

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



**Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de
Smilax sonchifolius (yacón) en ratas diabéticas.**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Autor (es)

Flores Clemente, Rosalína Margarita

Ulloa Martínez, Ernesto Fidel

Asesor

Mariños Ginocchio Julio Cesar

(Código 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	11
Tipo y Diseño de investigación	11
Población - Muestra y Muestreo	12
Técnicas e instrumentos de investigación.....	13
Procesamiento y análisis de la información.....	15
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXOS	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Porcentaje de rendimiento al obtener el extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sonchifolius</i> (yacón).	16
Tabla 2	Evaluación fitoquímica de la raíz de <i>Smallanthus sonchifolius</i> (yacón).	17
Figura 1	Valores promedio de las concentraciones de glicemia basal en ratas diabéticas.	18
Figura 2	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas posterior a 24 horas de tratamiento.	19
Figura 3	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas posterior a 48 horas de tratamiento.	20
Figura 4	Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas, se exponen los valores basales, posterior a 24 horas y 48 hora de la administración de tratamientos.	21

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 *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas.

3 Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto hipoglicemiante del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas, se emplearon 24 ratas albinas divididas 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 yacón a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg respectivamente, la diabetes se indujo por aloxano 100 mg/kg administrado por vía intraperitoneal y en dosis única. Los resultados muestran un rendimiento del extracto de 9%, así también la evaluación fitoquímica mostró la presencia de taninos, alcaloides, flavonoides, compuestos fenólicos y esteroides triterpénicos en poca cantidad, se encontró 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 500 mg/Kg. Se concluyó que el extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), posee actividad hipoglucemiante en ratas diabéticas.

Palabras clave: Hipoglucemiante, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, aloxano, ratas diabéticas.

4 Abstract

The present investigation had as objectives to evaluate the hypoglycemic effect of the ethanolic extract of the root of *Smallanthus sonchifolius* (yacón) in diabetic rats, 24 albino rats divided into six groups of four rats each group were used, 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 yacón extract at doses of 50, 250 and 500 mg/kg respectively, diabetes it was induced by alloxan 100 mg/kg administered intraperitoneally and in a single dose. The results show an extract yield of 9%, as well as the phytochemical evaluation showed the presence of tannins, alkaloids, flavonoids, phenolic compounds and triterpene steroids in small amounts, it was found that, during the two days of treatment, the extract managed to decrease glycemia, especially in the group that received the extract at a dose of 500 mg/Kg. It was concluded that the ethanolic extract of the root of *Smallanthus sonchifolius* (yacón) has hypoglycemic activity in diabetic rats.

Keywords: Hypoglycemic agent, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, alloxane, diabetic, rats.

5 Introducción

Antecedentes y fundamentación científica

Cano (2022), buscó evaluar la actividad hipoglicemiante del extracto etanólico de las hojas de cun cun en ratones con diabetes inducida por aloxano (75 mg/Kg), se utilizaron 40 ratones con un peso promedio entre 30 y 40 g distribuidos de manera aleatoria en cinco grupos, donde el primer grupo fue el control negativo, el segundo recibió Glibenclamida 5 mg/kg, los grupos tres, cuatro y cinco recibieron los extractos a dosis de 50, 100 y 150 mg/kg respectivamente: Se encontró que el extracto etanólico de las hojas de “cun cun” es soluble en agua destilada, etanol y metanol, también se llegaron a identificar los metabolitos secundarios como alcaloides, Flavonoides, esteroides triterpénicos y compuestos fenólicos. El grupo experimental que mostró mayor efecto hipogliceminte fueron los que recibieron el extrato a dosis de 100 y 150 mg/kg. Se concluyó que el extracto etanólico de las hojas *Vallesia dichotoma* (cun cun) posee efecto hipoglicemiante en ratones.

Vargas et al., (2020), buscaron comparar la actividad antidiabética del extracto acuoso de moringa, yacón y del estándar farmacológico metformina en ratas albinas a quienes se les indujo diabetes por la administración de aloxano por vía intraperitoneal. El trabajo experimental fue preclínico ya que se utilizó animales de experimentación y aleatorizado, y se seleccionó al azar los animales para formar grupos, se utilizaron 24 ratas distribuidas en seis grupos, donde el primer grupo fue el control y no recibió tratamiento, el segundo grupo fue el control positivo y recibió metformina 14 mg/kg, el tercer grupo recibió moringa 200 mg/kg y el cuarto grupo recibió extracto de yacón 140 mg/kg, los tratamientos se administraron por vía oral durante dos semanas, midiéndose la glicemia con un glucómetro digital. Se encontró que los valores promedios de glicemia fueron de 313 mg/dL para moringa, 281,5 mg/dL para yacón y 415 mg/dL para metformina. Se concluyó que el extracto yacón,

moringa, y metformina presentaron una actividad antidiabética similar en ratas con diabetes inducida.

Diaz et al., (2019) en Trujillo – Perú, buscaron evaluar el efecto hipoglicemiante del extracto hidroalcohólico de la corteza de *Abuta* en ratas con diabetes inducida. Se usaron 28 ratas, distribuidas aleatoriamente en dos grupos equitativos: El primer grupo estuvo conformado por ratas sanas subdivididas en dos grupos de siete ratas donde al grupo A1, se les administró suero fisiológico y el A2, recibió el extracto a dosis de 250mg/Kg/peso; el segundo grupo estuvo conformado por ratas diabéticas también subdivididas en dos subgrupos B1, recibió suero fisiológico y el B2, extracto 250mg/Kg, se estableció que el parámetro evaluado sería la glicemia, la misma que se midió con un glucómetro portátil a tiempos 0, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 480 min. Se evidenció que los grupos de ratas diabéticas que recibieron el extracto de *abuta* disminuyó la glicemia en sangre. Concluyendo que el extracto hidroalcohólico de *abuta* posee efecto hipoglicemiante en ratas diabéticas.

