



UNAP



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

TESIS

**ACTIVIDAD INHIBITORIA *in vitro* DE HOJAS Y FRUTO INMADURO
DE *Inga edulis* Mart. y HOJAS DE *Laportea aestuans* L.
SOBRE α - GLUCOSIDASA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

LUIS DAVID IMAN PEZO

ASESORES:

**Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, Mtro.
Ing. DORA ENITH GARCÍA DE SOTERO, Dra.**

**IQUITOS, PERÚ
2023**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°002-2023-CGT-FFyB-UNAP

En el caserío de Nina Rumi, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto, a los 19 días del mes de enero de 2023, a horas 16:00, se dio inicio a la sustentación pública de Tesis titulada "ACTIVIDAD INHIBITORIA *in vitro* DE HOJAS Y FRUTO INMADURO DE *Inga edulis* Mart. Y HOJAS DE *Laportea aestuans* L. SOBRE α -glucosidasa", aprobada con Resolución Decanal N°001-2023-FFyB-UNAP presentada por el bachiller: Luis David Iman Pezo, para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico que otorga la Universidad de acuerdo con Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°188-2022-FFyB-UNAP, está integrada por:

- Q.F. LILIANA RUIZ VÁSQUEZ, Dra. **Presidente**
- Q.F. ROY ALEXANDER ALVAREZ MARREROS, Mtro. **Miembro**
- Q.F. WILFREDO OSWALDO GUTIÉRREZ ALVARADO, Mtro. **Miembro**

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: adecuadamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública de la tesis ha sido aprobado con la calificación buena

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico.

Siendo las 18:00 se dio por terminado el acto académico


Q.F. LILIANA RUIZ VÁSQUEZ, Dra.
Presidente


Q.F. ROY ALEXANDER ALVAREZ MARREROS, Mtro.
Miembro


Q.F. WILFREDO OSWALDO GUTIÉRREZ ALVARADO, Mtro.
Miembro

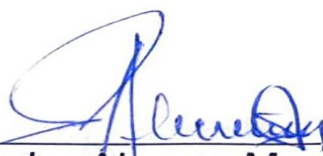

Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, Mtro.
Asesor


Ing. DORA ENITH GARCÍA DE SOTERO, Dra.
Asesora

JURADO Y ASESORES



Q.F. Liliana Ruíz Vásquez, Dra.
CQFP N° 12491
Presidenta de Jurado Calificador y Dictaminador



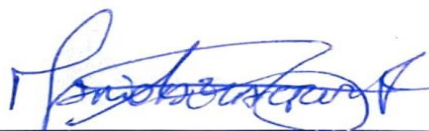
Q.F. Roy Alexander Alvarez Marreros, Mtro.
CQFP N° 07290
Miembro de Jurado Calificador y Dictaminador



Q.F. Wilfredo Oswaldo Gutiérrez Alvarado, Mtro.
CQFP N° 01399
Miembro de Jurado Calificador y Dictaminador



Ing. Dora Enith García de Sotero, Dra.
CIP N° 21090
Asesora



Q.F. Mario Javier De la Cruz Flores, Mtro.
CQFP N° 13374
Asesor

NOMBRE DEL TRABAJO

AUTOR

FFB_TESIS_IMAN PEZO LUIS DAVID (2da LUIS DAVID IMAN PEZO rev).pdf

RECuento DE PALABRAS

RECuento DE CARACTERES

4891 Words

26371 Characters

RECuento DE PÁGINAS

TAMAÑO DEL ARCHIVO

25 Pages

770.3KB

FECHA DE ENTREGA

FECHA DEL INFORME

Mar 29, 2023 5:00 PM GMT-5

Mar 29, 2023 5:00 PM GMT-5

● 22% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 22% Base de datos de Internet publicaciones
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref publicado de Crossr
- Base de datos de contenido
- 5% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mis padres Gloria y Belisario, ya que sin ellos no hubiera logrado este maravilloso sueño.

A todas las personas que siempre me forjaron y creyeron en mí, haciendo oportuno este proceso.

A los integrantes de la familia Alarcón Ríos, ya que siempre fueron bondadosos con mi persona y siempre me alentaban con sus valiosos consejos.

A todos mis hermanos Zila y Miguel, quienes siempre me impulsaron a seguir adelante.

Luis David

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios y a todas las personas que hicieron posible lograr este maravilloso sueño.

A mis padres, por la vida y con ello bastó para concluir este reto de superación.

Al Q.F. Mario Javier de la Cruz Flores, Mtro. e Ing. Dora Enith García de Sotero, Dra. por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimiento científico, así como también por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Portada	i
Acta de sustentación	ii
Jurado y Asesores	iii
Resultado del informe de similitud	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice del contenido	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	9
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Formulación de hipótesis	10
2.2. Variables y su operacionalización	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	12
3.1 Diseño metodológico	12
3.2 Diseño muestral	12
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.4 Procesamiento y análisis de la información	14
3.5 Aspectos éticos	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	19
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	21
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	22
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	23
ANEXOS	
Anexo 1. Constancia de certificación de la especie vegetal	28
Anexo 2. Esquema del ensayo de la actividad inhibitoria	29
Anexo 3. Hoja de reporte analítico	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descriptivos de las especies vegetales estudiadas	15
Tabla 2. ANOVA de un factor - porcentaje de inhibición	16
Tabla 3. Comparaciones múltiples - porcentaje de inhibición	17
Tabla 4. Subconjuntos homogéneos - porcentaje de inhibición	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Inga edulis</i> Mart	6
Figura 2. <i>Laportea aestuans</i> L.	7
Figura 3. Porcentajes de inhibición entre los grupos de estudio por cada concentración evaluada	15

RESUMEN

Las propiedades etnofarmacológicas de *Inga edulis* Mart. (guaba) y *Laportea aestuans* L. (ishanga colorada), son consideradas dentro de la medicina popular en la región Loreto, cuyo uso principal es el tratamiento empírico de la diabetes mediante infusiones de hojas y otros órganos. El objetivo de este estudio fue determinar la actividad inhibitoria *in vitro* de las hojas y fruto inmaduro de *I. edulis* Mart. y hojas de *L. aestuans* L., por espectroscopía ultravioleta-visible (UV-vis) sobre α -glucosidasa utilizando *p*-Nitrofenil- α -D-glucopiranosido (*p*-NFGP) como sustrato. Los resultados del extracto de hojas de *I. edulis* Mart. a 1000 μ g/mL mostró un 46,86% de porcentaje de inhibición sobre α – glucosidasa; el extracto de fruto inmaduro de *I. edulis* Mart. un 17,50% y el de hojas de *L. aestuans* L. un 19,72%. Las $IC_{50} > 1000$ μ g obtenidas para todos los extractos evaluados, permiten concluir que ninguno de ellos puede considerarse activo, ya que se requieren concentraciones superiores a las evaluadas para tener un efecto sobre la α – glucosidasa.

