aquellos que incrementan el desarrollo de la enfermedad, principalmente antecedentes hereditarios, tener una edad mayor de 45 años, sedentarismo y obesidad. La obesidad está relacionada con acumulación de grasa en los riñones, corazón, músculo hígado y páncreas, provocando resistencia a la insulina y como medio compensatorio la hiperinsulinemia que finalmente se manifestaran glucemias mayores a 130 mg/dl. En mujeres se relaciona con haber presentado diabetes gestacional. También existen otros factores de riesgo que pueden producir diabetes son el estrés prolongado, consumo de tabaco y alcohol, además de tratamientos farmacológicos como los glucocorticoides, tiazidas, beta-adrenérgicos, hidantoínas (Wilkin, 2009).

En esta enfermedad, los síntomas pueden presentarse dependiendo del sexo, edad y nivel de glucosa que son medidos al momento de hacer un diagnóstico, pero

en caso de no haberse diagnosticado ni comenzado un tratamiento se pueden manifestar los signos y síntomas más frecuentes como un exceso de orina (poliuria), un exceso de hambre (polifagia) y un incremento anormal de la sensación de sed (polidipsia). Existen otros signos y síntomas menos frecuentes, incluso algunos pueden tornarse graves, como la debilidad muscular, la cetonuria, taquipnea, vómitos, hipotermia y llegar a manifestarse una neuropatía diabética o terminar en coma. Por otro lado, muchas veces la diabetes está asociada a la aparición de complicaciones en otros órganos, por ejemplo, en el ojo produciendo una retinopatía diabética ya que niveles elevados de glucosa daña los vasos sanguíneos de la retina. Los riñones también pueden verse afectados produciéndose una nefropatía diabética y puede llegar a tal nivel que la persona pueda requerir diálisis o un trasplante. Otras complicaciones más severas son el daño hacia vasos sanguíneos que pueden llevar a la pérdida de extremidades inferiores o el daño al corazón como la enfermedad coronaria e infarto al miocardio, siendo necesario la estabilización de los pacientes para no desencadenar complicaciones y evitar un desenlace fatal (Wilkin, 2009).

Principalmente existen tres tipos de diabetes: la diabetes insulino dependiente (tipo I), donde la producción de insulina es nula, y aparece en una edad temprana asociándose a una enfermedad autoinmune puesto que las células del páncreas son destruidas, mientras que la diabetes mellitus no insulino dependiente (tipo II), se desarrolla cuando el páncreas continúa segregando insulina, incluso en valores más elevados de lo normal, pero el organismo desarrolla resistencia a sus efectos, es decir, se vuelve disfuncional, este tipo tiende a aparecer en edades avanzadas y su fisiopatología consiste en la destrucción de receptores de insulina encargados de la captación de glucosa en células y está íntimamente relacionada con malos hábitos alimenticios y una vida sedentaria, por lo que estos pacientes presentan obesidad (Reyes et al., 2016).

A pesar del gran número de drogas antidiabéticas disponibles y varias guías técnicas para el manejo de diabetes tipo 2, un número considerable de pacientes continúa sin control alguno. Diversos estudios han demostrado que el ejercicio físico en pacientes que presentan pre-diabetes puede llegar a prevenir o reducir la

incidencia de hasta en un 50 %, de ahí la importancia de estrategias preventivas. Se aconseja la pérdida de 5 a 10% del peso corporal para poder lograr un mejor control de glucosa, reducir cifras tensionales y disminuir la producción de lípidos logrando disminuir el consumo de medicamentos ^{11 y 12} Se recomienda un aporte de grasas saturadas menor al 7% de las calorías totales, la ingesta diaria de colesterol debe limitarse a 200 mg / día en pacientes diabéticos. Se debe consumir pescado y esteroides vegetales (Reyes et al., 2016).

También los carbohidratos deben de consumirse de manera controlada (45-65% de la dieta), siendo mayores a 130 g / día por el requerimiento absoluto de glucosa del cerebro y del sistema nervioso central, además de fibra dietética. Las proteínas se deben consumir de 15-20%. Además de incluir otros alimentos como cereales, integrales, verduras, legumbres, frutas, semillas, hierbas y especias. Se recomienda la física aeróbica y no aeróbica, estas sesiones deben incluir actividad física de intensidad baja a moderada que dure al menos de 10 a 15 minutos, así como realizar ejercicios de fuerza incluyendo los que fortalecen los abdominales, espalda, brazos, piernas (Alfaro, 2000).

Tratamiento farmacológico (Ramírez, 2009).

Biguanidas: La metformina aumenta la actividad de la enzima proteinkinasa del monofosfato de adenosina (AMP) activado, además inhibe la glucólisis aeróbica en músculo esquelético y favorece la glucólisis anaeróbica, por lo tanto, incrementa el consumo de glucosa por este órgano. Su mecanismo de acción principal es disminuir la resistencia hepática a la insulina por lo tanto disminuye la gluconeogénesis y la producción de glucosa.

Sulfonilureas: Tolbutamida, tolazamida y clorpropamida, glibenclamida, gliburida, glicazida y glipizida, tienen un efecto hipoglucémico sobre la unión de los receptores de sulfonilureas en las células beta pancreáticas, estimulando así la secreción de insulina.

La acarbosa disminuye el progreso de la diabetes y reducir los efectos cardiovasculares en pacientes con prediabetes. También se puede considerar en aquellos pacientes donde predomina la hiperglucemia posprandial.

Las tiazolidinedionas son sensibilizadores de insulina que actúan como ligandos para el receptor activado proliferativo del peroxisoma gamma nuclear las cuales aumentan la utilización de glucosa muscular y disminuye la liberación de glucosa hepática.

Las metiglinidas son secretagogos insulínicos de acción rápida, los cuales se usan para el manejo de DM2 y evitar la hiperglucemia posprandial. Se pueden identificar dos tipos: repaglinida, considerada un derivado del.