Aranda et al., (2018) en Lima-Perú, evaluaron el efecto hipoglicemiante del extracto acuoso liofilizado de *tahuari* en ratas con diabetes experimental inducida por aloxano, se utilizaron 24 ratas distribuidas en cuatro grupos. El primero recibió 3 mL de agua destilada, el segundo recibió Glibenclamida 10 mg/kg, el tercero y cuarto grupo recibieron el extracto en concentraciones de 100 y 200 mg/kg respectivamente, se midió la glicemia con un glucómetro considerando los tiempos 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Se evidenció que el extracto acuoso de *tahuari* a dosis de 100 mg/kg posee efecto hipoglicemiante equivalente a la Glibenclamida 10 mg/kg. Se concluye que el extracto acuoso liofilizado de *Tahuari* sí posee efecto hipoglicemiante en ratas con diabetes inducida por aloxano.

Gutierrez en el 2018, buscaron determinar la actividad hipoglicemiante del extracto acuoso *Pasuchaca* en ratas diabéticas inducidas por 25 mg/kg estreptozotocina. Se emplearon 25 ratas albinas distribuidas en cinco grupos: el primer grupo fue el control, y no recibió ningún tratamiento; el segundo grupo recibió

glibenclamida; el tercer, cuarto y quinto grupo recibieron el extracto de pasuchaca a dosis de 100, 300 y 500 mg/kg respectivamente. Se encontró que el grupo que recibió glibenclamida mostró un efecto favorable a la tercera semana de iniciado el tratamiento; los grupos que recibieron el extracto a dosis de 300 y 500 mg/kg presentaron efecto favorable sobre la glicemia a la cuarta y tercera semana. Se puede concluir que el extracto acuoso de pasuchaca disminuye la glicemia en ratas con inducción de diabetes por estreptozotocina.

En Trujillo-Perú, Huaman (2018), realizó un trabajo de investigación que consistió en evaluar la actividad de la raíz de maca en ratas con diabetes inducidas por aloxano. Se utilizaron 15 especímenes distribuidos en tres grupos: el primero fue el control negativo conformado por ratas normales que recibieron suero fisiológico, el segundo grupo estuvo conformado por ratas diabéticas inducidas por aloxano y el tercer grupo conformado por ratas diabéticas que reciben el extracto 800 mg/kg por vía oral. Se observó que el tercer grupo presentó una glicemia de $323,6 \pm 53,35$ mg/dl, las mismas que dentro de las 10 horas fueron disminuyendo a $264 \pm 83,55$ mg/dL a $327 \pm 34,93$ mg/dL. Encontrándose una disminución de la glicemia entre el grupo control negativo y el grupo inducido a diabetes de $93,4 \pm 72,86$ mg/dL. Concluyéndose que el extracto de maca disminuye la hiperglicemia en ratas.

Troya et al., (2017) Evaluaron la capacidad antioxidante *In vitro* de maca negra y la actividad hipoglicemiante *In vivo*. Se evaluaron tres extractos acuosos con cocción a 30, 45 y 60 min, para evaluar la actividad antioxidante se utilizó la técnicas del 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) y ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico (ABTS); y para estudiar la actividad antidibética se utilizaron ocho ratas albinas a quienes se les indujo diabetes con estreptozotocina (STZ), cinco días posteriores se les administraron los extractos de maca y se midió la glucosa. Se encontró que la maca con cocción de 60 minutos presentó mayor actividad antioxidante con resultados de $6,8 \mu\text{g/mL}$ con DPPH y $203,0 \mu\text{g/MI}$ con ABTS, también el grupo que recibió STZ+Agua, obtuvo un mayor pico de glicemia al noveno día, mientras que el grupo STZ + Maca alcanzaron su mayor pico de

glicemia en el día 14, eso quiere decir que la maca retrasó de manera efectiva el pico de glicemia en ratas con valores por debajo de los 300 mg/ml, en cambio las ratas diabéticas sin el tratamiento de maca se incrementó los niveles de glucosa hasta en 272,4%. Se pudo concluir que el extracto de maca con cocción de 60 min presenta un mayor incremento de la actividad antioxidante in vitro, así también posee efecto hipoglicemiante en ratas diabéticas inducidas por STZ.

Por otro lado, Rodrigo et al., (2011) en Lima-Perú, evaluaron el daño oxidativo y la actividad hipoglicemiante de la maca en ratas diabéticas inducida por STZ, se utilizaron 24 ratas albinas separadas en 4 grupos: El primer grupo fue control negativo y recibió sólo alimento balanceado; el segundo grupo recibió harina de maca 4 g/día; el tercer grupo recibió harina de maca 6 g/día, mientras que el cuarto grupo recibió alimento balanceado mas glibenclamida 10 mg/kg. Los parámetros evaluados fueron la glicemia, peso, insulina en sangre, daño oxidativo y la peroxidación lipídica. Se encontró que la harina de maca administrada en animales diabéticos en cantidades de 4 a 6 g/día disminuye la glucosa en sangre hasta en un 50%, aumenta la insulina hasta en 22% y mejora la cantidad de vitamina C referente al grupo control; también, se pudo observar que maca 4 g/día disminuye el daño oxidativo, ya que reduce la formación del complejo MDA-TBARS en 54% con respecto al grupo control. Se concluyó que la harina de maca disminuyó la glicemia, elevó la insulina y protegió del daño oxidativo en ratas diabéticas.

Diabetes mellitus (Moini, 2022).

La diabetes es considerado una enfermedad crónica caracterizada por un deficit de insulina, debido a alguna alteración del páncreas, o muchas veces caracterizado por una deficiencia en la actividad de la insulina. La diabetes está asociada a diferentes complicaciones agudas o crónicas que pueden llevar a la morbilidad, incapacidad y muerte de las personas que la padecen.

La diabetes tipo 1, esta relacionada con las concentraciones de insulina en sangre y la capacidad que tiene el organismo para utilizarla, en cambio en la diabetes de tipo 2 esta relacionada con la capacidad de los tejidos periféricos que se resisten a los efectos de la insulina. Usualmente, el páncreas secreta insulina a travez de sus celulas beta lo que en el torrente sanguineo busca disminuir las concentraciones de glucosa en sangre, mientras que en la diabetes gestacional un 40% pueden requerir de insulina para controlar los niveles de glicemia. (López, 2009).

Factores de riesgo (factores de Riesgo de la diabetes, 2022).