Palabras clave: Actividad inhibitoria, *Inga edulis* Mart., *Laportea aestuans*, α -glucosidasa

ABSTRACT

The ethnopharmacological properties of *Inga edulis* Mart. (guaba) and *Laportea aestuans* L. (ishanga colorada), are considered within popular medicine in the Loreto region, whose main use is the empirical treatment of diabetes through infusions of leaves and other organs. The objective of this study was to determine the in vitro inhibitory activity of the leaves and immature fruit of *I. edulis* Mart. and leaves of *L. aestuans* L., by ultraviolet-visible spectroscopy (UV-vis) on α -glucosidase using *p*-Nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (p-NFGP) as substrate. The results of the extract of leaves of *I. edulis* Mart. at 1000 μ g/mL it showed a 46.86% percentage of inhibition on α -glucosidase; the extract of immature fruit of *I. edulis* Mart. 17.50% and the leaves of *L. aestuans* L. 19.72%. The $IC_{50} > 1000$ μ g obtained for all the extracts evaluated allow us to conclude that none of them can be considered active, since concentrations higher than those evaluated are required to have an effect on α -glucosidase.

Keywords: Inhibitory activity, *Inga edulis* Mart., *Laportea aestuans*, α -glucosidase

INTRODUCCIÓN

Dada su alta morbilidad y mortalidad, las ECNT (enfermedades crónicas no transmisibles) se consideran un problema de salud pública y se encuentran en una cantidad considerable de países, como una de las causas principales de muerte, donde las tasas ascienden al 63% a nivel mundial para el año 2015¹. Estas enfermedades causan en promedio 3,9 millones de muertes anuales en las Américas, representando el 75% del total de la región².

Las ECNT son comunes entre las personas mayores, lo que, junto con el creciente envejecimiento de la población mundial, genera altos costos sociales y económicos para los sistemas de salud. El término enfermedades no transmisibles está referida a una variedad de enfermedades que no son causadas principalmente por infecciones agudas, más bien, son el resultado de efectos en la salud a largo plazo y, a menudo, conducen a la necesidad de un tratamiento prolongado. Estas condiciones incluyen: enfermedad cardiovascular, cáncer, enfermedad pulmonar crónica y diabetes. En este sentido, la OMS establece a la diabetes mellitus como un grave problema de salud que debe ser abordado a nivel mundial. La enfermedad ha mostrado signos de un aumento significativo en los últimos tiempos, ya que, de los 30 millones de personas afectadas en 1995, en la actualidad está cerca a los 347 millones, con una línea de tendencia en aumento; expandiéndose para el 2030 a unos 366 millones de personas con un impacto social y económico³.

Si no se trata a tiempo, la enfermedad puede progresar hacia la hiperosmolaridad, deshidratación, cetoacidosis, coma o inclusive la muerte. También puede causar complicaciones crónicas, como aterosclerosis, desarrollo de microangiopatía, neuropatía en casos avanzados durante un periodo prolongado, donde el déficit relativo de la acción de la insulina y su resistencia es progresiva⁴.

La amazonia peruana es una de las regiones diversas del planeta, debido a su gran heterogeneidad y variabilidad en la composición florística de las regiones de Loreto, San Martín, Ucayali y Madre de Dios^{5,6}; presenta especies vegetales

donde destacan *Inga edulis* Mart. y *Laportea aestuans* L. las mismas que el conocimiento tradicional, transmitido en las comunidades indígenas y pueblos urbanos de generación en generación, son fuentes importantes de información para desarrollar investigación farmacológica⁷.

Actualmente existen mecanismos enzimáticos de importancia fisiológica, una de ellas es la actividad en el lumen intestinal de las α -glucosidasas que intervienen en la absorción de glucosa en la sangre. Para el estado de hiperglucemia es un elemento clave entender su actividad a través del mecanismo de inhibición de esta enzima⁸. De igual forma, la inhibición *in vitro* de la α -glucosidasa permite analizar un gran número de especies vegetales en un periodo corto de tiempo^{8,9}.

Por lo anterior, nuestra región Loreto cuenta con especies vegetales útiles para el tratamiento etnofarmacológico de la diabetes, tales como: *Spondias mombin* Linn (ubos), *Justicia spicigera* Schtldl (insulina), *Annona muricata* (guanábana), además de *Inga laurina*; motivo por el cual el objetivo de este estudio se centró en determinar la actividad inhibitoria *in vitro* de las hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. y hojas de *Laportea aestuans* L.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2021, se determinó la actividad antioxidante de hojas de *Laportea aestuans* L. y *Mangifera indica* L. por DPPH a 4, 8, 16, 32 y 50 mg/mL. La investigación mostró un $IC_{50}=21,14$ mg/mL para *L. aestuans* L. e $IC_{50}=2,93$ mg/mL *M. indica* L.; en este trabajo se concluyó que la IC_{50} obtenida fue menor en *M. indica* L. quien exhibió mejor capacidad antioxidante¹⁰.

En 2018, se estudió la flora medicinal en los parques de la capital de Quito. La investigación determinó rangos taxonómicos de la especie *Inga edulis* Mart. En sus resultados destacan la presencia de compuestos fenólicos, entre los más importantes están la mircetina, 3 flavonol, y la quercetina-3-ol; las frutas tienen actividad antioxidante, la misma que puede estar relacionada con las propiedades hipoglucemiantes¹¹.

En el 2018, se realizó una revisión sobre la diversidad química, bioactividad y quimiosistemática del género *Inga*, cuyas especies son utilizadas por las tribus amazónicas para tratar diversas enfermedades. La investigación evidenció la presencia de sustancias fenólicas pertenecientes al grupo de los flavonoides, antocianinas, taninos, ácidos fenólicos, terpenos como: saponinas, triterpenos, fitoesteroides, derivados nitrogenados: prolina, L-tirosina y ácidos piperídicos. El trabajo concluyó que estudios farmacológicos revelan propiedades biológicas de interés farmacéutico y agronómico, incluyendo antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas, aleloquímicas, antitumorales, antidiabéticas, entre otras¹².