La repaglinida reduce la glucosa en sangre en ayunas y el nivel de triglicéridos, además de disminuir la HbA1c en personas con diagnóstico reciente de diabetes tipo 2.

Las incretinas ayudan a la liberación de insulina por el páncreas cuando el estímulo de glucosa es gastrointestinal, comparado a cuando el estímulo es endovenoso.

Las estatinas se encargan del metabolismo de las lipoproteínas, como LDL. Asimismo, existen pruebas que indican una reducción de los niveles de marcadores de la inflamación asociado a su uso, sin embargo, las precauciones del uso de estatinas van dirigidos en pacientes que presentan riesgo de diabetes en alteración primaria cardiovascular.

***Lepidium meyenii* (maca)**

La maca pertenece a la familia Brassicaceae y suele crecer en los Andes del centro de Perú, crece sobre los 4000 msnm se viene cultivando hace más de 2000 años. Donde la descripción inicia en algunas crónicas durante la conquista del Perú. Una de las principales causas por las que se ha utilizado tradicionalmente en Perú es por su valor nutricional, destacando su contenido en carbohidratos, en fibra o en

minerales. Además de contar con una proteína con uno de los aminogramas más completos que se pueden encontrar en plantas de uso alimentario y medicinal. Actualmente se encuentran hasta 13 variedades desde la maca blanca, maca roja, hasta la maca negra, las que han demostrado poseer actividades hipoglucemiante, antioxidante, afrodisiaca, entre otros, cuyas propiedades están asociadas a la presencia de macamida, macaeno, macaridina y alcaloides.(Sifuentes-Penagos, 2015).

Justificación de la investigación

El presente trabajo, se justifica de manera teórica ya que su aporte científico, contribuirá al conocimiento en cuanto a ofrecer información relevante del uso de la *Lepidium meyenii* (maca) como alternativa terapéutica sobre la diabetes.

También se justifica de manera metodológica, ya que pondrá a disposición un instrumento de recolección de datos relacionado a evaluar el efecto antidiabético de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca).

Se justifica de manera social ya que permitirá ofrecer una alternativa medicinal al alcance de la población, ya que los productos medicinales y las terapias son muy costosas, también permitirá promover la comercialización de este producto incentivando el comercio en los agricultores.

Problema

¿Cuál será el efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas?

Conceptuación y operacionalización de las variables

<i>Definición conceptual de la variable</i>	Dimensiones (factores)	Indicadores	Tipo de escala de medición
<p>hipoglicemiante: el efecto hipoglicemiante suele aparecer por falta de producción de insulina o no se suele tener un uso adecuado. El páncreas es un órgano que produce la hormona insulina para que la glucosa de los alimentos ingrese a cada célula del cuerpo, donde se usara como energía para el funcionamiento de todos los músculos y tejidos. Los diabéticos no absorben bien la glucosa y por lo tanto la sangre queda circulando por el torrente sanguíneo, y provoca daño en todos los tejidos del cuerpo (Gonzales, 2015).</p>	Glicemia	Valores de glicemia mg/dL	Cuantitativa
<p><i>Lepidium meyenii</i> (maca): Es una planta que crece en la amazonía, debido a su elevado contenido de flavonoides y compuestos fenólicos y quinonas tiene propiedades anticancerígenas y antidiabéticas. (Garzón, 2019).</p>	Estudio fitoquímico	Metabolitos secundarios. Ausencia, poca, regular y abundante cantidad.	

Hipótesis

Hipótesis alternativa:

Ha= El extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) tiene efecto hipoglucemiante en ratas aloxanizadas.

Hipótesis nula:

Ho= El extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) no tiene efecto hipoglucemiante en ratas aloxanizadas.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas.

Objetivos específicos

1. Obtener el extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca).
2. Realizar el estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca).
3. Evaluar el efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas.

6 Metodología

a) Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El estudio es de naturaleza básica ya que permitirá aportar con nuevos conocimientos relacionados a las variables de estudio, esto permitirá que futuras investigaciones cuenten con información confiable y pertinente (Rodríguez, 2020).

Diseño de la investigación

La investigación experimental permite la manipulación de las variables de manera intencional (independiente), para analizar la variable dependiente Hernández et al., (2006). Por lo tanto, la presente investigación busca determinar el efecto antidiabético del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) en ratas aloxanizadas, en donde se tuvo en cuenta el siguiente diseño experimental:

Grupos farmacológico	Tratamiento
Grupo I	SSF 2 ml/Kg
Grupo II	Glibenclamida 5 mg/Kg
Grupo III	Insulina 4 UI/kg
Grupo IV	Maca 50 mg/Kg
Grupo V	maca100 mg/Kg
Grupo VI	maca 200 mg/Kg

b) Población, muestra y muestreo

Población

La población se define como una agrupación de individuos, juicios, maquinas o cosas que tiene características en común que llaman la atención del investigador (Arias, et al., 2016).

La población, estará constituida por una población *Rattus rattus*. Así como raíces de *Lepidium meyenii* (maca).

Criterios de inclusión

Se incluyeron ratas albina cepas Holtzman, de ambos sexos en buen estado de salud y raíces de maca en buen estado de conservación.

Criterios de exclusión

Se excluirán ratas de otras cepas, ratas viejas y ratas enfermas.

Muestra

La muestra está representada por un grupo de unidades de una población, los mismos que cumplen ciertos criterios de inclusión y exclusión, deben estar en una cantidad representativa y es factible de precisar sus características durante la elaboración del plan de investigación (Hernández, et al., 2014). La muestra estará conformada 24 ratas albinas cepa Holtzman y 2 Kg de raíces de *Lepidium meyenii* (maca).

Técnica de muestreo

El estudio considerará al muestreo probabilístico, ya que todos los especímenes tuvieron la posibilidad de ser seleccionados y formar parte del estudio (Kinnear y Taylor, 1998).

c) Técnicas e instrumentos de investigación

Obtención de la muestra vegetal:

Se comprará el material vegetal fresco del mercado mayorista de Chimbote adquiridos en el mercado La perla de la ciudad de Chimbote. en cantidad suficiente de 2 Kg, de raíces de maca fueron conservadas en una caja de cartón.