- Los factores de riesgo de la diabetes tipo 1, están asociados a posibles antecedentes familiares, se puede desarrollar a cualquier edad, pero su incidencia aumenta en niños, adolescentes, jóvenes y adultos.
- Para el desarrollo de la diabetes tipo 2, se asocian a que el paciente posea sobre peso, ser mayor a 45 años, familiares con diabetes, no hacen actividad física de manera continua, haber tenido diabetes gestacional, ser de nacionalidad afroamericana, latina, asiáticos y tener enfermedades hepáticas
- Para el desarrollo de la diabetes gestacional: están en riesgo de contraerla si ya tuvieron antecedentes de esta enfermedad, haber dado a luz a un bebé con un peso mayor a 9 libras, tener sobrepeso, ser mayor a 25 años, antecedentes familiares de diabetes, tener síndrome de ovario poliquístico, ser de nacionalidad afroamericana, latina, india, americana y asiática.

Los síntomas de la diabetes son: Orinar de manera frecuente, abundante sed, pérdida elevada de peso, pérdida de la visión, cansancio muscular (Diabetes Symptoms, 2022).

Los hipoglucemiantes:

Los fármacos utilizados para controlar los niveles de glucosa en la diabetes son los hipoglucemiantes orales e insulina, aunque también se han reportado productos naturales utilizados como son el nopal, te verde, estevia y el yacón (Castro et al., 2014; Alves, 2022).

***Smallanthus Sonchifolius* (yacón).**

El *Smallanthus sochifolius* (yacón) pertenece a la familia *Asteraceae*, es una especie vegetal perenne, herbácea, distribuida en las regiones alto andinas, de Perú, Venezuela, Bolivia, Argentina y Colombia, cuyo cultivo ha ido en aumento ya que diversos estudios han demostrado que sus raíces poseen actividad terapéutica sobre múltiples enfermedades, sobre todo sobre la diabetes mellitus (Tasayco, 2007).

La planta de yacón es compacta, tiene hojas entre verde y verde oscuro, sus tallos son aéreos y pueden llegar a medir hasta dos metros de alto, sus tallos presentan vellos con marcaciones moradas, tiene flores diminutas y pueden ser de color amarillas o anaranjadas, posee una cascara entre colores canela, marrón oscuro, pero en su interior puede ser blanco, morado, amarillo, naranja hasta el fucsia, su tubérculo tiene la forma de un camote y su peso promedio es de 200 a 500 gramos, aunque se han reportado especies que pueden llegar a pesar dos kilos, es una especie que crece en 18 departamentos del Perú, donde de 21 especies de yacón que existe a nivel mundial, siete lo posee el Perú (Ministerio de desarrollo Agrario del Perú, 2022).

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 raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) 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 *Smallanthus sonchifolius* (yacón).

Se justifica de manera social ya que permitirá ofrecer una alternativa medicinal al alcance de la población, toda vez, 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 hipoglicemiante del extracto etanólico de la raíz de *Smilax sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas?

Conceptuación y operacionalización de las variables

<i>Definición conceptual de la variable</i>	Dimensiones (factores)	Indicadores	Tipo de escala de medición
<p><i>Diabetes mellitus:</i> Esta enfermedad 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 queda circulando por el torrente sanguíneo, y provocando daño en todos los tejidos del cuerpo (Gonzales, 2015).</p>	Glicemia	Valores de glicemia	mg/dL
<p><i>Smallanthus sonchifolius (yacón):</i> Es un producto natural originario de la amazonía, gracias a su gran contenido de metabolitos secundarios como taninos, alcaloides, flavonoides, 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 *Smallanthus sonchifolius* (yacón) tiene efecto antidiabético en ratas diabéticas.

Hipótesis nula:

Ho= El extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) no tiene efecto antidiabético en ratas diabéticas.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto hipoglicemiante del extracto etanólico de la raíz *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas.

Objetivos específicos

1. Obtener el extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón).
2. Realizar el estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón).
3. Evaluar el efecto hipoglicemiante del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas.

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 *Smilax sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas, en donde se tuvo en cuenta el siguiente diseño experimental:

Grupos farmacológico	tratamiento
Grupo 1°	SSF 2 ml/Kg
Grupo 2°	Glibenclamida 5 mg/Kg
Grupo 3°	Insulina 4 UI/kg
Grupo 4°	EEY 50 mg/Kg
Grupo 5°	EEY 250 mg/Kg
Grupo 6°	EEY 500 mg/Kg

Dónde: EEY = extracto etanólico de yacón

b) Población, muestra y muestreo

Población

Según Arias, et al. (2016), establece que dentro de los trabajos de investigación las poblaciones son seleccionados dependiendo la naturaleza y las características requeridas del autor, las mismas que podrían ser personas, maquinas, animales, juicios, etc. Por tanto, la población de este trabajo estuvo conformada por *Rattus rattus* y raíces de yacón.

Criterios de inclusión

- Se incluyeron ratas albina cepas Holtzman, hembras y sanas.
- Se tomaron en cuenta raíces de yacón en igual estado de madurez.

Criterios de exclusión

- Se excluyeron ratas de otras cepas, ratas viejas y ratas enfermas.
- Se excluyeron raíces de yacón procedentes de diferentes zonas.

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 estuvo conformada 24 ratas albinas cepa Holtzman y dos kilos de raíces de yacón.

Técnica de muestreo

Según Kinnear y Taylor, (1998), el muestreo se puede clasificar en probabilístico y no probabilístico; el muestreo probabilístico es cuando cada individuo de la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado. Por tanto, éste estudio considerará al muestreo probabilístico, ya que todos los especímenes tuvieron la posibilidad de ser seleccionados y formar parte del estudio.

c) **Técnicas e instrumentos de investigación**

Obtención de la muestra vegetal:

Se comprará la raíz fresca yacón de un centro de abastos ubicado en el mercado “De la Chacra a la olla”. en cantidad suficiente de 2 Kg, la muestra vegetal será dispuesta sobre papel kraft hasta su uso.

