

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**ESTUDIO FITOQUÍMICO, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE EN DPPH EN HOJAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES**

Guadua angustifolia Kunth Y *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

YUMBER YOMAR DURAND ORDOÑEZ

Tingo María – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°068-2022-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 26 de agosto de 2022 a horas 10:00 a. m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal:

“ESTUDIO FITOQUÍMICO, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN DPPH EN HOJAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES *Guadua angustifolia* Kunth Y *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz”

Presentado por el Bachiller: **DURAND ORDOÑEZ, Yumber Yomar**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 27 de diciembre de 2022


Ing. M. Sc. **PEDRO A. VEJARANO JARA**
PRESIDENTE


Ing. M.Sc. **RICARDO OCHOA CUYA**
MIEMBRO


Ing. M.Sc. **ROBERT PECHO DE LA CRUZ**
MIEMBRO




Dra. **TANIA E. GUERRERO VEJARANO**
ASESOR


Ing. M.Sc. **WILFREDO TELLO ZEVALLOS**
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 118 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ESTUDIO FITOQUÍMICO, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN DPPH EN HOJAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES Guadua angustifolia Kunth Y Gigantochloa apus (Schult.f.) Kurz	YUMBER YOMAR DURAND ORDOÑEZ	10 % Diez

Tingo María, 02 de abril de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



ESTUDIO FITOQUÍMICO, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN DPPH EN HOJAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES

Guadua angustifolia Kunth Y *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz

Autor	: Durand Ordoñez, Yumber Yomar
Asesores	: Dra. Guerrero Vejarano, Tania Elizabeth Ing. Tello Zevallos, Wilfredo
Área de investigación	: Química, Física y Anatomía Forestal
Grupo de investigación	: Química, Física y Anatomía Forestal
Línea temática	: Química Forestal
Lugar de ejecución	: Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS
Duración	: 8 meses
Financiamiento	: S/ 1.700,60

Tingo María – Perú

2023



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TITULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis : Estudio fitoquímico, polifenoles totales y capacidad antioxidante en DPPH en hojas de dos especies de bambúes *Guadua angustifolia* Kunth y *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz.
Autor : Durand Ordoñez, Yumber Yomar
Asesor de tesis : Guerrero Vejarano, Tania Elizabeth.
Tello Zevallos, Wilfredo
Escuela Profesional : Ingeniería Forestal.
Área de investigación : Química, Física y Anatomía Forestal.
Grupo de investigación : Química, Física y Anatomía Forestal.
Línea Temática : Química Forestal.
Lugar de ejecución : Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Recursos Naturales Renovables – UNAS.
Duración : Inicio : Junio 2021
Término : Enero 2022
Financiamiento : FEDU : S/0.00
Propio : S/1,700.60
Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, marzo 2024.

Yumber Yomar Durand Ordoñez

Tesista

Tania Elizabeth Guerrero Vejarano

Asesora

Wilfredo Tello Zevallos

Asesor

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	3
2.1.2. <i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) kurz	4
2.1.3. Aprovechamiento de residuos vegetales	5
2.1.4. Metabolitos secundarios	5
2.1.5. Metabolitos secundarios con acción antioxidante	6
2.1.6. Polifenoles	7
2.1.7. Usos de los polifenoles en la salud.....	8
2.1.8. Flavonoides.....	9
2.1.9. Radicales libres.....	12
2.1.10. Perspectiva de los antioxidantes y especies reactivas del oxígeno (ROS).....	13
2.1.11. Radical 2,2 Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)	13
2.2. Estado del arte.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.1.1. Ubicación geográfica.....	16
3.1.2. Ubicación política.....	16
3.1.3. Altitud.....	16
3.1.4. Características climáticas	16

3.1.5.	Procedencia de la materia prima.....	17
3.2.	Materiales y métodos.....	17
3.2.1.	Materiales y equipos.....	17
3.2.2.	Métodos.....	17
3.2.3.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1.	Determinar los tipos de metabolitos secundarios en hojas de las especies <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	24
4.2.	Cuantificación de los polifenoles totales en hojas de las especies <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	26
4.3.	Cuantificar los flavonoides totales en hojas de las especies <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	28
4.4.	Determinar la capacidad antioxidante en hojas de las especies <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	30
V.	CONCLUSIONES.....	33
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	34
VII.	REFERENCIAS.....	35
	ANEXO.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tratamientos considerados para la investigación experimental.....	22
2. Modelo de análisis de varianza para polifenoles totales.	22
3. Metabolitos secundarios encontrados en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	24
4. Comparación de medias para los polifenoles totales en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractantes.....	27
5. Comparación de medias para los flavonoides totales en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractivos.	29
6. Comparación de medias para la capacidad antioxidante en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractantes.....	31
7. Matriz de datos.	40
8. Descriptivos de los polifenoles totales en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	41
9. ANVA para los polifenoles totales en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	42
10. Descriptivos de los flavonoides totales en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	42
11. ANVA para los flavonoides totales en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	43
12. Descriptivos de la capacidad antioxidante en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	43
13. ANVA para la capacidad antioxidante en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Tirosol, ejemplo de compuesto fenólico.	6
2. Monoterpeno monocíclico.....	6
3. Estructura general de glicósido cardiotónico (bufadienólido).	6
4. Estructura molecular de un alcaloide (citisina).	7
5. Estructura química básica de los flavonoides.....	9
6. Estructura química básica de los flavonoles.....	10
7. Estructura química básica de las flavonas.	10
8. Estructura química básicas de las antocianidinas.....	11
9. Estructura química básica de los flavonoles.....	11
10. Estructura química básica de las flavanonas.	12
11. Estructura química básica de las isoflavonas	12
12. Estructura química básica del DPPH.....	13
13. Diseño experimental.....	21
14. Esquema para la cuantificación de polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en hojas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	41
15. Certificado de identificación y ubicación para <i>G. apus</i>	45
16. Certificado de identificación e identificación de <i>G. angustifolia</i>	46
17. Características del culmo de <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.....	47
18. Características del culmo de <i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz.....	47
19. Hojas de <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.....	48
20. Secado de las hojas en estufa.	48
21. Hojas secas de <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.	49
22. Hojas secas de <i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz.....	49