En 2017, se identificó y analizó los constituyentes químicos de las hojas de *Inga laurina*, por sus propiedades antifúngicas, antioxidantes, antibacterianas, anti protozoaria e inhibidoras de la enzima α -amilasa. La investigación demostró que los extractos y fracciones de las hojas contienen cantidades significativas de compuestos fenólicos (fenoles totales y flavonoides). En sus resultados, el extracto etanólico de las hojas mostró una $CE_{50}=7,9\pm 0,3$ $\mu\text{g mL}^{-1}$; las fracciones en n-Hexano $CE_{50}=11,9\pm 0,5$ $\mu\text{g mL}^{-1}$, en acetato de etilo $CE_{50}=8,1\pm 0,8$ $\mu\text{g mL}^{-1}$;

en alcohol butanol $CE_{50}=6,2\pm 0,2 \text{ ug mL}^{-1}$. El trabajo concluyó que la fracción en alcohol butanol de las hojas *I. laurina* presentó mejor actividad inhibidora sobre la enzima α -amilasa, seguida del extracto etanólico respectivamente¹³.

En el 2013, se aisló y caracterizó con columna de elución en gradiente, ultravioleta/visible (UV) y técnica cromatográfica compuestos bioactivos en n-hexano de la fracción de *L. aestuans*; ensayo de toxicidad en mortalidad de camarones; actividad antimicrobiana *in vitro* por difusión en pocillos de agar y actividad antioxidante por DPPH, método de peróxido y tiocianato férrico. La investigación reveló un rendimiento de 91,2% para criseno-2-ol (AC) y CL_{50} no tóxico; 0,0625 mg/mL con 64,73% en prueba DPPH, peróxido de hidrógeno con 99,22% y 65,23% en tiocianato férrico a 1,0 mg / mL. El trabajo concluyó que los derivados de Chrysen-2-ol de *L. aestuans* no mostró toxicidad, además posee actividades antimicrobianas y antioxidantes de uso etno medicinal¹⁴.

En el 2009, se evaluó el potencial antihiper glucémico y antihipertensivo de los frutos de *Carica pubescens* (papayita arequipeña), *Pouteria lúcumá* (lúcuma), *Inga feuille* (paca), *Prunus capulí* (capulí), *Physalis peruviana* (aguaymanto) y *Prosopis pallida* (algarrobo), que fueron evaluados para compuestos fenólicos totales, actividad antioxidante por DPPH y la inhibición *in vitro* de α -amilasa, α -glucosidasa y enzima convertidora de angiotensina I (ACE). En sus resultados, fenoles totales varió de 3,2 mg/g (aguaymanto) a 11,4 mg/g (fruto de lúcuma) se encontró correlación positiva significativamente entre contenido fenólico total y la capacidad antioxidante en extractos etanólicos; el trabajo concluyó que los extractos acuosos de *I. feuille*, *P. capulí* tenían un efecto inhibidor significativo de la α -glucosidasa; pero, los extractos de lúcuma y algarrobo tuvieron mayor actividad inhibidora de la α -glucosidasa¹⁵.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Especies en estudio

A) *Inga edulis* Mart. "guaba"

Conocida también como guaba, paca. Dentro de su identificación taxonómica, la especie vegetal *Inga edulis* Mart. pertenece a la familia Fabaceae, del orden Fabales Bromhead¹⁶. Su distribución va de América subtropical y tropical.

Sinonimias: *I. edulis* var. *edulis*, *I. edulis* var. *parviflora* Benth

Árbol de 8 a 15 m de alto, tronco bajo y copa algo rala. Hojas pinnadas compuestas, raquis alado de hasta 06 pares de folíolos subsésiles, elípticos u ovalados, con base obtusa o redondeada y nervaduras laterales paralelos. Las flores tienen sépalos verdosos y corola blanca, son fragantes, sésiles, arracimadas en la parte superior del tallo. El fruto es una vaina cilíndrica no dehiscente, de color verde, con varios surcos longitudinales, largo variable y puede alcanzar hasta 1 m. Las semillas son negras de 3 cm de longitud, con un rango entre 1,4 a 4,5 cm, cubiertas por una pulpa (arilo) blanca, suave y azucarada¹⁷.

La encontramos de forma silvestre dentro de la Amazonia, América Central y las Indias Occidentales. Su alta variabilidad preexistente, además del gran número de especies Ingas observadas, hacen de la región amazónica el centro de distribución¹⁷.

Ecología y adaptación: adaptado a climas tropicales y subtropicales, también a climas con temperatura media de 20°C o superior; adaptada a precipitaciones entre 1,000 y mayor a 5,000 mm, suelo ácido; distribuido en los trópicos de América del Sur desde el Océano pacífico hasta el atlántico, recorriendo naturalmente sólo dentro de la región amazónica¹⁷.

Fructificación - fenología: se inicia entre tres a cuatro años, pudiendo incrementarse hasta los diez años, desconociéndose datos sobre la productividad por planta. Según la fenología, varía en función de las especies y

la zona. En Brasil, fructifican de junio a setiembre; en Perú y Colombia en los meses de febrero y diciembre¹⁷.

En la medicina tradicional tanto las hojas y las semillas, son usadas como astringente para los trastornos intestinales, antirreumático y como antiinflamatorio; mientras que la infusión de corteza se usa para facilitar labor de parto; la pulpa fresca es usada para curación de la constipación. Los frutos inmaduros son usadas en terapia etnomedicinal para tratar diabetes tipo 2¹⁷.



Figura 1. Planta de *Inga edulis* ¹⁸

B) *Laportea aestuans* L. “ishanga”

Dentro de su identificación taxonómica, la especie vegetal *Laportea aestuans* L. pertenece a la familia Urticaceae Juss, del orden Urticales¹⁹.

Arbusto rastrera, tapizante, de 30 cm de largo, con tricomas urticantes dispersos. Hojas simples, alternas, laminadas enteras, trinervadas, con márgenes aserrados; tiene cristales de oxalato de calcio que pueden ocasionar irritación de la piel. Inflorescencia glomerular dispuesta en una estructura a modo de panícula, axilar. Los frutos son aquenios asimétricos²⁰.

Usos etnomédicos y modo de empleo: sus tallos son usadas para la fabricación de telas, prendas de vestir y artesanías. A las infusiones de hojas se atribuye propiedades diuréticas y laxantes; el jugo de la hoja es usada para tratar la conjuntivitis y como antiséptico, además como antiinflamatorio.



Figura 2. Planta de *Laportea aestuans*²¹

1.2.2. Importancia del estudio de diabetes

La diabetes es posiblemente un problema de salud muy importante a nivel mundial. Esto debido a su alta carga de enfermedad en términos de discapacidad y muerte prematura²².