Obtención del extracto etanólico de la raíz de *yacón* (CYTEC, 1995)

Para la obtención del extracto etanólico de yacón fueron, las raíces fueron seleccionadas, lavadas y peladas, posteriormente se cortaron en trozos de 1 cm² las mismas que fueron secadas en sombra durante dos semana, luego se utilizó un molino eléctrico hasta convertirlas en un polvo fino, éste polvo fue macerado utilizando etanol de 96°, el frasco se colocó a temperatura ambiente y en un lugar oscuro para evitar la degradación o reacción de algún componente, pasado una semana se filtró y dicho filtrado se colocó en una fuente de vidrio para eliminar el solvente etanólico, quedando una pasta oleosa a quien le llamamos extracto etanólico, el mismo que fue guardado en un frasco hermético y colocado en refrigeración hasta su posterior uso..

Screening fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de yacón (Lock de Ugaz, 2017).

El estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de yacón se le practicó, las reacciones de taninos (triclóruo férrico), alcaloides (Dragendorff), flavonoides (Shinoda), compuestos fenólicos (Clóruo férrico), Esteroides triterpénicos (Liebermann–Burchard), considerando las siguientes indicaciones:

<i>Reacción</i>	<i>Procedimiento</i>
Taninos (cloruro férrico)	1 mL extracto + II gotas de cloruro de hierro (III), es positivo cuando: <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.
Compuestos fenólicos (Cloruro férrico)	1 mL extracto + V gotas de FeCl ₃ es positivo: aparición de color rojo vinoso.
Esteroides triterpénicos (Lieberman-Burchard)	1 mL extracto + V gotas de CH ₃ COOH + V gotas anhídrido acético, + I gota H ₂ SO ₄ , es positivo: <ul style="list-style-type: none"> - triterpenoides: coloración rojo-marrón - esteroides: anillo color verde.

Determinación del efecto antidiabético del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) Según Kameswara Rao y col., 1999.

Para evaluar la glicemia se utilizaron 24 ratas albinas, distribuidas de manera aleatoria en seis grupos de cuatro ratas, el primer grupo fue el control negativo y recibió suero fisiológico 2 mL/kg, el segundo grupo fue el control positivo y recibió el estándar farmacológico glibenclamida 5 mg/kg, mientras que el tercer grupo también recibió un estándar farmacológico insulina 4 UI/Kg, mientras que los grupos experimentales cuatro, cinco y seis recibieron el extracto de yacón en concentraciones de 50, 250 y 500 mg/kg respectivamente, previamente las ratas fueron inducidas a diabetes utilizando para tal fin una solución de 100 mg/kg de aloxano administrado por vía intraperitoneal y por única vez, esperando 48 horas para evidenciar el efecto diabétogémico en las ratas. Todos los grupos experimentales recibieron sus tratamientos por vía oral a excepción de la insulina que fue intraperitoneal, todos los grupos recibieron los tratamientos y después de 120 minutos se les midió la glicemia con la ayuda de un glucómetro digital, tomando la muestra del ápice de la cola del espécimen.

d) Procesamiento y análisis de la información

Para realizar un procesamiento y análisis de información oportuno, la información debe de ser recolectada en un instrumento como una ficha de recolección, estos datos deben estar ordenados por variables, factores y dimensiones, se deberá de definir el análisis estadístico a aplicar dependiendo el objetivo de la investigación, de tal manera que nos permita demostrar la aceptación o rechazo de nuestra hipótesis (Valderrama, 2015). En nuestro trabajo se recopilan los datos relacionados a las concentraciones de glicemia en sangre según grupos experimentales a cuyos datos se les ha practicado un análisis descriptivo y un análisis de varianza considerando una confiabilidad del 95%, utilizando el programa Excel para Windows.

7 Resultados

Tabla 1

*Porcentaje de rendimiento al obtener el extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón).*

Muestra utilizada para obtención del extracto	Fórmula
Raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón). Cantidad: 100 g	%R = $\frac{\text{Cantidad obtenida}}{\text{Cantidad de muestra}} \times 100$
	%R = (9 g/100g) x 100 = 9
	Se obtiene un rendimiento del 9%

Dónde: %R = porcentaje de rendimiento

En la tabla 1, se da a conocer el porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) por cada 100 gramos de muestra, siendo el valor obtenido de 9%

Tabla 2

*Evaluación fitoquímica de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón).*

Metabolito secundario	Reactivo utilizado	Cantidad
Taninos	Gelatina	poca
Alcaloides	Dragendorff	poca
Flavonoides	Shinoda	poca
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico	poca
Esteroides triterpénicos	Liebermann-Burchard	poca

En la tabla 2. Se muestra los niveles de compuestos bioactivos encontrados en el extracto de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón). Donde los taninos, alcaloides, esteroides triterpénicos, flavonoides y compuestos fenólicos, se encuentran en poca cantidad.

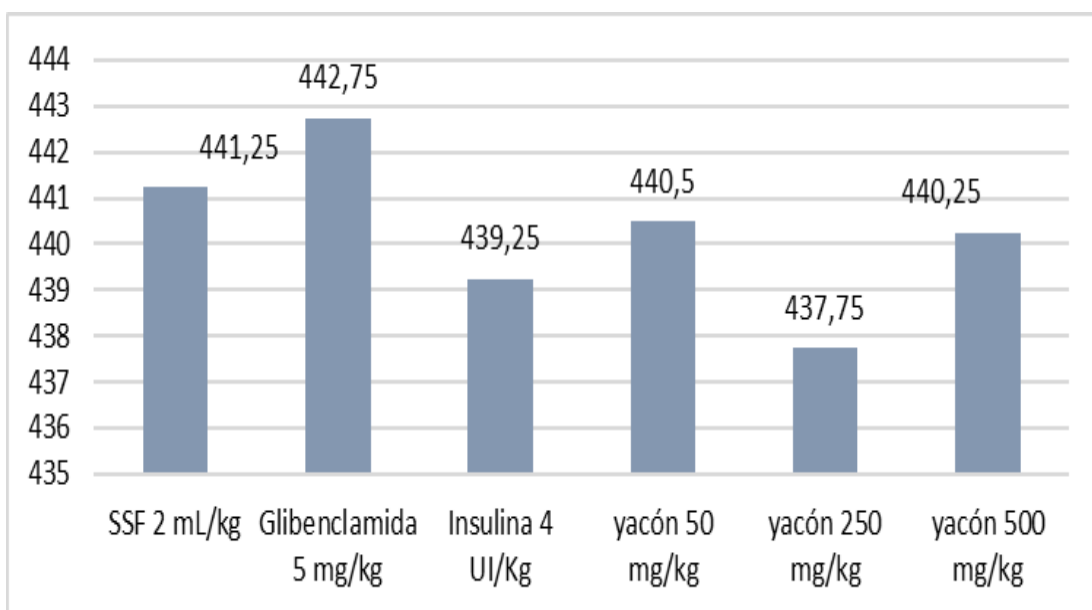


Figura 1. Valores promedio de las concentraciones de glicemia basal en ratas diabéticas.