23.	Molido de las hojas secas de <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i>	50
24.	Muestra tamizada a 1 mm de <i>G. angustifolia</i>	50
25.	Muestra tamizada a 1 mm de <i>G. apus</i>	51
26.	Adición de reactivos en la prueba fitoquímica.....	51
27.	Presencia de flavonoides en <i>G. apus</i>	52
28.	Presencia de flavonoides en <i>G. angustifolia</i>	52
29.	Presencia de triterpenos en <i>G. angustifolia</i>	53
30.	Presencia de triterpenos en <i>G. apus</i>	53
31.	Extractos <i>G. angustifolia</i> y <i>G. apus</i> con los tres tipos de extractantes.....	54
32.	Adición de los reactivos para las pruebas espectrofotométricas.	54
33.	Reacción del Folin-Ciocalteu con el extracto (a mayor coloración mayor concentración del extracto).	55
34.	Reacción colorimétrica en la cuantificación de flavonoides (a mayor coloración mayor concentración del extracto).	55
35.	Reacción del radical libre DPPH con el extracto (la decoloración va desde lila a amarillo).	56

RESUMEN

Los compuestos químicos de las plantas son importantes en muchas especies, y aún faltan determinarlos, razón por el cual se planteó como objetivo realizar el estudio fitoquímico y determinar cantidad de polifenoles totales y capacidad antioxidante presente en hojas de las especies de bambúes *Guadua angustifolia* y *Gigantochloa apus*. El estudio se llevó a cabo en los laboratorios Central de Investigación y el de Fitoquímica ubicadas en la Universidad Nacional Agraria de la Selva que se localiza en el distrito Rupa Rupa, región Huánuco, se utilizó hojas de ambas especies prosiguiendo un Diseño de Parcelas Divididas con un arreglo factorial en donde las parcelas grandes fueron las especies y las parcelas pequeñas estuvieron representados por los extractantes; etanol 70%, metanol acidificado, agua a 95 °C; se cuantificó los polifenoles totales, flavonoides totales y la capacidad antioxidante. En los resultados, las hojas de las dos especies tuvieron abundante triterpenos, moderada en flavonoides y leve fue la presencia de alcaloides, leucoantocianidinas y saponinas. Los polifenoles totales en *G. angustifolia* fue 974,83 mg EAG/100 g extraídas con etanol y *G. apus* obtuvo 886,96 mg EAG/100 g empleando metanol; los flavonoides totales en *G. angustifolia* fue de 343,15 mg EC/100 g extraídos con etanol y en *G. apus* fue 294,74 mg EC/100 g de extraídos en etanol. La capacidad antioxidante de *G. angustifolia* fue 35,24 mg/ml extraído con etanol y en *G. apus* fue de 37,61 mg/ml extraído con etanol. Se concluye que, para cuantificar los polifenoles, flavonoides y la capacidad antioxidante se empleará el extractante etanol 70%.

Palabras clave: metabolitos secundarios, solución, extractantes, flavonoides.

ABSTRACT

The chemical compounds of plants are important in many species, and they still need to be determined, which is why the objective was to carry out the phytochemical study and determine the amount of total polyphenols and antioxidant capacity present in leaves of the bamboo species *Guadua angustifolia* and *Gigantochloa apus*. The study was carried out in the Central Research and Phytochemistry laboratories located in the National Agrarian University of the Jungle, which is located in the Rupa Rupa district, Huánuco region, whereby leaves of both species were used, continuing a Divided Plot Design with a factorial arrangement where the large plots were the species and the small plots were represented by the extractants; 70% ethanol, acidified methanol, water at 95 °C; total polyphenols, total flavonoids and antioxidant capacity were quantified. In the results, the leaves of the two species had abundant triterpenes, moderate in flavonoids and slight was the presence of alkaloids, leucoanthocyanidins and saponins. Total polyphenols in *G. angustifolia* were 974,83 mg EAG/100 g extracted with ethanol and *G. apus* obtained 886,96 mg EAG/100 g using methanol; total flavonoids in *G. angustifolia* were 343,15 mg EC/100 g extracted with ethanol and in *G. apus* it was 294,74 mg EC/100 g extracted in ethanol. The antioxidant capacity of *G. angustifolia* was 35,24 mg/ml extracted with ethanol and in *G. apus* it was 37,61 mg/ml extracted with ethanol. It is concluded that, to quantify the polyphenols, flavonoids and the antioxidant capacity, the extractant ethanol 70% will be used.

Keywords: secondary metabolites, solution, extractants, flavonoids.

I. INTRODUCCIÓN

El establecimiento y aprovechamiento del bambú a nivel local y nacional está siendo impulsada por diversas entidades públicas y privadas, principalmente porque posee gran variedad de usos y beneficios ambientales, entre ellas, su potencial uso en construcciones forestales, mueblería y artesanía. Siendo considerada el acero verde gracias a sus propiedades fisicomecánicas, que son consecuencia de su composición y estructura anatómica. Asimismo, intentando suplir a la madera en los diferentes tipos de usos y alentando la conservación de los bosques naturales, surgieron investigaciones en torno a este recurso vegetal.

Normalmente en el aprovechamiento del bambú solo se utiliza el 60% del total de la planta quedando el resto en desuso, específicamente las hojas. En las plantaciones son abandonados como basura al medio ambiente grandes cantidades de hojas y generalmente son usadas inescrupulosamente como fuente de energía doméstica o industrial generando daños al medio ambiente. Además, al ser abandonados descuidadamente favorecen la propagación de incendios a zonas aledañas naturales.