Obtención del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) (CYTEC, 1995)

Para la preparación del extracto las hojas fueron seleccionadas secadas y licuadas con alcohol de 96 en proporción 1:1, luego la mezcla se colocó en una botella de dama Juana y se adicionó mas alcohol hasta cubrir la muestra, se dejó macerar por 7 días, pero diariamente se le agita por un periodo de 5 minutos, luego de la maceración se filtra utilizando algodón para que retenga las partículas, la solución obtenido es colocada en una fuente de vidrio y dentro de una estufa a 40° de temperatura, hasta que la muestra presente peso constante, la muestra obtenida se colocó en un recipiente hermético y se conservó refrigerado, hasta su posterior uso.

Estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) (Lock de Ugaz, 2017).

Para determinar la presencia de ciertos metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de las hojas de ortiga se le practicará, las reacciones para identificar taninos, alcaloides, flavonoides, esteroides triterpénicos y antocianinas. Se utilizó las denominaciones de abundante, regular y poco.

<i>Reacción</i>	<i>Procedimiento</i>
Taninos (cloruro férrico)	<p>1 mL extracto + II gotas de cloruro de hierro (III), es positivo cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coloración negra azulada = tanino pirogálico. - Coloración verde = tanino catequínico.
Alcaloides (Dragendorff)	1 mL extracto + III gotas del Reactivo de Mayer, precipitado blanco es positivo
Flavonoides (Shinoda)	1ml extracto + limadura de magnesio + III gotas de HCl, color rojo oscuro intenso es positivo.
Esteroides triterpénicos (Burchard)	<p>1 mL extracto + V gotas de CH₃COOH + V gotas anhídrido acético, + I gota H₂SO₄, es positivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - triterpenoides: coloración rojo-marrón - esteroides: anillo color verde.
Antocianinas (amoníaco)	1 mL de extracto + V gotas de amoníaco, la decoloración rápida de violeta a amarillo = antocianinas.

Determinación del efecto antidiabético del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca), según Kameswara Rao y col., 1999.

Se emplearon 24 ratas albinas divididas en seis grupos de 4 ratas cada grupo, cada grupo recibirá: G1 SSF 2 mL/kg, el G2 glibenclamida 5 mg/kg, el G3

Insulina 4 UI/Kg y los grupos G4, G5 y G6 recibirán extracto en dosis de 50, 100 y 200 mg/kg respectivamente, la diabetes será inducido con aloxano a una concentración de 100 mg/kg por vía intraperitoneal a una sola dosis con 48 hora antes de iniciado la administración de los tratamientos. Se determinará la glucosa una vez al día y por dos días consecutivos y 2 horas después de los tratamientos, solo se consideró a los especímenes que tenían una glicemia superior a los 200 mg/dL. La toma de muestra se realizó de la cola de la rata.

d) Procesamiento y análisis de la información

Valderrama (2015), considera que posterior a la recopilación de la información, se debe de proceder a aplicar mecanismos estadísticos para dar solución a nuestro problema, de tal manera permita aceptar o rechazar nuestras teorías planteadas. Los datos obtenidos fueron recopilados en una matriz de recolección de datos a los que se les promedio según los grupos farmacológicos y se representaron en figuras, también se analizaron utilizando el programa estadístico Excel, aplicándose la estadística descriptiva como la media, mediana, error estándar, etc, así mismo se aplicó el análisis de varianza de una sola entrada, para todos los análisis de aplico una confiabilidad del 95%.

7 Resultados

Tabla 1

*Porcentaje de rendimiento al obtener el extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca).*

Muestra utilizada para obtención del extracto	Fórmula
Raíz de <i>Lepidium meyenii</i> (maca). Cantidad: 100 g	%R = $\frac{\text{Cantidad obtenida}}{\text{Cantidad de muestra}} \times 100$
	%R = (1.6 g/100g) x 100 = 1.6
	Se obtiene un rendimiento del 1.6%

Dónde: %R = porcentaje de rendimiento

En la tabla N 1 se muestra el porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) por cada 100 gramos de muestra, siendo el valor obtenido de 1.6%

Tabla 2

Evaluación fitoquímica de la raíz de Lepidium meyenii (maca).

Metabolito secundario	Reactivo utilizado	Cantidad
Taninos	Gelatina	Regular
Alcaloides	Dragendorff	Regular
Flavonoides	Shinoda	Poco
Cumarinas	Fluoresceína	Abundante
Esteroides triterpénicos	Burchard	Regular
Antocianidinas	Amoniaco	Regular

En la tabla 2. Se muestra los niveles de metabolitos secundarios encontrados en el extracto acuoso de la corteza de *Uncaria tomentosa* (uña de gato). Donde cumarinas están en abundante cantidad, taninos, alcaloides, esteroides triterpénicos y antocianinas en regular cantidad, y los flavonoides en poca cantidad.

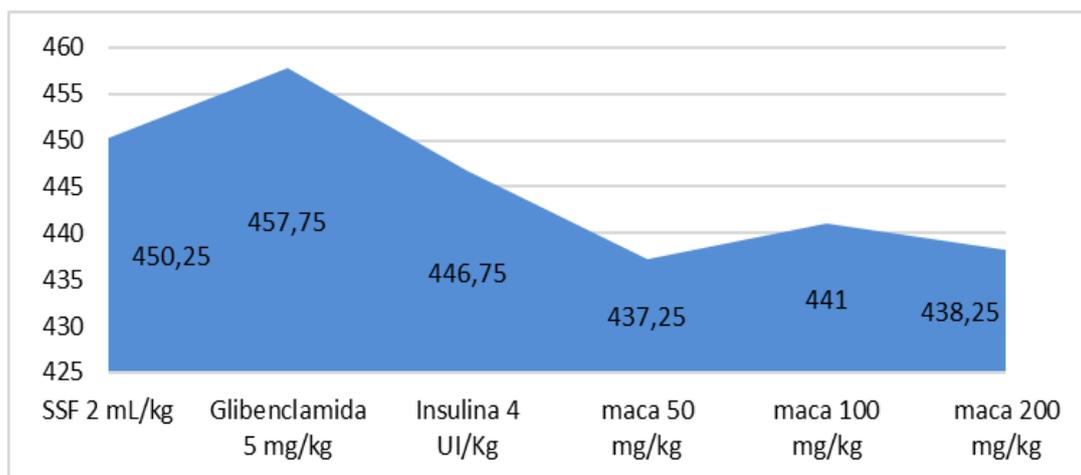


Figura 1. Valores promedio de las concentraciones de glicemia basal en ratas aloxanizadas.