En la figura 1. Se presentan los niveles de glicemia posterior a las 48 horas de inducción de diabetes por aloxano 100 mg/Kg, donde los valores alcanzados estuvieron entre 437,75 mg/dL hasta 442,75 mg/dL, considerándose como ratas diabéticas.

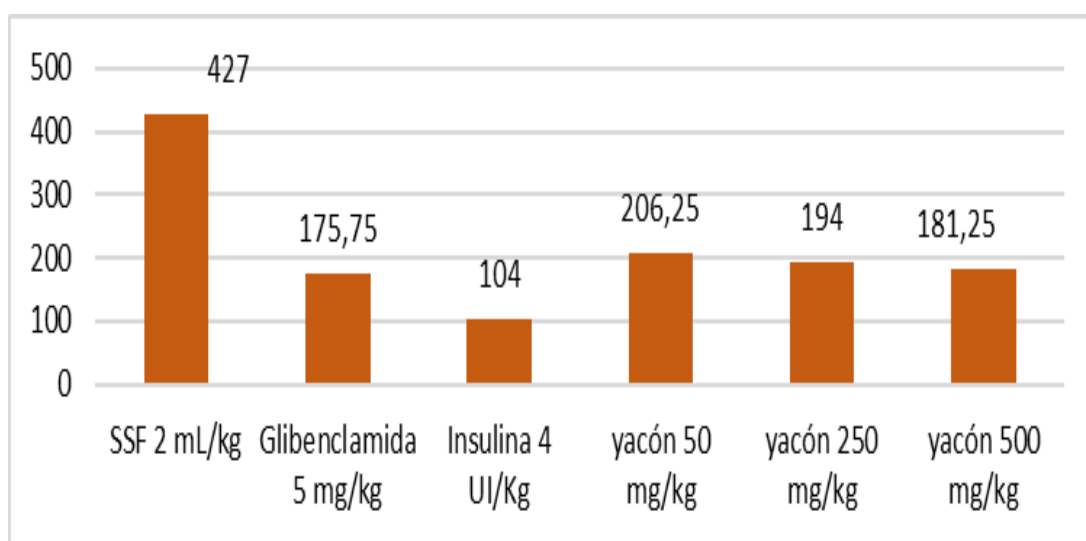


Figura 2. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas posterior a 24 horas de tratamiento.

En la figura 2. Valores medios de la concentración de glucosa en ratas diabéticas durante las primeras 24 horas de la administración de los tratamientos, donde la glibenclamida mostró disminuir de la glicemia hasta 175,75 mg/dL y la insulina hasta 104 mg/dL, mientras que el extracto de yacón logró una disminución hasta 206,25 mg/dL (Extracto 50 mg/Kg), 194 mg/dL (extracto 250 mg/dL) y 181,25 (extracto 500 mg/Kg), todos estos resultados comparados con el control suero fisiológico (2 mL/Kg), quien presentó una glicemia de 427 mg/dL.

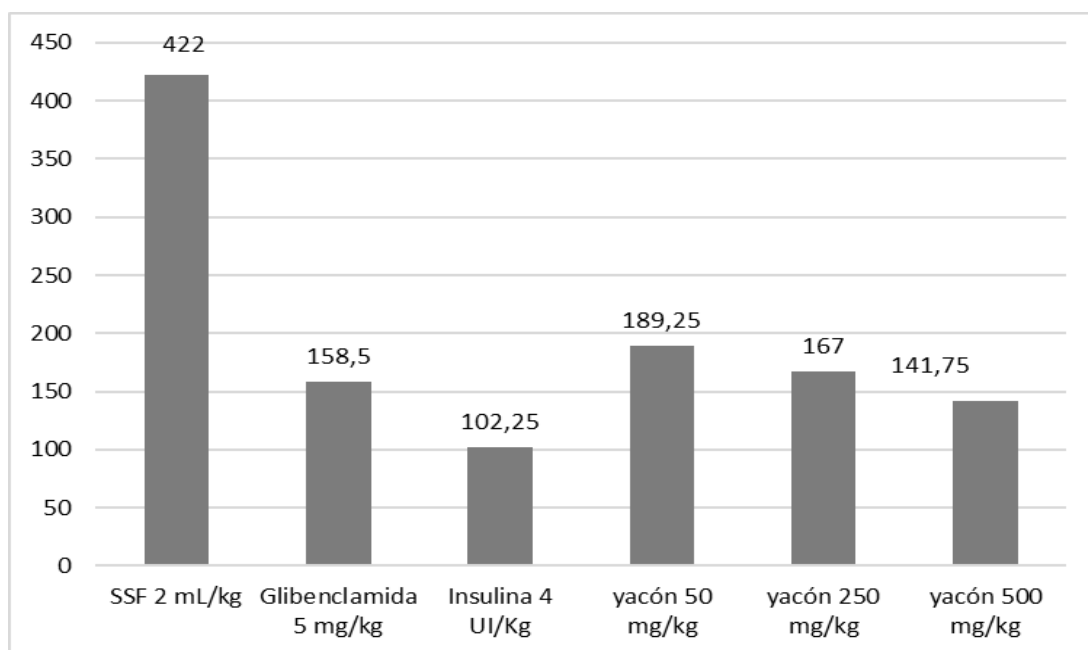


Figura 3. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas posterior a 48 horas de tratamiento.