Ahora para menguar el uso inescrupuloso de las hojas y darle un valor agregado, se requiere hacer estudios fitoquímicos que permitan predecir sus usos potenciales sometiéndolos a pruebas fisicoquímicas, de ese modo poder decidir un uso más eficiente del recurso vegetal. Uno de los primeros pasos para darle valor agregado a residuos de este tipo es la investigación básica, ahora en base a la anterior premisa se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de metabolitos secundarios presentarán, qué cantidades de polifenoles totales y qué cantidades de flavonoides y las capacidades antioxidantes en DPPH en hojas de dos especies de bambúes, tales como, *G. angustifolia* y *G. apus*?

En tanto, a nivel nacional el desconocimiento acerca de sus componentes químicos, específicamente los metabolitos secundarios, se materializa en las decisiones y acciones inadecuadas durante el uso del bambú. Mientras que algunos estudios internacionales indican que los extractos obtenidos del bambú ricos en clorofila presentan un enorme potencial antiséptico aplicado en la industria de alimentos, asimismo, los reportes sobre sus compuestos químicos atribuyen otras actividades farmacológicas. Consecuentemente surge una nueva alternativa productiva mediante la investigación de los extractivos (metabolitos secundarios) de esta planta, así como también cuantificar polifenoles y flavonoides totales y determinar la capacidad antioxidante en las hojas de las dos especies de bambúes mencionadas.

Teniendo en consideración lo expresado en los párrafos anteriores, se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Realizar el estudio fitoquímico y determinar cantidad de polifenoles totales y capacidad antioxidante presente en hojas de las especies de bambúes *G. angustifolia* y *G. apus*.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar cualitativamente los metabolitos secundarios en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*.
- Cuantificar los polifenoles totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*.
- Cuantificar los flavonoides totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*.
- Determinar la capacidad antioxidante usando 2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. *Guadua angustifolia* Kunth

2.1.1.1. Descripción botánica

Según Calo (2018) sus cañas consiguen llegar a los 30 metros de altura y respecto al diámetro unos 25 cm. Asimismo, a la edad de 4 a 6 años alcanzan la madurez. El folio caulinar muestra una configuración triangular, con los márgenes de la vaina y de la lámina continua. Con presencia en la línea nodal de pelos blancos y cortos. Presencia de estomas en el envés y haz de la hoja. Lizarazu (2013) indica que son plantas sin florescencia presentando en la parte terminal o lateral grupos de pseudoespiguillas, foliosas o áfidias, mostrando bráctea basal, un prófido con algunas brácteas, pseudoespiguillas plurifloras, antecios apicales reducidos o estériles.

2.1.1.2. Usos

Siendo utilizadas en construcción rural, la elaboración de manualidades, ornamentación de las casas y en la creación de mobiliario campestre. También como cercas perimétricas los culmos enteros o partidos (Lizarazu, 2013).

2.1.1.3. Distribución

Prospera en ecosistemas de riberas. Se distribuye en Bolivia, Paraguay, Uruguay y Brasil (Lizarazu, 2013). Asimismo, fue llevada a México y a muchos países de América central, Isla del Caribe, Hawái y Asia, alrededor de 30 especies repartidas iniciando en México llegando a Argentina, pudiéndose encontrar a distintas altitudes a partir del nivel del mar hasta los 2200 msnm (Caballero, 2010).

2.1.1.4. Taxonomía de *Guadua angustifolia* Kunth

Según Calo (2018), da la siguiente clasificación:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta

Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Cyperales
Familia	:	Gramineae
Género	:	<i>Guadua</i>
Especie	:	<i>angustifolia</i> Kunth

2.1.2. *Gigantochloa apus* (Schult.f.) kurz

2.1.2.1. Descripción botánica

Adquiere una altura de 25 metros y un diámetro de 30 cm. Los entrenudos son prolongados, las paredes de su tallo son tubulares con un espesor de 1 a 2 cm (Calo, 2018). Caballero (2010) señala que tiene hojas caducifolias permutadas, haz con coloraciones verde opaco y en el envés con coloraciones verde claro, de 15 a 30 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho. Así como también, nódulos que presentan una sola yema con coloraciones desde crema a amarillo y brácteas que son persistentes hasta la madurez con una longitud de 25 a 45 cm y un ancho de 26 a 36 cm.

2.1.2.2. Usos

Generalmente sus cañas son destinadas para el levantamiento de infraestructura rural, casas, plataformas, todo tipo de trabajos manuales al horno y elaboración de mobiliarios, ornamentación, revestimientos, como lindante vivo y otros. (Caballero, 2010).

2.1.2.3. Distribución

Especie introducida, nativa de Burma y Tailandia crece en regiones tropicales y húmedas, se encuentra preferentemente a orillas de los ríos (Caballero, 2010).

2.1.2.4. Taxonomía de *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz

Según Calo (2018), da la siguiente clasificación:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Cyperales

Familia : Poaceae
Género : *Gigantochloa*
Especie : *apus* (Schult.f.) kurtz

2.1.3. Aprovechamiento de residuos vegetales

En las actividades agrícolas se generan despojos vegetales que corresponden a los despuntes de los arbustos y otros, asimismo solo se extraen los frutos, hojas y/o flores, dejando a la intemperie los residuos. Frente a esta situación el vermicompostaje y compostaje son los usos inmediatos (Chávez y Rodríguez, 2016).

Respecto al aprovechamiento forestal, tenemos plantaciones de madera o bambú que demandan superficies extensas para el desarrollo de los mismos. Dado que son actividades de largo plazo, se realizan raleos quedando partes de la planta que no se emplea, correspondiente a un tercio del individuo intervenido. Actualmente los residuos de estas actividades son usados como suministro de energía a nivel doméstico e industrial (Chávez y Rodríguez, 2016).

Ya que sus características como combustible lo posicionan como primer recurso asequible, su manejo inescrupuloso ha generado daños irreversibles al medio ambiente, fomentando incendios a las zonas adyacentes (Chávez y Rodríguez, 2016). Lo mencionado anteriormente es la descripción del uso empírico de los residuos vegetales, supone ser un uso integral, sin embargo, omite el aprovechamiento de sus demás componentes químicos. A continuación, una descripción sobre los metabolitos secundarios.