En la figura 1. Se muestran los valores promedios de los niveles de glicemia posterior a las 48 horas de administración de 100 mg/Kg de aloxano, encontrándose que todas las ratas aloxanizadas muestran hiperglicemia con valores entre 450 y 500 mg/dL.

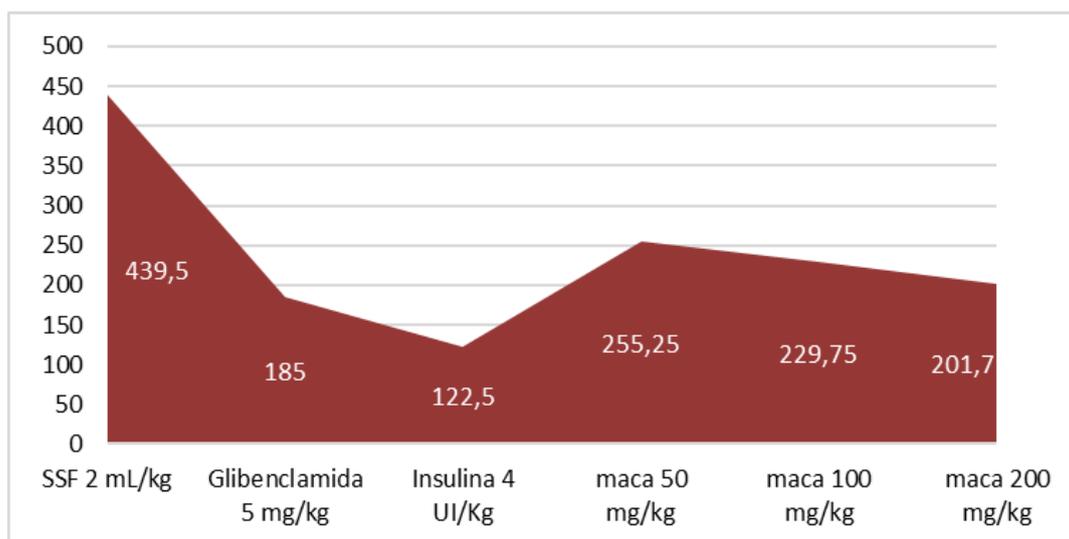


Figura 2. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas durante el primer día de tratamiento.

En la figura 2. Se muestran los valores promedios de la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el primer día y posterior a las dos horas de la administración de los tratamientos, donde la glibenclamida mostró disminuir de la glicemia hasta 185 mg/dL y la insulina hasta 122,5 mg/dL, mientras que el extracto de maca logró una disminución hasta 255, 25 mg/dL (maca 50 mg/Kg), 229,75 mg/dL (maca 100 mg/dL) y 201,7 (maca 200 mg/Kg), todos estos resultados comparados con el control suero fisiológico 2 mL/Kg los que presentaron un valor de la glicemia de 439,5 mg/dL.

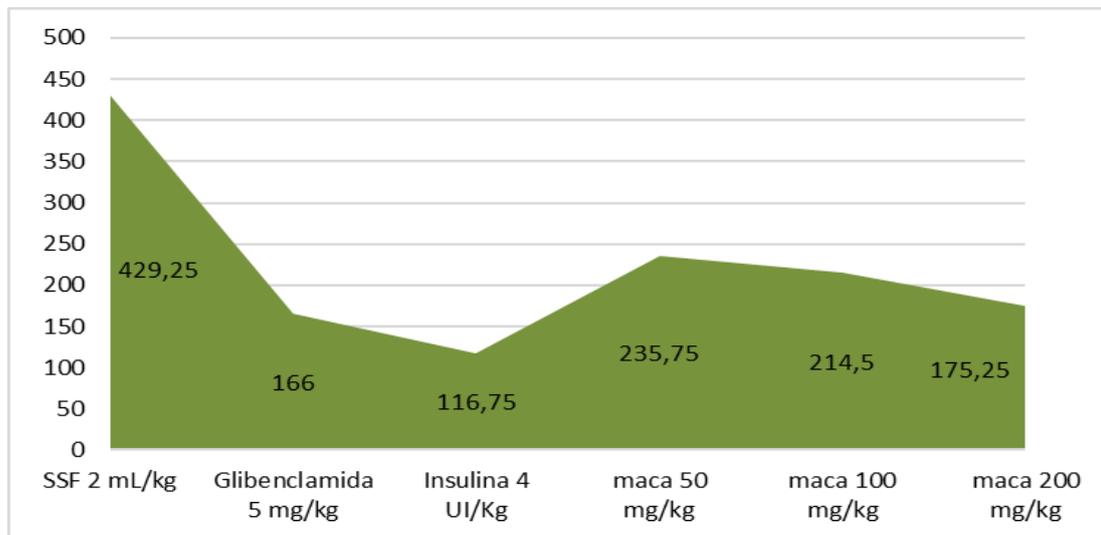


Figura 3. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas durante el segundo día de tratamiento.