En la figura 3. Valores medios de la concentración de glucosa en sangre de ratas diabéticas a las 48 horas de administración de tratamientos, donde la glibenclamida mostró disminuir de la glicemia hasta 158,5 mg/dL y la insulina hasta 102,25 mg/dL, mientras que el extracto de yacón logró una disminución hasta 189,25 mg/dL (Extracto 50 mg/Kg), 167 mg/dL (extracto 250 mg/dL) y 141,75 (extracto 500 mg/Kg), todos estos resultados comparados con suero fisiológico (2 mL/Kg) con una glicemia de 422 mg/dL.

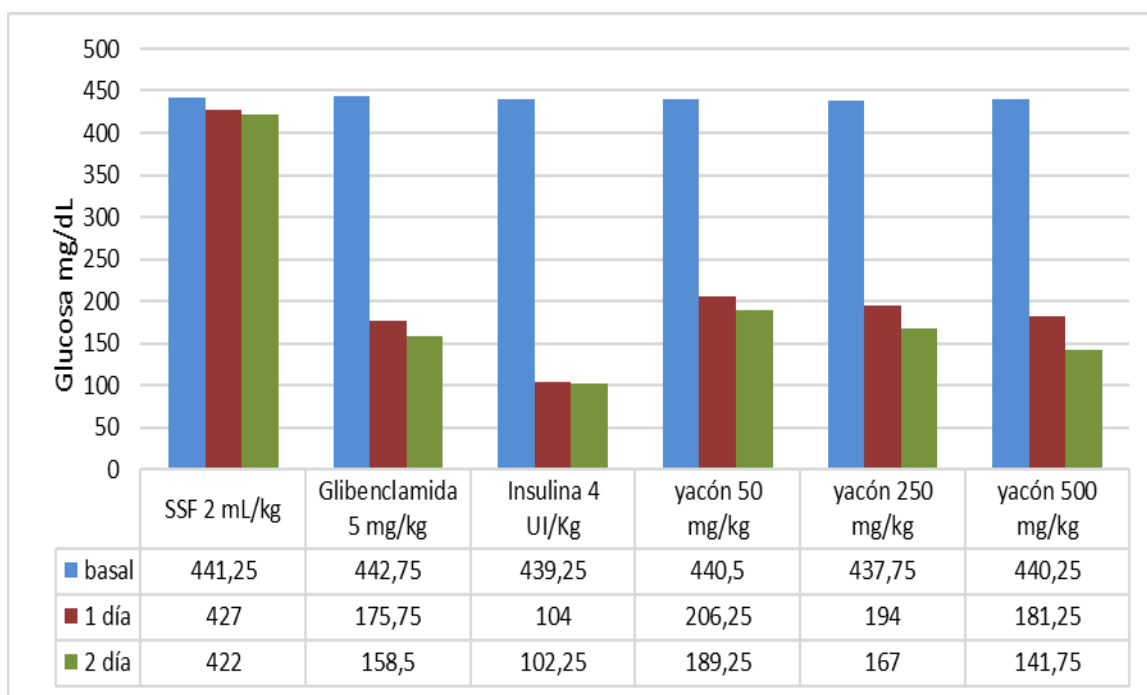


Figura 4. Valores promedio de las concentraciones de glicemia en ratas diabéticas, se exponen los valores basales, posterior a 24 horas y 48 hora de la administración de tratamientos.

En la figura 4. Se observan la concentraciones de glucosa en ratas diabéticas, posterior la inducción con aloxano y durante los dos días de tratamientos, observándose que el grupo control negativo solución suero fisiológico mantuvo los valores elevados para ratas diabéticas, así mismo el grupo que recibieron los estándares farmacológicos lograron disminuir la glicemia 158,5 – 175,75 mg/dL (Glibenclamida) y 102,25-104 mg/dL (Insulina), así también el extracto de yacón mostró ser dosis dependiente, disminuyendo la glicemia entre 189,25-206,25 mg/Kg (Extracto 50 mg/Kg), 167-194 mg/Kg (Extracto 250 mg/Kg) y de 141,25-181,25 mg/Kg (Extracto 500 mg/Kg).

8 Análisis y discusión

En la tabla 1, se puede observar el porcentaje de rendimiento al obtener el extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) de 9 %, respecto al que se obtuvo por cada 100 gramos de muestra, este resultado es compatible con el encontrado por Aguilar y Bonilla (2009), quienes obtuvieron un porcentaje de rendimientos de 10% para el extracto etanólico de yacón.

En la tabla 2 se muestra los resultados del estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz *Smallanthus sonchifolius* (yacón), donde se encontró la presencia alcaloides, taninos, flavonoides, esteroides triterpénicos y compuestos fenólicos, quienes se encuentran en poca cantidad, estos valores son similares a los encontrados por Cano (2022), quién asocia el efecto hipoglucemiante a los metabolitos secundarios como los taninos, compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y esteroides triterpénicos además de terpenos y azúcares reductores, los mismos que actuarían estimulando al páncreas a través de las células beta secretando insulina y disminuyendo la concentración de glucosa en sangre.

En las figuras 1-4 se observan los valores de la glicemia en sangre de ratas diabéticas inducidas por aloxano, éste inductor tiene la función de dañar el páncreas, por tanto disminuye la formación de insulina y dificulta su liberación en sangre, provocando un incremento de la glucosa en sangre cuyos valores superan los 400 mg/dL, también se pudo observar que el grupo control negativo que recibió solución suero fisiológico presentaron valores elevados de glicemia, es decir no regula la glucosa en sangre, también se pudo comprobar que los estándares farmacológicos

como la glibenclamida e insulina tuvieron mejor eficacia, logrando disminuir los valores de glicemia entre 158,5 – 175,75 mg/dL con Glibenclamida y de 102,25-104 mg/dL con insulina, mientras que los grupos experimentales a quienes se les administró el extracto de yacón mostraron una eficacia relacionado con el incremento de la dosis de extracto, ya que lograron minorar la glicemia presentando valores de 189,25-206,25 mg/Kg para el grupo que recibió el extracto a dosis de 50 mg/Kg, también se encontró concentraciones entre 167-194 mg/Kg con el extracto a dosis de 250 mg/Kg y finalmente también se redujo a concentraciones de 141,25-181,25 mg/Kg con el extracto de yacón a concentración de 500 mg/Kg.