En los EE.UU, presenta una prevalencia del 10-15 %, mientras que en el Perú esta se estima en un 5,5 %. Su escala va aumentando, dado el aumento de factores; sobrepeso, sedentarismo, obesidad y los malos hábitos alimentarios²³. La Amazonía cuenta con una diversidad de especies vegetales usadas en la medicina tradicional: *I. edulis* Mart. y *L. aestuans* L., razón por la que fue oportuno demostrar con base científica el potencial que tiene en la actividad inhibitoria sobre α -glucosidasa.

1.2.3 Alfa glucosidasa (α -glucosidasa)

Las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa son importantes porque radican en la digestión de carbohidratos. La α -amilasa humana es uno de los principales productos de secreción del páncreas y las glándulas salivales. La actividad de esta enzima es un prerrequisito del proceso de digestión catalizando la ruptura de enlaces α D-(1-4) glucosídicos del almidón, amilosa, amilopectina, glicógeno y diferentes maltodextrinas generando oligosacáridos más cortos²⁴.

Las glucosidasas hidrolizan los enlaces glucosídicos en oligosacáridos y gluco conjugados, involucradas en diferentes actividades biológicas importantes asociadas a desordenes metabólicos y enfermedades como la diabetes, obesidad, enfermedad de depósito lisosomal de glucoesfingolípidos, infección con VIH y tumores²⁵.

La α -glucosidasa es una enzima exocarbohidrasa, ubicada en la membrana superficial de las microvellosidades de los enterocitos, cataliza la última etapa del metabolismo de glúcidos mediante el hidrolisis de carbohidratos complejos y disacáridos, de la porción terminal no reductora, a monosacáridos absorbibles provocando así un aumento en los niveles de glucosa en sangre^{22,26}.

La inhibición de estas enzimas hidrolíticas reduce el influjo de glucosa desde el tracto intestinal hacia los vasos sanguíneos, lo que resulta en una disminución de la glucosa en sangre postprandial. Varios estudios reportan inhibición de la α -glucosidasa por compuestos triterpénicos pentacíclicos como el ácido ursólico, corosólico maslínico, asiático, oleanólico y sus derivados, ralentizando la digestión y aumentando el tiempo de resistencia de los carbohidratos, reduciendo así la absorción de glucosa^{27,28}. También se han estudiado los efectos sobre la inhibición de α -glucosidasa de varios compuestos fenólicos obtenidos a partir de extractos de propóleo, murta y maqui^{29,26}; así como de compuestos fenólicos aislados como miricetina, rutina y quercetina^{30,31}.

1.3. Definición de términos básicos

Mecanismos de acción inhibitoria: son aquellos propuestos por las plantas ya que incrementan el metabolismo de la glucosa e inhiben a la α -amilasa y α -glucosidasa³².

Diabetes: enfermedad metabólica crónica caracterizada por presentar altos niveles de azúcar en sangre, asociada con una deficiencia absoluta o relativa de la producción y/o de la acción de la insulina³³.

IC₅₀: concentración capaz de inhibir el 50% de la actividad de una enzima³⁴.

Alfa glucosidasa: enzima que cataliza secuencialmente la hidrólisis de residuos terminales de D-glucosa enlazados en alfa-1,4 sucesivamente de los terminales no reductores de las cadenas polisacáridas, con liberación de beta-glucosa³⁵.

Acarbosa: considerado como fármaco inhibidor enzimático de las α -glucosidasas intestinales, empleada por su acción retardante en la absorción de glucosa, como elemento coadyuvante para tratar diabetes mellitus³⁶.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de hipótesis

Los extractos etanólicos de hojas y fruto inmaduro de *I. edulis* Mart., hojas de *L. aestuans* L. utilizados en tratamiento empírico de diabetes no presentan actividad inhibitoria *in vitro* sobre la enzima α -glucosidasa a las concentraciones evaluadas.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable independiente

Extracto etanólico de especies vegetales: solución producida como resultado de la maceración del material vegetal en etanol de 96° durante 7 días. Después de la fase de extracción, el solvente se elimina del material vegetal mediante el proceso de filtración.

Variable dependiente

Actividad inhibitoria sobre α -glucosidasa: utilizando extractos con propiedades antihiperoglucemiantes, implica reducir los niveles de glucosa en sangre.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición operacional	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Extracto etanólico de especies vegetales	Solución con presencia de metabolitos secundarios, que después de macerar en etanol durante 7 días, se filtra, concentra y seca en estufa antes de probarla experimentalmente.	Cuantitativa	Concentración de extractos	Ordinal			Hoja de reporte analítico
Variable dependiente	Definición operacional	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Actividad inhibitoria sobre α -glucosidasa	Producto con capacidad de inhibición de especies terapéuticas con potenciales efectos sobre la hiperglucemia.	Cuantitativa	% de inhibición	Ordinal	Con actividad Sin actividad	>50% <50%	Hoja de reporte analítico

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Tipo de estudio: experimental porque implicó que el investigador recopile y analice los datos de varias fuentes, controlando las variables para encontrar relaciones entre las mismas.

Diseño: analítico.

3.2 Diseño muestral

Población de estudio: constituida por todos los árboles de *I. edulis* Mart. (guaba) y arbustos de *L. aestuans* L. (ishanga colorada) presentes en el centro poblado de Quistococha, donde el tamaño de la población de estudio fueron dos kilogramos de hojas y fruto inmaduro de *I. edulis* Mart. (guaba); dos kilogramos de hojas de *L. aestuans* L. (ishanga colorada). El muestreo fue realizado por conveniencia, los mismos que fueron geo-referenciados dentro del centro poblado de Quistococha (3°49'8" S 73°19'53" O).

Criterios de inclusión:

- Árboles de *I. edulis* Mart. (guaba) con hojas y fruto inmaduro en buen estado de conservación; arbustos de *L. aestuans* L. (ishanga colorada) con hojas enteras y sanas procedentes del centro poblado de Quistococha.

Criterios de exclusión:

- Hojas rotas y agrietadas.
- Hojas y cortezas que evidencien contaminación.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A) Obtención de especies vegetales

- a.1) Se usaron tijeras podadoras para la recolección de los órganos (hojas, fruto inmaduro) de las especies vegetales a investigar; luego colocadas en sobres de manila debidamente etiquetadas.

- a.2) Luego, se limpiaron el fruto inmaduro y las hojas, cortándolos en trozos pequeños. Posterior a ello, se seleccionaron los órganos recolectados en buen estado de ambas especies para identificarla y certificarla.
- a.3) El responsable del Herbarium Amazonense de la UNAP, certificó la especie vegetal y dio su constancia de identificación (Anexo 1).
- a.4) Una vez cortadas los respectivos órganos, fueron trasladados a un ambiente de secado a 40 °C por siete días. Después, se realizó la molienda quedando la muestra micropulverizado y posteriormente guardado en frascos ámbar.