En la figura 3. Se muestran los valores promedios de la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el segundo día y posterior a las dos horas de la administración de los tratamientos, donde la glibenclamida mostró disminuir de la glicemia hasta 166 mg/dL y la insulina hasta 116,75 mg/dL, mientras que el extracto de maca logró una disminución hasta 235,75 mg/dL (maca 50 mg/Kg), 214,5 mg/dL (maca 100 mg/dL) y 275,25 (maca 200 mg/Kg), todos estos resultados comparados con el control suero fisiológico 2 mL/Kg los que presentaron un valor de la glicemia de 429,25 mg/dL.

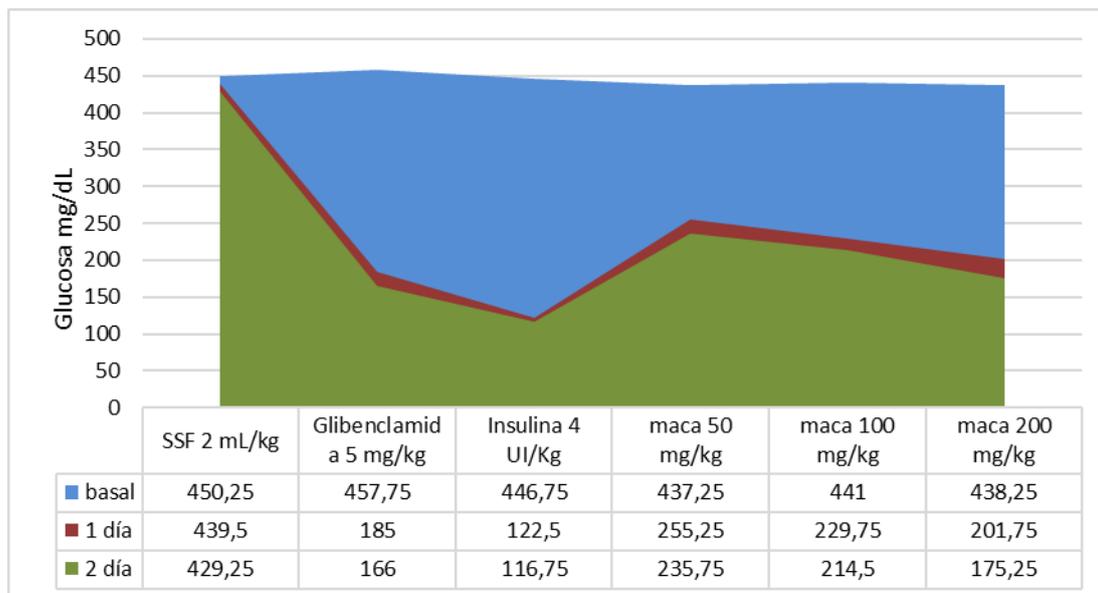


Figura 4. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas aloxanizadas, se exponen los valores basales, primer día y segundo día.

En la figura 4. Se muestran los valores promedios de la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el tiempo de inducción con aloxano, primer día y segundo día, donde el grupo control que recibió suero fisiológico no afecta los niveles de glicemia en ratas aloxanizadas, mientras que glibenclamida e insulina como estándares farmacológicos mostraron una elevada eficacia al disminuir la glicemia de manera sostenida, así mismo el extracto de maca mostró ser dosis dependiente, disminuyendo la glicemia pero no tan efectivos como los estándares farmacológicos.

8 Análisis y discusión

En la tabla 1, se muestra un porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* de 1.6%, respecto el que se obtuvo por cada 100 gramos de muestra, éste resultado es compatible con el encontrado por Rocabado et al., (2011), quienes reportaron un porcentaje de rendimientos de 1.4% para el extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii Walpers*.

En la tabla 2 se muestra los resultados de la evaluación fitoquímica del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca), donde se ha encontrado la presencia de taninos, alcaloides, esteroides triterpénicos en abundante cantidad, antocianinas en regular cantidad y flavonoides en poca cantidad, estos valores son similares a los encontrados por Palma-Gutiérrez, et al., (2012), quién asocia el efecto hipoglucemiante a la presencia de antocianinas y flavonoides, los mismos que actuarían a nivel del páncreas mejorando las células beta y por ende favoreciendo la secreción de insulina.

En las figuras 1-4 se muestran los valores promedios de la glicemia en sangre de ratas, las que fueron inducidas a hiperglicemia por la administración de aloxano 100 mg/Kg por vía intraperitoneal dos días antes de iniciar la administración de los tratamientos, el mismo que dañará el páncreas evitando la formación y liberación de insulina y por ende una elevada concentración de glucosa en sangre cuyos valores oscilan entre 400-500mg/dL, se observa que la solución suero fisiológico al ser un control negativo no afecta a los valores de la glucosa producidos por el aloxano, así también los estándares farmacológicos como la glibenclamida logra disminuir los

niveles de glicemia de 457,75 hasta 185 y 166 en el primer y segundo día, así también la insulina presentó mejor efecto hipoglucemiante logrando disminuir la glicemia de 228,7 hasta 109,1 y 122,5 en los dos primeros días, también se encontró que la administración oral del extracto etanólico de raíz de maca tiene efecto hipoglucemiante dosis dependiente, encontrándose que el extracto a 50 mg/Kg disminuye la glicemia de 437,25 hasta 255,25 y 235,75 mg/dL; también el extracto de maca a concentraciones de 100 mg/Kg disminuye la glicemia de 441 hasta 229,75 y 214,5 mg/dL, mientras que el extracto de maca a 200 mg/Kg de 438,25 a 201,75 y 175,25.

Los resultados encontrados en esta investigación se asemejan a los reportados en el estudio de Huamán H. (2018) , quien encontró que *Lepidium meyenii* reduce la hiperglicemia inducida en ratas albinas. Así también Troya et al. (2017) y rodrigo et al., (2011), reportaron que el extracto de la raíz de maca disminuyó los niveles de glicemia e inclusive lograron mejorar los niveles de insulina en ratas hipergluceicas inducidas con estreptozotocina.