2.1.4. Metabolitos secundarios

Son moléculas orgánicas sintetizadas a partir de excedentes del metabolismo primario, presentando leve afinidad a los mecanismos fotosintéticos, respiratorios, almacenamiento de nutrientes, traslación de solutos ni en la síntesis de lípidos, proteínas o carbohidratos. Para su formación, se requiere de una considerable proporción de carbono almacenado y energía, sin embargo, son producidos en mínimas proporciones y de manera muy específica, siendo limitado su elaboración a un género vegetal definido, a una familia hasta ciertas especies. En su mayoría son compuestos químicos que definen el color de frutos y flores, presentando protagonismo como atrayente de insectos polinizadores para la reproducción, también como vector para que los animales se alimenten con los frutos, contribuyendo al esparcimiento de

las semillas (Ávalos y Pérez-Urría, 2009). A continuación, descripción de los metabolitos secundarios de importancia para la investigación.

2.1.5. Metabolitos secundarios con acción antioxidante

La acción antioxidante es la cualidad que poseen ciertos metabolitos secundarios que consiste en suprimir la susceptibilidad a oxidarse y/o impedir la generación de sustancias reactivas al oxígeno (Avello y Suwalski, 2006). En tanto, Ávalos y Pérez-Urría (2009) señalan que los metabolitos secundarios están clasificados en cuatro grupos: terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides. De las cuales el grupo que cuenta con capacidad antioxidante son los compuestos fenólicos.

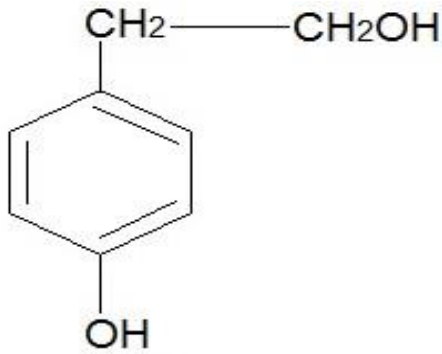


Figura 1. Tirosol, ejemplo de compuesto fenólico.

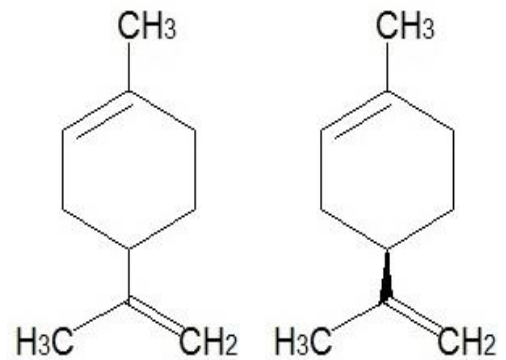


Figura 2. Monoterpeno monocíclico.

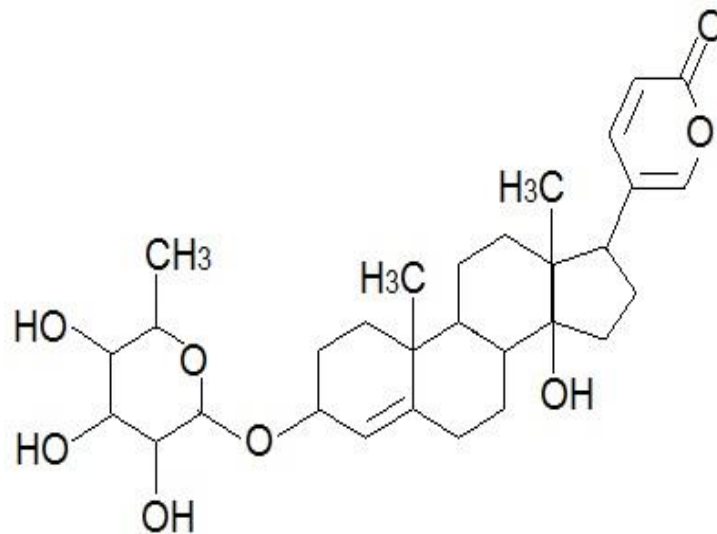


Figura 1. Estructura general de glicósido cardiotónico (bufadienólido).

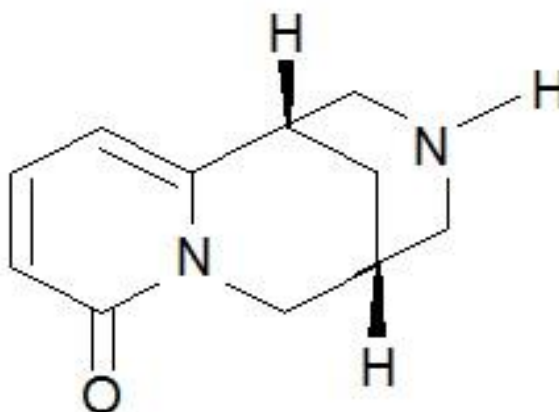


Figura 2. Estructura molecular de un alcaloide (citisina).

Los compuestos fenólicos contienen un aro aromático (fenol) con un conjunto hidroxilo, y reciben el nombre de polifenoles o fenilpropanoides. Es un conjunto muy variado que muestra desde moléculas muy simples como los ácidos fenólicos incluso polímeros más sofisticados como la lignina y los taninos. En el conjunto se hallan compuestos químicos como flavonoides, las cuales en su mayoría están inmersos en las interrelaciones planta herbívoro (Ávalos y Pérez-Urría, 2009).

La vía del ácido siquímico produce la mayoría de compuestos fenólicos en las plantas. A partir de eritrosa-4-p y de ácido fosfoenolpirúvico se produce una serie de reacciones químicas para biosintetizar el ácido siquímico y, derivados de este, aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptófano y tirosina) (Ávalos y Pérez-Urría, 2009).

La fenilalanina es el precursor de la mayoría de compuestos fenólicos. La enzima fenilalanina amonio liasa (PAL) cataliza la producción de ácido cinámico por anulación de una molécula de amonio de la fenilalanina; ahora bien, los ácidos trans-cinámico y p-cumárico se metabolizan para producir ácido ferúlico y ácido cafeico cuya finalidad es ser el precedente de otros subproductos más sofisticados: cumarinas, lignina, taninos, flavonoides e isoflavonoides (Ávalos y Pérez-Urría, 2009).