Los resultados encontrados en esta investigación se asemejan a los reportados en el estudio de Vargas et al., (2020), quienes evaluaron la actividad antidiabética del extracto acuoso de moringa y yacón en ratas con inducción de diabetes, quienes encontrando que los extractos de moringa y yacón poseen actividad antidiabética en ratas aloxanizadas.

9 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Se obtuvo un porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de las raíces de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) del 9 %.
2. El estudio fitoquímico del extracto etanólico de las raíces de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), mostró la presencia de taninos, alcaloides, flavonoides, esteroides triterpénicos y compuestos fenólicos en poca cantidad.
3. Se encontró que la administración oral del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) disminuye la glicemia tanto las 24 y 48 horas que se administró los tratamientos, cuya eficacia del extracto de yacón a concentraciones de 500 mg/Kg es cercana a los estándares farmacológicos como son la insulina y glibenclamida.
4. Se concluye que el extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), posee actividad hipoglucemiante en ratas diabéticas.

Recomendaciones

1. Evaluar la actividad antidiabética en ratas normales, así como evaluar la actividad antidiabética inducida en ratas por estreptozotocina.
2. Evaluar la actividad antidiabética utilizando diversas partes de las plantas como hojas, frutos, flores y corteza, así como extractos acuosos e hidroalcohólicos.
3. Evaluar el efecto antidiabético del extracto de yacón, por otras vías de administración.
4. Realizar estudios de toxicidad como la dosis letal media y toxicidad crónica y subcrónica del extracto de yacón en modelos experimentales que utilicen artemia salina, peces guppy, ratas y ratones.

10 Referencia Bibliográfica

- Aguilar, E., & Bonilla, P. (2009). Actividad antioxidante e inmunológica de flavonoides aislados de hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón). *Ciencia e Investigación*, 12(1), 15-23.
- Alfaro, J., Simal, A., & Botella, F. (2000). Tratamiento de la diabetes mellitus. *Inf Ter Sist Nac Salud*, 24(2), 33-43.
- Alves, J. (2022). Efeitos renais dos hipoglicemiantes orais derivados das sulfonamidas, incretinas e inibidores de SGLT2, no escape renovascular e na [estimulação alfa adrenérgica, em coelhos \[Internet\]. \[citado 23 de octubre de 2022\]](#). Disponible en: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/51143>
- 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*
- Cano Agramonte, K. R. (2022). Evaluación del Efecto hipoglicemiante del extracto etanólico de las hojas de *Vallesia dichotoma* Ruiz & Pav. en ratones.
- Carrasco-Figueroa, S (2001). The mechanism of alloxan hypoglycemia *Proc. Am. Diabetes Assoc.*, 7:277-287.
- Castro, C., Villa, N., Ramírez, S., González C.(2014). Uso medicinal de plantas antidiabéticas en el legado etnobotánico oaxaqueño. *Rev Cuba Plantas Med [Internet]*. marzo de 2014 [citado 23 de octubre de 2022];19(1):101-20. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962014000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- 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.
- Diabetes Risk Factors (2022). Centers for Disease Control and Prevention. 2022 [citado 23 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/diabetes/basics/risk-factors.html>

- Diabetes Symptoms (2022). Centers for Disease Control and Prevention. 2022 [citado 23 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/diabetes/basics/symptoms.html>
- Díaz, L.R., Llana, L.J., León, C.A., Bardales, C.B., Martín, E. (2019). Efecto hipoglicemiante y antihiperглиcemiante 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)
- 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 Hiper glucemia 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 y 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.
- Huaman H. Efecto De *Lepidium Meyenii* (Maca) Sobre La Glicemia En *Rattus Rattus* Variedad *Albinus* Con Hiper glucemia 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 *Morinda 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.
- 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.
- López, G. (2022). Diabetes mellitus: clasificación, fisiopatología y diagnóstico. *Medwave* [Internet]. 1 de diciembre de 2009 [citado 23 de octubre de 2022];9(12). Disponible en: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/APS/4315>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (2022). *Yacón*. [citado 23 de octubre de 2022] p. 2. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/YACON.pdf>
- Moini, J. (2022). *Epidemiología de la Diabetes - 1ra Edición* [Internet]. [citado 23 de octubre de 2022] Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/epidemiology-of-diabetes/moini/978-0-12-816864-6>
- 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>

- Rakieten, N., Rakiten, M. L. Nadkarni, M.V. (2004). Studies on the diabetogenic action of streptozotocin (NSC-37917). *Cancer Chemotherap. Rep.*, 29: 91-98.
- Reid, Pd. (2005). Animal models of diabetes mellitus: A review. *Lab. Animal*, pp 40- 45, May-June.
- 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., Oriondo, 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](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-55832011000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=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)
- Tasayco, N. (2007). Actividad hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas con diabetes tipo 1 y 2. *Univ Nac Mayor San Marcos* [Internet]. 2007 [citado 23 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/223>

- Vargas-Tineo, O. W., Segura-Muñoz, D. M., Becerra-Gutiérrez, L. K., Amado-Tineo, J. P., & Silva-Díaz, H. (2020). Efecto hipoglicemiante de *Moringa oleifera* (moringa) comparado con *Smallanthus Sonchifolius* (yacón) en *Rattus norvegicus* con diabetes mellitus inducida. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37, 478-484.
- Zahner, 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 Padre por estar siempre a mi lado, a mis padres familiares y amigos por su apoyo constante que me permitieron lograr mis metas

Muchas gracias.