9 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Se obtuvo el extracto etanólico de las hojas de *Lepidium meyenii* (maca) con porcentaje de rendimiento del 1,6%
2. Se realizó el estudio fitoquímico el extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca), encontrándose la presencia taninos, alcaloides, esteroides triterpénicos, antocianinas y flavonoides.
3. Se encontró que la administración oral del extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca) presentó mayor actividad antidiabética durante los dos días de tratamiento sobre todo con el estándar farmacológico insulina, glibenclamida y el extracto de maca a 200 mg/kg.
4. Por lo tanto, se puede concluir que extracto etanólico de la raíz de *Lepidium meyenii* (maca), posee actividad hipoglucemiante en ratas aloxanizadas.

Recomendaciones

1. Evaluar la actividad antidiabética según el test de tolerancia oral a la glucosa o que hayan recibido estreptozotocima.
2. Evaluar la actividad antidiabética utilizando diversas partes de las plantas como hojas, frutos, flores y corteza, así como extractos acuosos e hidroalcohólicos
3. Realizar estudios de seguridad del extracto etanólico de las hojas de *Lepidium meyenii* (maca).

10 Referencia Bibliográfica

- Alfaro, J., Simal, A. & Botella, F. (2000). Tratamiento de la diabetes mellitus. *Inf Ter Sist Nac Salud*, 24(2), 33-43.
- Aranda-Ventura, J., Villacrés, J. & Mego, R. (2018). Efecto hipoglicemiante de los extractos de los extractos de *Tabebuia obscura* (TAHUARI OSCURO) sobre ratas con diabetes mellitus experimental. *Rev Peru Med Integrativa*, 256-301
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á. & Novales, MGM (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* , 63 (2), 201-206.
- Carrasco-Figueroa, S (2001). The mechanism of alloxan hypoglycemia *Proc. Am. Diabetes Assoc.*, 7:277-287.
- CYTED. (1995). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Proyecto X-I. Búsqueda de principios bioactivos de plantas de la región. Manual de técnicas de investigación; 220.
- Díaz, L.R., Llana, L.J., León, C.A., Bardales, C.B & Martin, E. (2019). Efecto hipoglicemiante y antihiperlipidemiante del extracto hidroalcohólico de la corteza de *Abuta grandifolia* (Menispermaceae) «abuta» en *Rattus rattus* con diabetes inducida. *Arnaldoa* [Citado 22 de setiembre del 2022];26(3):1083-90. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992019000300015 &lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992019000300015&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Evangelista, B., Da Cruz Araújo, J., Bezerra, A. N., Pereira, C. P. & Albuquerque, N. V (2019).. Efectos da maca peruana (*Lepidium meyenii*) no diabetes mellitus tipo 2.

- Gayton, A. (2007). Tratado de Fisiología Médica. Edición VII. Madrid. ElsevierScience. Pag. 1005-1079.
- Guía de práctica clínica sobre diabetes tipo 2. Madrid. (2002). Plan Nacional para el SNS del MSC. Agencia de evaluación de tecnologías sanitarias del País Vasco. Sitio en web. [Actualizado 24 del Agosto del 2002; acceso 18 de Marzo del 2011]. 97 Disponible en: http://www.guiasalud.es/egpc/diabetes/completa/documentos/081021_Diabetes_version_completa.pdf.
- Gutierrez, M. (2016). Efecto del extracto acuoso del Geranium Dielsianum Knuth (Pasuchaca) en la Hiperglucemia inducida experimentalmente con Estreptozotocina, en Rattus Norvegicus, Arequipa 2016. Univ Nac San Agustín Arequipa [Internet]. 2016 [citado 22 de setiembre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1858>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación sexta edición. México D.F, México: McGRAW –HILL.
- Houssay, B., Penhous, J. (2001). Pancretic diabetes and hypophysectomy in the snake xenodon merremii. Acta Endocrinol., 35: 313-323.
- Huamán, H. (2018). Efecto De Lepidium Meyenii (Maca) Sobre La Glicemia En Rattus Rattus Variedad Albinus Con Hiperglicemia Inducida [Internet] [tesis de licenciatura]. [Trujillo]: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Nutrición; 2018 [citado 30 de junio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25559?locale-attribute=es>

- Kameswara, B., Kesavulu, M., Giri, R. & Apparao, Ch. (1996). Antidiabetic and hypolipidemic effect of *Moringa cymbalaria* Hook fruit powder in aloxan diabetic rats. *J Ethnopharm.* 67:103-7.
- Kinnear, C y Taylor, R. (1998). *Investigación de mercados.* México. Mc. Graaw Hill.
- Kloucek, P., Svobodova, Z., Langrova, S. & Kokoska, L. (2007). Actividad antimicrobiana de algunos medicamentos utilizados en cortezas de la Amazonía peruana.
- Kovács, G. & Halmos, T. (1987). Diabetes prevalencia fiatalok között (oralis cukorterheléssel nyert tapasztalatok gimnazistákon) [Prevalence of diabetes among the young (experience with the oral glucose tolerance test in secondary-school students)]. *Orvosi hetilap*, 128(21), 1099–1102.
- Lock, O. (2017). Generalidades sobre el análisis fitoquímico. En *Investigación Fitoquímica. Métodos en el Estudio de Productos Naturales* (3.a ed.). Recuperado de http://167.249.11.60/anc_j28.1/index.php?option=com_content&view=article&id=333:3ra-edicion-del-libro-investigacion-fitoquimica-metodos-en-el-estudio-de-productos-naturales-de-a-t-dra-olga-lock&catid=61
- López, S. (2018). Morfometría de fruto y semilla de *Bixa orellana* L. “achiote” *Bixa orellana* L. “achiote” es una planta de interés por poseer numerosas. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo.
- Montas, F. (2006). Sitio en web.[Actualizada 15 de Enero de 2006; acceso el 20 de Mayo de 2011] Disponible en : <http://www.monografias.com/trabajos62/diabetes-tipo-dos/diabetes-tipodos.shtml>
- Palma-Gutiérrez, E., Prado-Bravo, C., Loja-Herrera, B. & Salazar-Granara, A. (2012). Características fitoquímicas de muestras comerciales de maca en

tres regiones de Perú. *Ciencia e Investigación Médico Estudiantil Latinoamericana*, 17(2).