2.1.6. Polifenoles

En cuestión de valores numéricos es muy importante conocer la biodisponibilidad de polifenoles en las plantas, esto permitirá realizar una estimación de las cantidades de polifenoles que se podrían aprovechar, dado que, la forma en que se encuentran generalmente son ésteres, glucósidos o polímeros que son formas en las cuales no se pueden absorber. El

objetivo de conocer la biodisponibilidad de estos metabolitos es saber que polifenoles se absorben mejor esto en el caso sea de uso alimenticio. (Quiñones et al., 2012).

Generalmente los flavonoides son los que poseen mayor actividad neutralizadora, actúa sobre las ROS (Especies de oxígeno reactivo) básicamente como tampones (generan un radical menos activo con sus electrones deslocalizados), ahora bien, de acuerdo a las isomerizaciones y conjuntos funcionales que les son añadidas encontramos: flavanoles, flavonas, flavanonas, isoflavonas, antocianidinas y flavanoles. Ante sus propiedades antioxidantes se pueden atribuir acciones vasodilatadoras y vasoprotectoras, así como también sus acciones antitrombóticas, antilipémicas, antiateroscleróticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas. (Quiñones et al., 2012). Hasta este punto se ha dilucidado sobre la importancia de los polifenoles, ahora sus posibles usos.

2.1.7. Usos de los polifenoles en la salud

Efectos vasodilatadores: Varios estudios demuestran que los compuestos polifenólicos presentes en el vino inducen a la relajación endotelio-dependiente en los anillos de la aorta y arteria mesentéricas de ratas, mejora el proceso homeostático vascular (Quiñones et al., 2012).

Efectos antilipémicos y antiaterogénicos: Estudios realizados indican que los compuestos fenólicos reducen la aparición de aterosclerosis en las paredes arteriales (evitando la oxidación de los lípidos de baja densidad y las lipoproteínas de alta densidad) manteniendo un adecuado perfil lipoproteico. (Quiñones et al., 2012).

Efecto antitrombótico: Otro de los efectos de los compuestos fenólicos es también la inhibición de la segregación plaquetaria, evitando la segregación de agentes vasoconstrictores y agentes inflamatorios disminuyendo el riesgo de accidente vascular, específicamente la capacidad para inhibir enzimas implicadas en la síntesis de circosanoideos, el tromboxano A₂ (TXA₂), la ciclo-oxigenasa (COX) y la lipooxigenasa (LPO) (Quiñones et al., 2012).

Efecto antiinflamatorio: Investigaciones relacionadas a los compuestos fenólicos mencionan que pueden modular y mejorar los mediadores inflamatorios en pacientes con alto riesgo de enfermedad cardiovascular (Quiñones et al., 2012).

Efecto apoptótico y antiapoptótico: Otros estudios sobre los compuestos polifenólicos rescatan la acción apoptótica o antiapoptótica, es decir, apoptosis es muerte celular

programada, los flavonoides pueden modular el nivel de acción de factores pro-apoptóticos (Quiñones et al., 2012).

2.1.8. Flavonoides

Los flavonoides se particularizan por su configuración un armazón de carbonos de difenilpropanos, un puente formado por 3 carbonos y 2 aros de benceno, sumando un total de 15 carbonos (C6-C3-C6). La serie principal de tres carbonos puede configurar un aro pirano (C) cerrado unido a uno de los aros de benceno. Pudiendo presentarse como agliconas o enlazados con azúcares y/o ácidos orgánicos (Barrios y Bravo, 2020).

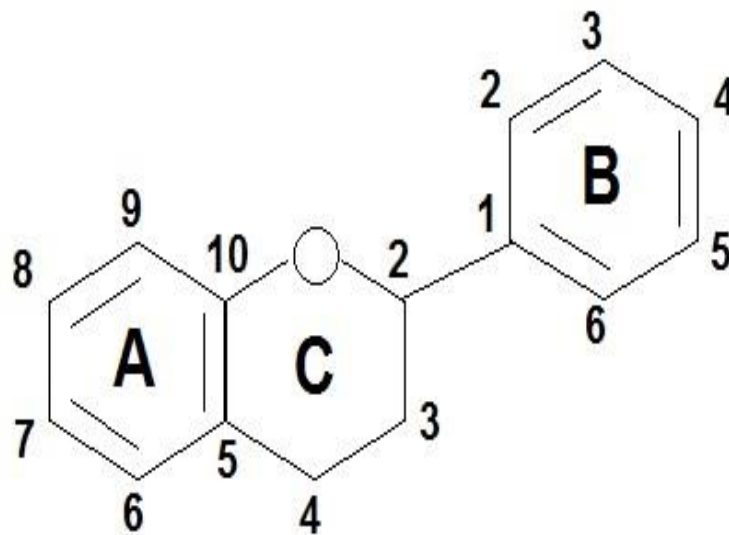


Figura 3. Estructura química básica de los flavonoides

En ensayos de concentración de los flavonoides se utilizan diluyentes orgánicos de diferentes polaridades, dependiendo de los objetivos o tipo de flavonoide en interés, es decir, para flavonoides de baja polaridad se usa hexano y/o cloroformo. Para flavonoides de media polaridad se usa acetato de etilo y para los de alta polaridad se usa butanol (Hernández et al., 2019).

Presentan una diversidad de metabolitos y se diferencian de acuerdo al nivel de oxidación del aro pirano, asimismo, su inmensa variedad es debido a la numerosa ocurrencia de los patrones de sustitución o la posición del aro bencénico en el aro pirano (Hernández et al., 2019). A continuación, la clasificación de los flavonoides:

Flavonoles: Se caracterizan por tener un armazón de 2-fenil-1-benzopirano-4-ona y una configuración con una insaturación (figura una doble unión) en medio de los carbonos C2 y

C3 del aro C, un grupo cetona en C4 y un grupo OH en la ubicación 3 del anillo. Los que componen este grupo son: quercetina, kaempferol, isorhamnetina y miricetina (Barrios y Bravo, 2020).