12 Anexos

Anexo 1

Ficha de recolección de datos de los valores de glicemia basal, 24 horas y 48 horas en ratas diabéticas

basal					
SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
445	420	465	450	435	417
444	454	450	460	428	450
426	430	423	420	465	450
450	467	419	432	423	444

24 horas					
SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
410	200	100	220	216	205
435	153	95	187	170	165
440	160	109	200	190	172
423	190	112	218	200	183

48 horas					
SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
415	158	103	216	190	153
438	149	101	184	150	134
435	136	98	147	130	122
400	191	107	210	198	158

Anexo 2

Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>¿Cuál será el efecto hipoglucémico ante del extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) en ratas diabéticas?</p>	<p>Antidiabético</p> <hr/> <p><i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón)</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el efecto antidiabético del extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) en ratas diabéticas.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener el extracto etanólico de la raíz <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) 2. Realizar el estudio fitoquímico del extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) 3. Evaluar el efecto antidiabético del extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) en ratas diabéticas. 	<p>Hipótesis alternativa:</p> <p>Ha= El extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) tiene efecto antidiabético en ratas diabéticas.</p> <p>Hipótesis nula:</p> <p>Ho= El extracto etanólico de la raíz de <i>Smallanthus sochifolius</i> (yacón) no tiene efecto antidiabético en ratas diabéticas.</p>	<p>Tipo de Investigación: Básica</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Población: <i>Rattus rattus</i></p> <p>Muestra: 24 <i>Rattus rattus</i>, 2 Kg de raíz de yacón.</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>

Anexo 3

3.1. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas diabéticas inducidas por aloxano valores basales sin tratamientos.

<i>parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
Media	441,25	442,75	439,25	440,50	437,75	440,25
Error típico	5,25	10,78	11,00	8,96	9,41	7,88
Mediana	444,50	442,00	436,50	441,00	431,50	447,00
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	450,00
Desviación estándar	10,50	21,56	22,01	17,92	18,82	15,76
Varianza de la muestra	110,25	464,92	484,25	321,00	354,25	248,25
Curtosis	3,01	-3,38	-3,68	-2,68	2,65	3,29
Coefficiente de asimetría	-1,61	0,12	0,36	-0,11	1,61	-1,82
Rango	24,00	47,00	46,00	40,00	42,00	33,00
Mínimo	426,00	420,00	419,00	420,00	423,00	417,00
Máximo	450,00	467,00	465,00	460,00	465,00	450,00
Suma	1765,00	1771,00	1757,00	1762,00	1751,00	1761,00
Cuenta	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Nivel de confianza(95,0%)	16,71	34,31	35,02	28,51	29,95	25,07

3.2. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas diabéticas inducidas por aloxano valores basales sin tratamientos.

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	1765	441,25	110,25
5 mg/kg	4	1771	442,75	464,916667
Insulina 4 UI/Kg yacón 50	4	1757	439,25	484,25
mg/kg	4	1762	440,5	321
yacón 250	4	1751	437,75	354,25
mg/kg	4	1751	437,75	354,25
yacón 500	4	1761	440,25	248,25
mg/kg	4	1761	440,25	248,25

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	58,2083333	5	11,6416667	0,03522589	0,99922344	2,77285315
Dentro de los grupos	5948,75	18	330,486111			
Total	6006,95833	23				

3.3. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas que reciben tratamiento después de 24 horas de inducción a diabetes con aloxano.

<i>parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
Media	427,00	175,75	104,00	206,25	194,00	181,25
Error típico	6,70	11,39	3,94	7,84	9,63	8,74
Mediana	429,00	175,00	104,50	209,00	195,00	177,50
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	13,39	22,78	7,87	15,67	19,25	17,48
Varianza de la muestra	179,33	518,92	62,00	245,58	370,67	305,58
Curtosis	-1,43	-4,63	-3,49	-2,80	0,27	0,61
Coefficiente de asimetría	-0,63	0,08	-0,21	-0,55	-0,28	1,04
Rango	30,00	47,00	17,00	33,00	46,00	40,00
Mínimo	410,00	153,00	95,00	187,00	170,00	165,00
Máximo	440,00	200,00	112,00	220,00	216,00	205,00
Suma	1708,00	703,00	416,00	825,00	776,00	725,00
Cuenta	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Nivel de confianza(95,0%)	21,31	36,25	12,53	24,94	30,64	27,82

3.4. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas que reciben tratamiento después de 24 horas de inducción a diabetes con aloxano.

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	1708	427	179,333333
5 mg/kg	4	703	175,75	518,916667
Insulina 4 UI/Kg yacón 50	4	416	104	62
mg/kg	4	825	206,25	245,583333
yacón 250	4	776	194	370,666667
mg/kg	4	725	181,25	305,583333
yacón 500	4			
mg/kg	4			

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	241846,708	5	48369,3417	172,533693	1,4934E-14	2,77285315
Dentro de los grupos	5046,25	18	280,347222			
Total	246892,958	23				

3.5. Estadística descriptiva de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas que reciben tratamiento después de 48 horas de inducción a diabetes con aloxano.

<i>parámetro</i>	SSF 2 mL/kg	Glibenclamida 5 mg/kg	Insulina 4 UI/Kg	yacón 50 mg/kg	yacón 250 mg/kg	yacón 500 mg/kg
Media	422,00	158,50	102,25	189,25	167,00	141,75
Error típico	8,93	11,74	1,89	15,70	16,20	8,37
Mediana	425,00	153,50	102,00	197,00	170,00	143,50
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	17,87	23,47	3,77	31,40	32,39	16,74
Varianza de la muestra	319,33	551,00	14,25	986,25	1049,33	280,25
Curtosis	-2,69	1,65	0,26	-0,19	-3,93	-3,25
Coefficiente de asimetría	-0,55	1,14	0,36	-1,02	-0,27	-0,35
Rango	38,00	55,00	9,00	69,00	68,00	36,00
Mínimo	400,00	136,00	98,00	147,00	130,00	122,00
Máximo	438,00	191,00	107,00	216,00	198,00	158,00
Suma	1688,00	634,00	409,00	757,00	668,00	567,00
Cuenta	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Nivel de confianza(95,0%)	28,43	37,35	6,01	49,97	51,55	26,64

3.6. Análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar la glicemia en ratas que reciben tratamiento después de 48 horas de inducción a diabetes con aloxano.

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	1688	422	319,333333
5 mg/kg	4	634	158,5	551
Insulina 4 UI/Kg yacón 50	4	409	102,25	14,25
mg/kg	4	757	189,25	986,25
yacón 250 mg/kg	4	668	167	1049,33333
yacón 500 mg/kg	4	567	141,75	280,25

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	260388,708	5	52077,7417	97,633053	2,1368E-12	2,77285315
Dentro de los grupos	9601,25	18	533,402778			
Total	269989,958	23				