- Rakieten, N., Rakiten, M. L. & Nadkarni, M.V. (2004). Studies on the diabetogenic action of streptozotocin (NSC-37917). *Cancer Chemotherap. Rep.*, 29: 91-98.
- Ramírez, M. P. R., González, J. A. M. & Santillán, E. O. M. (2009). Diabetes. Tratamiento nutricional. *Medicina Interna de México*, 25(6), 454-460.
- Reid, Pd. (2005). Animal models of diabetes mellitus: A review. *Lab. Animal*, pp 40- 45, May-June.
- Reyes Sanamé, F. A. & Pérez Álvarez, M. L., Alfonso Figueredo, E., Ramírez Estupiñan, M. & Jiménez Rizo, Y. (2016). Tratamiento actual de la diabetes mellitus tipo 2. *Correo científico médico*, 20(1), 98-121.
- Rerup, C.C. (2003). Drugs producing diabetes through damage of the insulin secreting cells. *Pharmacol.Rev.*,22(4):485-518.
- Rodrigo, M.E., Valdivieso, R., Suárez, S., Oriundo, R. & Oré, R. (2011) Disminución del daño oxidativo y efecto hipoglicemiante de la maca (*Lepidium meyenii* Walp) en ratas con diabetes inducida por streptozotocina. *An Fac Med* [citado 22 de setiembre de 2022] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-55832011000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rocabado, G., Bermejo, B., Abat, M, Bedoya, L., Fuentes, S. & Gonzales, E. (2011). Asilamiento e identificación de un nuevo alcaloide de *Lepidium meyenii* Walpers. *BIOFARBO* [revista en la Internet]. 19(1): 8-14. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1813-53632011000100002&lng=es.

- Rosa, L. (2009). Glibenclamida, en diabetes mellitus. Servicio de Endocrinología, Hospital Nacional E. Rebagliati Martins, Instituto Peruano de Seguridad Social.
- Rojas, V., Soto, R., Anaya, E. & Retuerto, P. (2004). Efecto antitumoral de los alcaloides hidrosolubles de *Abuta grandifolia* (C. Martius) Sandw y *Abuta rufescens* Aublet, en línea celular HEP-2.
- Sifuentes-Penagos, G., León-Vásquez, S. & Paucar-Menacho, L.M. (2015). Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.): cultivo andino con propiedades terapéuticas. *Sci Agropecu* [Internet]. [citado 22 setiembre del 2022];6(2):131-40. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172015000200007 &lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172015000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica (2.a ed., Vol. 1). Alianza Editorial.
- Wilkin, TJ (2009). La hipótesis del acelerador: una revisión de la evidencia de la resistencia a la insulina como base para la diabetes tipo I y tipo II. *Revista internacional de obesidad*, 33 (7), 716-726.
- Zahaner, D. & Malaisse, W.J. (2000). Kinetic behaviour of liver glucokinase in diabetes. I. Alteration in streptozotocin-diabetic rats. *Diabetes Res* 2000; 14 (3): 101-8.

11 Agradecimiento

A Dios por haber estado siempre conmigo y haberme dado las fuerzas para lograr este tan anhelado título

A mis padres, parientes y familiares por su apoyo constante, así como a mis docentes por sus enseñanzas.

Muchas gracias.

12 Anexos

Anexo 1

Ficha de recolección de datos de los valores de glicemia base, día 1 y día 2 en ratas aloxanizadas

basal

SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
450	488	480	402	440	406
469	466	500	490	422	407
432	400	401	407	485	471
450	477	406	450	417	469

1 día

SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
408	191	133	250	231	201
440	163	126	239	229	205
480	180	109	268	233	179
430	206	122	264	226	222

2 días

SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
418	181	128	239	216	211
420	133	115	228	219	116
462	163	103	243	215	152
417	187	121	233	208	222

Anexo 2

Matriz de consistencia

<i>Problema</i>	Variab les	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p><i>¿Cuál será el efecto antidiabético o del extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga) en ratas normales?</i></p>	Antidiabético	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el efecto antidiabético del extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga) en ratas normales.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener el extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga). 2. Realizar el estudio fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga). 3. Evaluar el efecto antidiabético del extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga) en ratas normales. 	<p>Hipótesis</p> <p>alternativa:</p> <p>Ha= El extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga) tiene efecto antidiabético en ratas normales.</p> <p>Hipótesis nula:</p> <p>Ho= El extracto etanólico de las hojas de Urtica dioica (ortiga) no tiene efecto antidiabético en ratas normales.</p>	<p>Tipo de Investigación: Básica</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Población: <i>Rattus rattus</i></p> <p>Muestra: 36 <i>Rattus rattus</i></p> <p>Técnica e Instrumento de recolección de datos: Se utilizó la técnica de la observación y como instrumento una tabla de recolección de datos.</p>
	<i>Urtica dioica</i> (ortiga).			

Anexo 3

3.1. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, valores basales.

<i>Parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
Media	450,3	457,8	446,8	437,3	441,0	438,3
Error típico	7,6orga	19,8	25,3	20,6	15,5	18,3
Mediana	450,0	471,5	443,0	428,5	431,0	438,0
Moda	450,0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	15,1	39,5	50,6	41,2	31,0	36,7
Varianza de la muestra	228,3	1562,9	2564,9	1700,9	958,0	1344,9
Curtosis	1,5	3,0	-5,2	-1,8	1,8	-6,0
Coefficiente de asimetría	0,1	-1,7	0,1	0,7	1,5	0,0
Rango	37,0	88,0	99,0	88,0	68,0	65,0
Mínimo	432,0	400,0	401,0	402,0	417,0	406,0
Máximo	469,0	488,0	500,0	490,0	485,0	471,0
Suma	1801,0	1831,0	1787,0	1749,0	1764,0	1753,0
Cuenta	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Nivel de confianza(95,0%)	24,0	62,9	80,6	65,6	49,3	58,4

3.2. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el primer día.