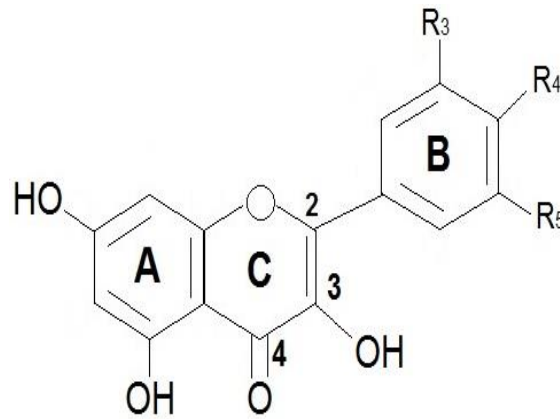


Figura 4. Estructura química básica de los flavonoles

Flavonas: Se identifican por la existencia de una conexión dual entre C2 y C3, y la adherencia del aro B a C2. Los representantes de este grupo son: apigenina, luteolina, crisina, acacetina, hispidulina, tricina, vitexina, isovitexina, orientina, nobiletina y tangeretina (Barrios y Bravo, 2020).

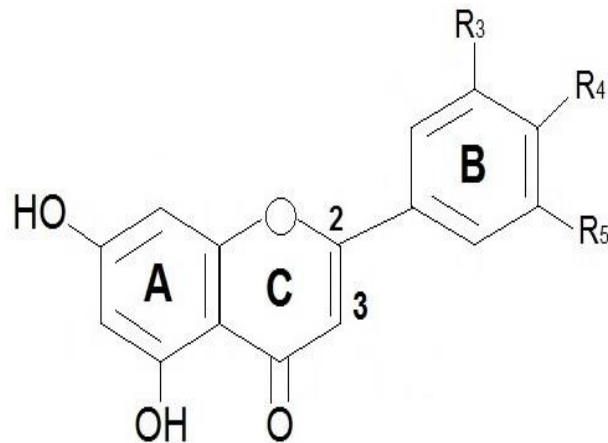


Figura 5. Estructura química básica de las flavonas.

Antocianidinas: Su composición esta precedida por la antocianidina (aglicon, cuya estructura básica es el flavilio que comúnmente actúa como catión) adherida a un azúcar por un vínculo glucosídico. Los representantes de este grupo tienen la nominación de: pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina (Barrios y Bravo, 2020).

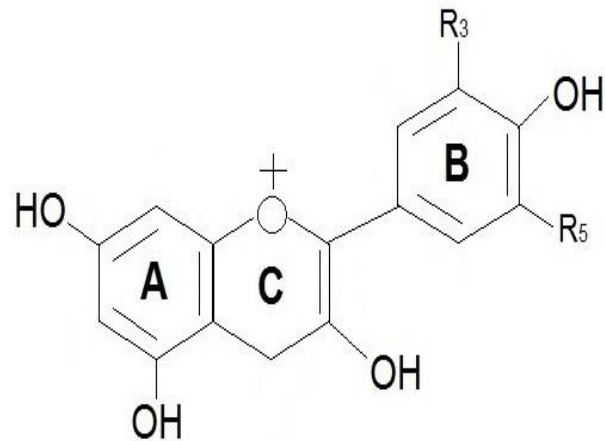


Figura 6. Estructura química básica de las antocianidinas.

Flavanoles: Denominados también flavan-3-oles. Los representantes de este grupo son: catequina, galato de epicatequina, epigalocatequina, galato de epigalocatequina, proantocianidinas, teaflavinas y tearubiginas. Se destaca que los dos átomos de carbono quirales de C2 y C3 de flavan-3-ol monomérico presentan 4 isómeros en cada posición de hidroxilación adherido en aro B (Barrios y Bravo, 2020).

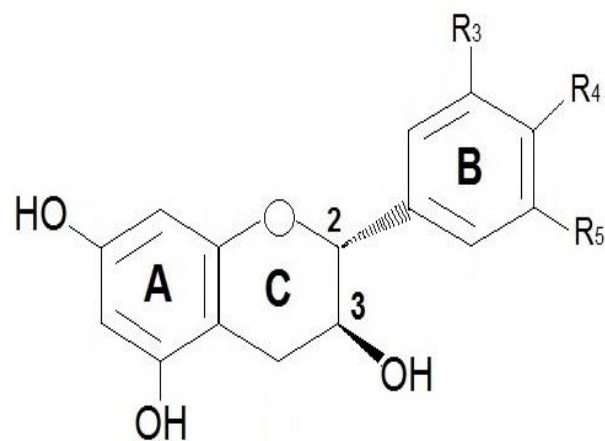


Figura 7. Estructura química básica de los flavanoles.

Flavanonas: Están distinguidos por un núcleo quiral en la ubicación C2 (existen isómeros) y la carencia de una conexión dual en medio de los carbonos 2 y 3. Aparecen con una configuración glicosilada unida con un disacárido en la ubicación C7 resultando glucósidos de flavanona. Los representantes de este grupo son: hesperidina, 7-rutinosidos, neohesperidina, naringina y hesperetina (Barrios y Bravo, 2020).

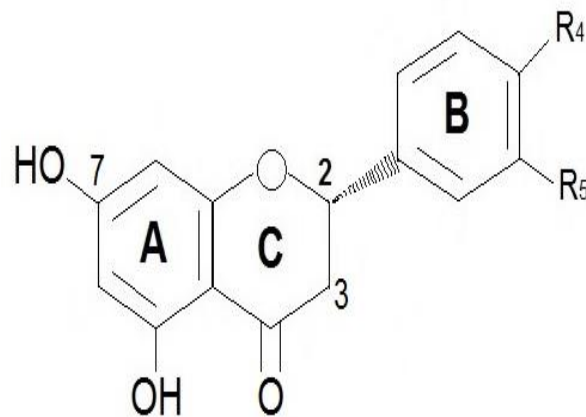


Figura 8. Estructura química básica de las flavanonas.