B) Obtención de extractos

Se pesaron 7 g del micropulverizado de hojas y fruto inmaduro de *I. edulis* Mart. (guaba) y hojas de *L. aestuans* L. (ishanga colorada), los mismos que fueron colocados en un vaso de precipitado. Posterior a ello, se añadieron 100mL de etanol 96° y posterior macerado durante 7 días. Luego, cada extracto macerado fue filtrado por separado utilizando una bomba al vacío; después la solución fue concentrada en rota vapor a 40° C por 40 rpm y posterior colocado en estufa a 40°C hasta sequedad³⁷.

C) Actividad inhibitoria

Se esterilizaron en autoclave 12 tubos de ensayo y se rotularon; se etiquetaron 4 tubos de ensayo por cada especie vegetal y se agregaron 125 µL de solución sustrato *p*-Nitrofenil α-D-glucopiranosido a 5 mg/mL 0,1M (a cada uno de ellos); más 50 µL del inhibidor en los tubos 3 y 4 a 100, 250, 500 y 1000 µg/mL; y solución buffer fosfato a pH=6,5 (375 µl, 350 µl, 325 µl y 300 µl respectivamente). Luego, se procede a la pre incubación en baño maría a 37°C por cinco minutos. Después, se agregaron 25 µL de la solución enzimática 0,24 UI/mL y se incubaron en baño maría durante quince minutos a 37°C con agitación suave. Para finalizar, se agregaron 500 µL de Na₂CO₃ 0,2 M y posterior homogeneización^{38,39}.

La solución obtenida, fue colocada en cubetas para su lectura respectiva en espectrofotómetro (GENESYS S10) leída a $\lambda=400$ nm. El blanco de la solución estándar es una solución sin enzima y el control positivo tiene acarbosa (Ver Anexo 2).

El % inhibitorio fue calculado según los datos obtenidos en la Hoja de reporte analítico (ver anexo 3) y calculado mediante la formula siguiente:

$$\left[1 - \left(\frac{B}{A}\right)\right] \times 100\%$$

Dónde: A es la absorbancia en ausencia de muestra y B es la absorbancia en presencia de la muestra.

Los resultados de % inhibitorio sobre α -glucosidasa se tuvieron en cuenta para el cálculo de la IC₅₀ respectiva.

3.4. Procesamiento y análisis de la información

Los % de inhibición obtenidos permitieron calcular la IC₅₀ de cada extracto. En el análisis estadístico fue necesario aplicar ANOVA de un factor, considerándose estadísticamente significativo $p < 0,05$. La prueba HSD Tukey permitió realizar comparaciones múltiples según porcentaje de inhibición.

3.5. Aspectos éticos

Las especies de plantas investigadas se reproducen tan rápidamente, que ni su ecología ni su existencia como especies han cambiado.

La recolecta de hojas y fruto inmaduro de *I. edulis* Mart. (guaba) y hojas de *L. aestuans* L. (ishanga colorada), no fueron perjudicial para su existencia como especie, ya que solo se utilizó cantidades mínimas (02 kg) por espécimen.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

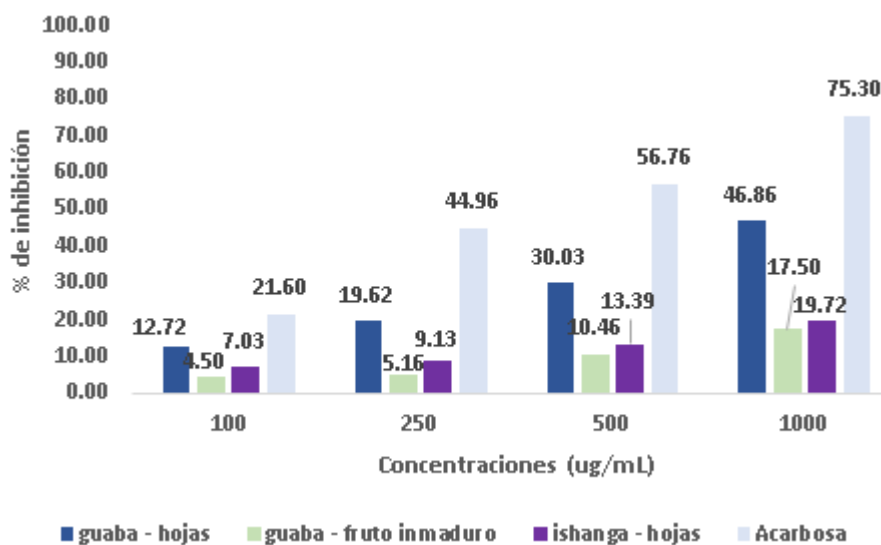


Figura 3. Porcentajes de inhibición entre los grupos de estudio por cada concentración evaluada

Tabla 1. Descriptivos de las especies vegetales estudiadas

Especies vegetales	[] máxima evaluada	IC ₅₀
<i>Inga edulis</i> Mart. – hojas		> 1000 µg
<i>Inga edulis</i> Mart. – fruto inmaduro	1000	> 1000µg
<i>Laportea aestuans</i> L.	µg/mL	> 1000 µg
Acarbosa		356,80 µg

La tabla 1 muestra que todos los extractos evaluados tienen un IC₅₀ > 1000 µg y se consideran inactivos frente a la α-glucosidasa, esto debido a que se requiere una concentración mayor a lo evaluado.

Tabla 2. ANOVA de un factor - porcentaje de inhibición

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4067,244	3	1355,748	6,831	0,006
Dentro de grupos	2381,664	12	198,472		
Total	6448,909	15			

En la tabla 2, el valor de sig. obtenido es menor que $\alpha=0,05$; por tanto, presenta diferencia estadística significativa.