<i>Parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
Media	439,5	185,0	122,5	255,3	229,8	201,8
Error típico	15,1	9,1	5,0	6,7	1,5	8,8
Mediana	435,0	185,5	124,0	257,0	230,0	203,0
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	30,1	18,1	10,1	13,3	3,0	17,7
Varianza de la muestra	907,7	328,7	101,7	176,9	8,9	312,9
Curtosis	1,4	-0,2	1,2	-2,6	-0,4	1,3
Coefficiente de asimetría	0,8	-0,1	-0,8	-0,5	-0,4	-0,4
Rango	72,0	43,0	24,0	29,0	7,0	43,0
Mínimo	408,0	163,0	109,0	239,0	226,0	179,0
Máximo	480,0	206,0	133,0	268,0	233,0	222,0
Suma	1758,0	740,0	490,0	1021,0	919,0	807,0
Cuenta	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Nivel de confianza(95,0%)	47,9	28,8	16,0	21,2	4,8	28,1

3.3. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el segundo día.

<i>Parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
Media	429,25	166,00	116,75	235,75	214,50	175,25
Error típico	10,93	12,12	5,30	3,30	2,33	25,02
Mediana	419,00	172,00	118,00	236,00	215,50	181,50
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	21,87	24,25	10,59	6,60	4,65	50,05
Varianza de la muestra	478,25	588,00	112,25	43,58	21,67	2504,92
Curtosis	3,93	0,30	0,28	-2,02	2,12	-3,39
Coefficiente de asimetría	1,98	-1,09	-0,62	-0,16	-1,19	-0,39
Rango	45,00	54,00	25,00	15,00	11,00	106,00
Mínimo	417,00	133,00	103,00	228,00	208,00	116,00
Máximo	462,00	187,00	128,00	243,00	219,00	222,00
Suma	1717,00	664,00	467,00	943,00	858,00	701,00
Cuenta	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Nivel de confianza(95,0%)	34,80	38,59	16,86	10,50	7,41	79,64

3.4. Estadística descriptiva de los valores promedios de los datos obtenidos

al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, a tiempo cero (basal),

primer y segundo día.

<i>Parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	maca 50 mg/kg	maca 100 mg/kg	maca 200 mg/kg
Media	439,7	269,6	228,7	309,4	295,1	271,8
Error típico	6,1	94,2	109,1	64,2	73,1	83,6
Mediana	439,5	185,0	122,5	255,3	229,8	201,8
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	10,5	163,2	188,9	111,1	126,6	144,8
Varianza de la muestra	110,3	26645,3	35678,5	12351,1	16026,9	20967,3
Curtosis	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Coefficiente de asimetría	0,1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Rango	21,0	291,8	330,0	201,5	226,5	263,0
Mínimo	429,3	166,0	116,8	235,8	214,5	175,3
Máximo	450,3	457,8	446,8	437,3	441,0	438,3
Suma	1319,0	808,8	686,0	928,3	885,3	815,3
Cuenta	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Nivel de confianza(95,0%)	26,1	405,5	469,2	276,1	314,5	359,7

Anexo 4

4.1. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, valores basales.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
SSF 2 mL/kg Glibenclamida	4	1801	450,25	228,25
5 mg/kg	4	1831	457,75	1562,91667
Insulina 4 UI/Kg	4	1787	446,75	2564,91667
maca 50 mg/kg	4	1749	437,25	1700,91667
maca 100 mg/kg	4	1764	441	958
maca 200 mg/kg	4	1753	438,25	1344,91667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1258,20833	5	251,641667	0,18060587	0,96634109	2,77285315
Dentro de los grupos	25079,75	18	1393,31944			
Total	26337,9583	23				

4.2. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el primer día.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
SSF 2 mL/kg Glibenclamida	4	1758	439,5	907,666667
5 mg/kg	4	740	185	328,666667
Insulina 4 UI/Kg	4	490	122,5	101,666667
maca 50 mg/kg	4	1021	255,25	176,916667
maca 100 mg/kg	4	919	229,75	8,91666667
maca 200 mg/kg	4	807	201,75	312,916667

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	233702,708	5	46740,5417	152,684497	4,3648E-14	2,77285315
Dentro de los grupos	5510,25	18	306,125			
Total	239212,958	23				

4.3. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, durante el segundo día.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
SSF 2 mL/kg Glibenclamida	4	1717	429,25	478,25
5 mg/kg	4	664	166	588
Insulina 4 UI/Kg	4	467	116,75	112,25
maca 50 mg/kg maca 100	4	943	235,75	43,5833333
mg/kg	4	858	214,5	21,6666667
maca 200 mg/kg	4	701	175,25	2504,91667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	238367,833	5	47673,5667	76,3048373	1,7731E-11	2,77285315
Dentro de los grupos	11246	18	624,777778			
Total	249613,833	23				

4.4. Análisis de varianza de los valores promedios de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas aloxanizadas, a tiempo cero (basal), primer y segundo día.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
SSF 2 mL/kg Glibenclamida	3	1319	439,666667	110,270833
5 mg/kg	3	808,75	269,583333	26645,2708
Insulina 4 UI/Kg	3	686	228,666667	35678,5208
maca 50 mg/kg	3	928,25	309,416667	12351,0833
maca 100 mg/kg	3	885,25	295,083333	16026,8958
maca 200 mg/kg	3	815,25	271,75	20967,25

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	79193,5694	5	15838,7139	0,8501779	0,54044365	3,10587524
Dentro de los grupos	223558,583	12	18629,8819			
Total	302752,153	17				

Anexo 5

Constancia de similitud emitida por vicerrectorado de investigación