Isoflavonas: Se diferencian de las flavonas en la posición del conjunto fenilo. Poseen el aro B unido en C3 en vez de estar adherido a C2 similar a las flavonas. Los representantes de este grupo son: diadzeina y genisteina. Cabe mencionar que, en las leguminosas, la enzima 2-hidroisoflavanona sintasa incluye el medio biosintético de isoflavona (Barrios y Bravo, 2020).

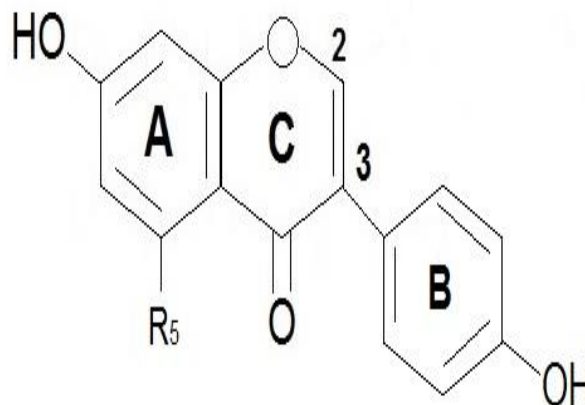


Figura 9. Estructura química básica de las isoflavonas

2.1.9. Radicales libres

Una sustancia reactiva al oxígeno es aquel compuesto químico que presenta en su estructura molecular uno o más electrones no apareados y es enormemente reactiva. Son liberados durante las reacciones metabólicas e incluso se generan en las poluciones, radiaciones (ultravioletas, gamma, hertziana) entre otros (Coronado et al., 2015).

Según Avello y Suwalsky (2006), las sustancias reactivas al oxígeno no son esencialmente dañinos, ya que son producidas moderadamente por nuestro propio organismo para reprimir virus y bacterias.

2.1.10. Perspectiva de los antioxidantes y especies reactivas del oxígeno (ROS)

El envejecimiento está relacionado a procesos no genéticos que incluye radicales libres o el estrés oxidativo. Ahora bien, las ROS pueden alterar la membrana mitocondrial o al ADN mitocondrial lo que conlleva más producción de ROS, en consecuencia, más daño y aumento del estrés oxidativo (Coronado et al., 2015). Asimismo, Avello y Suwalsky (2006) mencionan que contribuye o retroalimenta el incremento de afecciones decadentes la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer.

Es probable que el ejercicio físico aislado aumente el daño oxidativo y en contraposición el entrenamiento regular y sistematizado reduzca estos efectos. Como representante de los grupos de sustancias antioxidantes con acción vasodilatador, antilipémicos o antiescleróticos están los polifenoles (Coronado et al., 2015).

Según Coronado et al. (2015) como fuentes exógenas principales se encuentran los flavonoides y los taninos. En el grupo de los flavonoides están: antocianidinas, catequinas, citroflavonoides, isoflavonoides, proantocianidinas y leucoantocianidinas. Mientras los taninos presentan astringencia como principal característica, y son usadas en la industria cosmética y alimenticia.

2.1.11. Radical 2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

La sustancia reactiva al oxígeno DPPH, es un compuesto químico que se somete a la acción de los polifenoles para estudiar la inhibición (Hiramatsu et al., 1997). Sufre decoloración por la cisteína, glutatión, ácido ascórbico, tocoferol y otros (Blois, 1958).

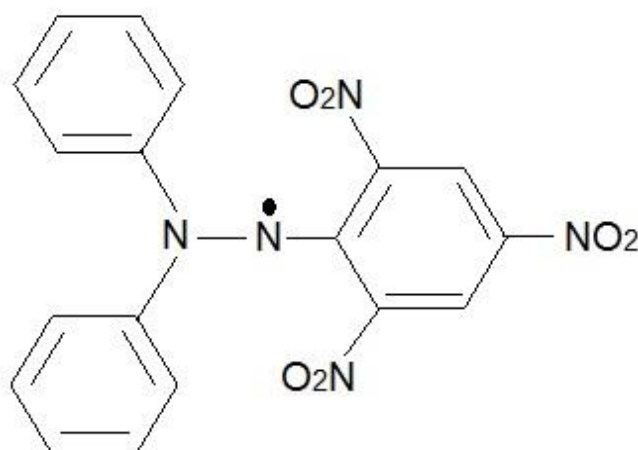


Figura 10. Estructura química básica del DPPH.

Según Lebeau et al. (2000) el comportamiento de la reacción reside en extraer un átomo de hidrógeno de un fenol otorgante (el hidrógeno captado se une en el nitrógeno desapareado) para dar difenilpicrilhidrazina y un radical fenoxil. Además, Brand-Williams et al. (1995) indica que la conversión de color de violeta a amarillo advierte inhibición.

2.2. Estado del arte

En una investigación realizada se afirma que Mosquera et al. (2015) hallaron alcaloides, fenoles, flavonoides, saponinas y terpenos, en los concentrados de acetona y etanol en los culmos de *G. angustifolia*. También aseguran que la presencia de flavonoides en los concentrados de acetona y etanol superior a diferencia de los acuosos. Asimismo, luego de someter a pruebas de capacidad antioxidante los resultados obtenidos fueron expresados en equivalente trolox (umol Trolox/g de muestra), de las cuales se obtuvieron < a 46 umol Trolox/g de muestra usando como solvente acetona y > a 80 umol Trolox/g de muestra usando como solvente etanol.

Por su parte, Hernández (2008) realizó estudios usando culmos de *G. angustifolia*, indica que en disolventes no polares como compuesto mayoritario se encontró el tetraetil silicato (antioxidante); mientras que, en disolventes con polaridad media como compuesto mayoritario se encontró al diacetona alcohol (usado en la conservación de fármacos) y al dietilenglicol (usado en productos farmacéuticos); y en disolventes polares se determinaron la presencia de flavonoides (antioxidantes) que son pigmentos vegetales no nitrogenados.