Tabla 3. Comparaciones múltiples - porcentaje de inhibición

HSD Tukey

(I) Grupo de estudio	(J) Grupo de estudio	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
guaba - hojas	guaba - fruto inmaduro	17,903	9,962	0,321	-11,673	47,478
	Ishanga colorada - hojas	14,990	9,962	0,465	-14,585	44,565
	Acarbose	-22,348	9,962	0,167	-51,923	7,228
guaba - fruto inmaduro	guaba - hojas	-17,903	9,962	0,321	-47,478	11,673
	Ishanga colorada - hojas	-2,913	9,962	0,991	-32,488	26,663
	Acarbose	-40,250*	9,962	0,008	-69,825	-10,675
Ishanga colorada - hojas	guaba - hojas	-14,990	9,962	0,465	-44,565	14,585
	guaba - fruto inmaduro	2,913	9,962	0,991	-26,663	32,488
	Acarbose	-37,338*	9,962	0,013	-66,913	-7,762
Acarbosa	guaba - hojas	22,348	9,962	0,167	-7,228	51,923
	guaba - fruto inmaduro	40,250*	9,962	0,008	10,675	69,825
	Ishanga colorada - hojas	37,338*	9,962	0,013	7,762	66,913

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La tabla 3, muestra que el grupo hojas de guaba produce diferente porcentaje de inhibición respecto a la de fruto inmaduro, hojas de ishanga colorada y acarbosa con valores de sig = 0,321; sig = 0,465; sig= 0,167 respectivamente; el grupo de fruto inmaduro de guaba produce diferente porcentaje de inhibición respecto a hojas de guaba, hojas de ishanga colorada y acarbosa con valores de sig = 0,321; sig= 0,991 y sig = 0,008. Asimismo, el grupo hojas de ishanga colorada produce diferente porcentaje de inhibición respecto a hojas y fruto

inmaduro de guaba, además de acarbosa con sig = 0,465; sig= 0,991 y sig= 0,013.

Tabla 4. Subconjuntos homogéneos - porcentaje de inhibición

HSD Tukey^a

Grupo de estudio	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
guaba - fruto inmaduro	4	9,405	
Ishanga colorada - hojas	4	12,318	
guaba – hojas	4	27,308	27,308
Acarbosa	4		49,655
Sig.		0,321	0,167

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4.000.

En la tabla 4, en el subconjunto 1 las medias no difieren significativamente (p-valor=0,323) y en el subconjunto 2 solo las medias de hojas de guaba y acarbosa difieren de los anteriores.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Las especies de *Inga* se utilizan en la medicina tradicional, especialmente por las tribus indígenas de la amazonia, para tratar una serie de enfermedades. La ingestión de semillas de *Inga brachystatachya* se usan para reducir la flatulencia; las hojas y raíces de *I. strigillosa* en el tratamiento de las abrasiones de la piel; las flores de *I. cecropietorum* en el tratamiento de dolores de oído; las flores de *I. rubiginosa* para el tratamiento de la congestión nasal y la pulpa de los frutos de *I. macrophylla* para limpiar los dientes⁴⁰.

Algunos estudios referidos al análisis químico con especies del género *Inga* demuestran que son una fuente prometedora en la búsqueda de nuevos principios activos para la producción de fármacos; ya que algunas especies poseen diferentes actividades biológicas, como antioxidante, antibacteriana, antifúngica, aleloquímica y antitumoral⁴⁰. Además, en las semillas existen inhibidores de proteasas (IP) e inhibidores de amilasas, que son proteínas particularmente de las leguminosas y son responsables de efectos fisiológicos tales como: depresor de crecimiento, hipertrofia pancreática y de disminución de digestión del almidón respectivamente⁴¹.

En la tabla 2, sig.=0,006 es menor que $\alpha=0,05$; por lo tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa. En la tabla 3 se observa que el grupo hojas de guaba produce diferente porcentaje de inhibición a fruto inmaduro, hojas de ishanga colorada y acarbosa con valores de sig = 0,321; sig = 0,465; sig= 0,167 respectivamente. El grupo fruto inmaduro de guaba produce diferentes porcentajes de inhibición frente a hojas de guaba y de ishanga colorada, además de acarbosa con valores de sig = 0,321; sig= 0,991 y sig = 0,008. Asimismo, el grupo hojas de ishanga colorada produce diferente porcentaje de inhibición respecto a hojas y fruto inmaduro de guaba, además de acarbosa con sig = 0,465; sig= 0,991 y sig= 0,013. En el subconjunto 1 de la tabla 4, se evidencia que las medias no difieren significativamente (p-valor=0,323) y en el subconjunto 2, solo las medias de hojas de guaba y acarbosa difieren de la anterior.

En la tabla 1 se muestra que todos los extractos evaluados tienen un $IC_{50} > 1000$ μg y se consideran inactivos frente a la α -glucosidasa, esto debido a que se requiere una concentración mayor a lo evaluado. Un $IC_{50} > 1000$ μg , para el extracto de hojas de *Inga edulis* Mart. se diferencia con el estudio realizado en 2017¹³, donde la fracción butanólica de las hojas *I. laurina* (otra especie del género *Inga*) presentó una $CE_{50} = 6,2 \pm 0,2$ $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$, mientras que el extracto etanólico de las hojas mostró una $CE_{50} = 7,9 \pm 0,3$ $\mu\text{g mL}^{-1}$; considerándose que la fracción butanólica de las hojas *I. laurina* presentó mejor actividad inhibidora sobre la enzima α -amilasa, seguida del extracto etanólico respectivamente. En cambio, un $IC_{50} > 1000 \mu\text{g}$ obtenido para fruto inmaduro de *I. edulis* Mart es relevante con la investigación realizada en el 2009¹⁵, donde se evaluó el potencial antihiper glucémico y antihipertensivo de *Pouteria lúcum*a (lúcuma), ***Inga feuille (paca)***, *Carica pubescens* (papayita arequipeña), *Prunus capulí* (capulí), *Physalis peruviana* (aguaymanto) y *Prosopis pallida* (algarrobo), evaluados en inhibición *in vitro* de α -amilasa, α -glucosidasa y enzima convertidora de angiotensina I (ACE), de donde los extractos acuosos de *I. feuille*, *P. capulí* tenían un efecto inhibidor significativo de la α -glucosidasa; pero, los extractos de lúcuma y algarrobo tuvieron mayor actividad inhibidora de la α -glucosidasa¹⁵.

El extracto etanólico de *Laportea aestuans* L. (ishanga colorada) no mostró resultados inhibidores alentadores sobre la enzima α -glucosidasa en base a las concentraciones evaluadas, ya que se requieren concentraciones más altas para inducir la actividad inhibitoria deseada, siendo quizás el primer reporte de esta especie del género *Laportea*. La $IC_{50} > 1000$ μg , obtenido para hojas de ishanga colorada versus a la especie vegetal *Coussapoa asperifolia* (renaco caspi, perteneciente a la familia Urticaceae) con $IC_{50} = 32,1$ $\mu\text{g}/\text{mL}$ sobre la enzima α -glucosidasa⁴², brindan un sustento científico de estas plantas en la medicina popular; pero, se requiere de otros estudios para validar su potencial uso como hipoglucemiante.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Extracto de hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart.; hojas de *Laportea aestuans* L. no excedieron el 50% de inhibición sobre la enzima α – glucosidasa.
- Todos los extractos evaluados tienen un $IC_{50} > 1000 \mu\text{g}$ y se consideran inactivos frente a la α -glucosidasa, esto debido a que se requiere una concentración mayor a lo evaluado.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- A fin de continuar con el estudio de *Inga edulis* Mart. esta debería llevarse a cabo mediante aislamiento biodirigido a fin de identificar los compuestos responsables de la inhibición enzimática sobre α -glucosidasa y/o α -amilasa; dada la excelente aplicabilidad etnomedicinal de esta especie en el tratamiento de la diabetes, se debe continuar su estudio utilizando otros sistemas de evaluación *in vitro* para confirmar su potencial antihiper glucemiante por mecanismos de acción alternativos.
- Investigar nuevas especies vegetales con propiedades antidiabéticas comprobadas para promover el uso sostenible de los recursos naturales en beneficio de la salud y el bienestar de las personas.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. World Health Organization. Preventing chronic diseases: a vital investment: WHO global report [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2005 [citado 10 Nov 2020]. Disponible en: http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/en
2. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades no transmisibles en las Américas: Construyamos un futuro más saludable [Internet]. Washington: OPS; 2011 [citado 10 Nov 2020]. Disponible en: http://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=1261:enfermedades-no-transmisibles-en-las-americas-construyamos-un-futuro-mas-saludable&Itemid=487
3. Jiménez Corona A, Aguilar Salinas CA, Rojas Martínez R, Hernández Avila M. Diabetes mellitus tipo 2 y frecuencia de acciones para su prevención y control. Rev Salud Pública Méx. 2013; 55 (2). Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?>
4. Díaz Díaz O, Orlandi González N, Álvarez Sejas E, Castelo Elías-Calles L, Conesa Gonzáles AI, Gandur Salabarría L, et al. Manual para el diagnóstico y el tratamiento del paciente diabético en el nivel primario de salud. La Habana: MINSAP (2011) pág. 4-95.
5. Meléndez, S.; Huaccho, J.; Santos, F.; Abanto, C.; Jáuregui, J.; Mendoza, J.; Morales, E.; Salgado, L.; Sueyoshi, H.; Robles, M.; Loja, B.; Alvarado A. & Salazar, A. Interacciones farmacológicas de las hojas de *Maytenus macrocarpa* "Chuchuhuasi" con fármacos inhibitorios y estimuladores de la motilidad intestinal. Acta Medica Peruana. 2013; 30(4):1-2.
6. Mori Vargas Tony Jonatan, Reátegui Sunción Raúl Martín. Evaluación florística y taxonómica en un bosque de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (RNAM), Loreto-Perú. [Tesis de grado para optar el título profesional de Biólogo]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (2012). Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3451> Fecha de acceso: 30 enero 2022.
7. Tananta Yahuarcani, Leslie Virginia. Análisis del conocimiento tradicional del uso de especies vegetales en tres comunidades de la cuenca baja del río

- Ucayali, Loreto-Perú. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (2014). Disponible en: https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3635/LeslieV_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fecha de acceso: 30 enero 2022.
8. Liu T., Yip, Y. M., Song, L., Feng, S., Liu, Y., Lai, F., Zhang, D. and Huang, D. Inhibiting enzymatic starch digestion by the phenolic compound diboside a: A mechanistic and in silico study. *Food Research International*. 2013; 54:595-600.
 9. Szymanski, P., Markowicz, M Y E., Mikiciuk-Olasik. Adaptation of High-Throughput Screening in Drug Discover-Toxicological Screening Tests: *Int. J Mol Sci*. 2012; 13:427-452.
 10. Salomé Marina Estela. Actividad antioxidante *in vitro* de hojas de *Laportea aestuans* L. y *Mangifera indica* L. por el método 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo – DPPH. [Tesis de pre grado para optar el título de Química Farmacéutica]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (2021). Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7333?show=full> Fecha de acceso: 29 Marzo 2022.
 11. Silva, E. M., Souza, J. N. S., Rogez, H., Rees, J. F., & Larondelle, Y. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chemistry*. 2018; 101(3):1012-1018.
 12. Lima N., Carvalho V., La Porta F. Chemodiversity, Bioactivity and Chemosystematics of the Genus *Inga* (FABACEAE): A Brief Review. *Revista Virtual de Química*. 2018; 10(3):459-473.
 13. Carla de Moura Martins. Prospecção fitoquímica e caracterização dos compostos bioativos de *Inga laurina* (Sw.) Willd (FABACEAE). [Tesis de pos grado para optar el grado de Doctor en Química]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (2017). Disponible en: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19563/1/ProspeccaoFitoquimicaCaracterizacao.pdf> Fecha de acceso: 29 Abril 2022.
 14. Pompeu Darly R., Rogez Hervé, Monteiro Karin M., Tinti Sirlene V., Carvalho João E. Capacidade antioxidante e triagem farmacológica de extratos brutos

- de folhas de *Byrsonima crassifolia* e de *Inga edulis*. Acta Amaz. 2013; 42(1):165-172. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672012000100019&lng=en.
15. Marcia Da Silva Pinto, Lena Galvez Ranilla, Emmanouil Apostolidis, Franco Maria Lajolo, Maria Inés Genovese, and Kalidas Shetty. Evaluation of Antihyperglycemia and Antihypertension Potential of Native Peruvian Fruits Using In Vitro Models. Journal of Medicinal Food. 2009; 12(2):278-291.
16. *Inga edulis*. Taxonomy Browser. Disponible en: www.tropicos.org/Taxonomybrowser.aspx?nameid=13006228&projectid=0&conceptid=1 Fecha de acceso: 28 de Octubre 2019
17. Guaba, ingá o pacaé (*Inga edulis*): ficha y características. Disponible en: <http://archivo.infojardin.com/tema/guaba-inga-o-pacaé-inga-edulis-ficha-y-caracteristicas.167193/> Fecha de acceso: 24 de Octubre 2019
18. Planta de *Inga edulis* Disponible en: <http://www.galapagosverde2050.com/especies/inga-edulis-mart>
19. *Laportea aestuans*. Taxonomy Browser. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/33400493> Fecha de acceso: 28 de Octubre 2021
20. Davidse, G., M. Sousa Sánchez, S. Knapp & F. Chiang Cabrera. Saururaceae a Zygophyllaceae. Fl. Mesoamer [Internet] 2015. [citado 7 noviembre 2021] v-xvii,1-347.
21. Planta de *Laportea aestuans*. Disponible en: <https://ecosdelbosque.com/plantas/laportea-aestuans>
22. Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. [Intenet] 2014. [citado 10 diciembre 2019] 127(1–2): i–viii, 1–1744.
23. Revilla L. Situación de la vigilancia de diabetes en el Perú, al I semestre de 2013; 22(39):825-828.
24. Lordan S., Smyth T., Soler A., Stanton C., Ross R. The α -amylase and α -glucosidase inhibitory effects of Irish seaweed extracts. Food Chemistry. 2013; 141:2170–2176.
25. Chandran R., Kumar N., Manju S., Kader S., Kumar B. In Vitro α Glucosidase Inhibition, Antioxidant, Anticancer, and Antimycobacterial Properties of Ethyl

- Acetate Extract of *Aegle tamilnadensis* Abdul Kader (Rutaceae) Leaf. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2015; 175:1247-1261.
26. Zhang H., Wang W., Beta T., Dong J. Inhibitory Properties of Aqueous Ethanol Extracts of Propolis on Alpha-Glucosidase. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015. pág. 7.
27. Hou W., Li Y., Zhang Q., Wei X., Pebg A., Chen L., Wei Y. Triterpene acids isolated from *Lagerstroemia speciosa* leaves as α -Glucosidase Inhibitors. Phytoterapy Research. 2009; 23:614-618.
28. Alejandro M., Jaramillo X., Ojeda S., Malagón O., Ramírez J. Actividad antioxidante y antihiperglucemiante de la especie medicinal *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., al sur del Ecuador. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 2013; 12(1):59-68.
29. Rubilar M., Jara C., Poo Y., Acevedo F., Gutierrez C., Sineiro J., Shene C. Extracts of Maqui (*Aristotelia chilensis*) and Murta (*Ugni molinae Turcz.*) Sources of Antioxidant Compounds and α -Glucosidase/ α -amylase Inhibitors. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011; 59:1630-1637.
30. Li Y., Zhou F., Gao F., Bian J., Shang F. Comparative Evaluation of Quercetin, Isoquercetin and Rutin as Inhibitors of α -Glucosidase. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009; 57:11463-11468.
31. Hyun T., Eom S., Kim J. Molecular docking studies for discovery of plantderived α -glucosidase inhibitors. Plant Omic Journal. 2014; 7(3):166-170.
32. Basha, S. K. & Kumari, V. S. *In vitro* antidiabetic activity of *Psidium guajava* leaves extracts. Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2012; 98:100.
33. Organización Panamericana de la Salud. Diabetes. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
34. C Pedro. Principios de ecotoxicología. 2th ed. Argentina: Editorial de la UNLP; 2021.
35. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS [Internet]. ed. 2017. Sao Paulo (SP): BIREME / OPS / OMS. 2017 [actualizado 2017 May 18; citado 2017 Jun 13]. Disponible en: <http://decs.bvsalud.org/E/homepagee.htm>
36. Acarbosa. Diccionario médico. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/acarbosa>
37. Gonzáles Villa Ángela Andrea. Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos [Trabajo final Tecnología en Alimentos]. Colombia: Universidad

Nacional de Colombia (2014). Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2800/angelaandregonzalezvilla.2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Fecha de acceso: 10 diciembre 2021)

38. Artanti, N., Firmansyah, T. and Darmawan, A. Bioactivities Evaluation of Indonesian Mistletoes (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Leaves Extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2012; 2(1):24-27.
39. Sriantha I., Kusumawati N., Nugerahani I., Artanti N. and XU, G.R. *In vitro* α -glucosidase inhibitory activity of *Monascus*-fermented durian seed extracts; *International Food Research Journal*. 2013; 20(2):533-536.
40. Vivot, E.; Munoz, J. D.; Cruanes, M. D.; Cruanes, M. J.; Tapia, A.; Hirschmann, G. S.; Martinez, E.; Disapio, O.; Gattuso, M.; Zacchino, S. Inhibitory activity of xanthine-oxidase and superoxide scavenger properties of *Inga verna* subsp. *affinis*. Its morphological and micrographic characteristics. *Journal of Ethnopharmacology*, Limerick. 2001; 76(1):65-71.
41. Musquiz, M. Factores Anti-nutricionales en fuentes proteicas. Jornada experimental en Proteínas Alimentarias. Javier Vioque, *et al.* (Eds.) Universidad de Sevilla, España. 2005. pág. 125-130.
42. Diego Vásquez Torres. Actividad inhibitoria *in vitro* de 8 extractos de especies vegetales amazónicas sobre la α -glucosidasa, Loreto – Iquitos, 2016. [Tesis de pre grado para optar el título profesional de Biólogo]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (2018). Disponible en: https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7941/Diego_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fecha de acceso: 9 setiembre 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de certificación de la especie vegetal

 **UNAP**

**Centro de Investigación de Recursos Naturales
Herbarium Amazonense — AMAZ**

**INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005**

CONSTANCIA n.º 11-2022 AMAZ-UNAP

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentada por **LUIS DAVID IMAN PEZO**, bachiller de la **Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica** de la **Facultad de Farmacia y Bioquímica** de la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado **"Actividad inhibitoria *in vitro* de hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. Y hojas de *Laportea aestuans* L. sobre α -glucosidasa"**; ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP** como se indica a continuación:

N°	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR
01	FABACEAE	<i>Inga edulis</i>	Mart.
02	URTICACEAE	<i>Laportea aestuans</i>	(L.) Chew

Determinador: Ing. Juan Celidonio Ruiz Macedo

A los veintidós días del mes de abril del año dos mil veintidós, se expide la presente constancia a los interesados para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,


Richard J. Huaranca Acostupa
Coordinador Herbarium Amazonense



**UNIVERSIDAD
LICENCIADA**
RESOLUCIÓN N° 012-2019-UNEDUCO

Dirección Pevas/Nanay – Iquitos Perú
Apdo. 496

Página 1 de 1

Anexo 2. Esquema del ensayo de la actividad inhibitoria

	Tubo de ensayo 1	Tubo de ensayo 2	Tubo de ensayo 3	Tubo de ensayo 4
p-Nitrofenil α -D- glucopiranosido	125 μ l	125 μ l	125 μ l	125 μ l
Inhibidor (muestra problema)			50 μ l	50 μ l
Buffer fosfato	375 μ l	350 μ l	325 μ l	300 μ l
Pre incubación a 37°C por 5 min				
Enzima α - Glucosidasa 0,24U/ml		25 μ l		25 μ l
Incubación a 37°C por 15 min				
Na ₂ CO ₃ 0,2 M	500 μ l	500 μ l	500 μ l	500 μ l
Leer las absorbancias a 400 nm				

Anexo 3. Hoja de reporte analítico

Grupo(s)	Concentraciones (ug/mL)	Longitud de onda λ	Abs		
			R1	R2	R3
I	100	400 nm			
	250				
	500				
	1000				
II	100	400 nm			
	250				
	500				
	1000				
III	100	400 nm			
	250				
	500				
	1000				

Leyenda: ABS=Absorbancia