Durango et al. (2015) mencionan que en estudios realizados en las hojas de *G. angustifolia* se revelaron la presencia de cardiotónicos, aminoácidos, triterpenoides y esteroides, flavonoides (incluyendo las leucoantocianidinas) y compuestos fenólicos. Por otro lado, Arboleda et al. (2012) determinaron varios compuestos de interés entre los cuales se encuentran el p-guayacol, fenol, siringol y el 1,2-bencenodiol presentes en extractos obtenidos del proceso de pirolisis de los culmos de *G. angustifolia*.

Por otro lado, Peña y Pinzón (2015) identificaron 41 compuestos en el culmo de la especie *G. angustifolia*, a partir de extractos obtenidos por pirólisis, siendo los compuestos fenólicos el grupo principal, seguido de aldehídos y cetonas, furanos, piranos y ésteres. Asimismo, sus resultados de cuantificación polifenoles fueron mostrados en equivalente de ácido gálico (mg AG/ml de extracto), obteniendo como valor 39,5 mg AG/ml de extracto.

Para la prueba de capacidad antioxidante el valor obtenido esta expresado en porcentaje de inhibición siendo 70,975%.

Akakabe et al. (2014) determinaron 11 compuestos orgánicos volátiles en vinagre de bambú (*Phyllostachys pubescens* (Pradelle) Mazel ex J. House) obtenidos de procesos de pirolisis del culmo, tales como, 2-ciclopenten-1-ona, ácido acético, ácido furfural, ácido propiónico, 2,3-dimetil-2-ciclopenten-1-ona, ácido butírico, ácido 3-metilo-1,2-ciclohexadiona, guayacol, fenol, p-cresol y siringol; que son los responsables de los olores característicos a ahumado y medicinal del vinagre de bambú.

Por su parte, Soesanto (2018) recabó la presencia de fitofenol, lignofenol, polifenoles, flavonoides, c-glucósidos y ácido p-cumárico, tricina (5, 7,4'-trihidroxi-3',5'-dimetoxiflavona), curcumina, vitexina y orientina en brotes de *Gigantochloa apus* kurz. En las pruebas de capacidad antioxidante obtuvo sus resultados en porcentaje de inhibición, destacando un 72,32% usando como solvente metanol y 58,81% usando como solvente etanol.

Asimismo, Yactayo (2021) observó presencia abundante de flavonoides y taninos, moderadamente figura la saponina, triterpenos, esteroides y antocianinas, también, presencia regular de cumarinas en folios y corteza de *Miconia barbeyana* Cogniaux. Posteriormente cuantificó polifenoles y flavonoides totales en extractos acuosos, obtuvo como valores $173,97 \pm 2,38$ mg EAG/g MS y $33,3 \pm 0,92$ mg EC/g MS en corteza. Por último, evaluó la capacidad antioxidante obteniendo como valor $8,89 \pm 0,09$ MTE/g MS en corteza de la especie en mención.

Soro et al (2019), comprobaron la presencia de flavonoides, fenoles, taninos, lípidos, cardiotónicos, saponinas, y cardenolidos en hojas y tallo de *Sapium haetomaspermum* Mull. Arg. y *Baillonia amalis* Bocq. Seguidamente calcularon la cantidad de flavonoides totales en extractos hidroalcohólicos (tintura) obteniendo como valores: $12,20 \pm 0,11$ y $12,6 \pm 1,1$ mg EQ/g MS y se estipularon la capacidad antioxidante en extractos hidroalcohólicos obteniendo como valores $1906 \pm 3,4$ y $670,8 \pm 2,1$ μ MTE/g MS en hojas y tallos mezcladas de *S. haetomaspermum* y *B. amabilis* respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Central de Investigación y Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) que se localiza a 1,5 km desde la ciudad de Tingo María.

3.1.1. Ubicación geográfica

Geográficamente está localizado en las coordenadas UTM: 390189 Este y 8970788 Norte.

3.1.2. Ubicación política

Políticamente se localiza de la siguiente manera:

Región : Huánuco
Provincia : Leoncio Prado
Distrito : Rupa Rupa
Ciudad : Tingo María

3.1.3. Altitud

La altitud determinada del lugar donde se ejecutó el presente estudio corresponde a los 660 m.s.n.m.

3.1.4. Características climáticas

El clima característico en Tingo María es el tropical, cuyas temperaturas oscilan alrededor de los 22,4° C llegando hasta los 34,4° C y la humedad relativa en promedio es de 84%. La precipitación pluvial media anual fue de 3200 mm. En tanto, el BRUNAS está situado a 804 msnm con una HR media de 84 % y una T° media anual de 24°C, las PP pasan de 3000 mm, siendo poco frecuente las lluvias. Unidad fisiográfica de terraza media (Caballero, 2010).

3.1.5. Procedencia de la materia prima

El material vegetal que se usaron fueron hojas en estado vegetativo maduro de la especie *G. apus*, las muestras fueron colectadas dentro del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) cuyas coordenadas de la mata son: 0390690 E y 8970719 N (Fernández, 2018) y las hojas de *G. angustifolia* fueron colectadas en el Fundo de la Facultad de Agronomía cuyas coordenadas de la mata son: 0390482 E y 8970100 N (Aquino, 2019), Tingo María.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Entre los materiales de laboratorio que se utilizaron fueron: Micropipetas de 10-100 uL, 100-1000 uL marca Gilson, cubetas de poliestireno de 1500 uL (1 cm x 1 cm x 4,5 cm), gradilla, microtubos de 1,5 ml y tubetes de 45 ml.

Entre los equipos se consideró el uso del Espectrofotómetro (UV Visible) Genesys 6 Uvnis, estufa marca Memmert INB 500, balanza analítica marca Sartorius y homogenizador marca SciLogex SCI-0330-Pro. Material de uso común de laboratorio.

Se utilizaron los siguientes reactivos: Reactivo de Dragendorff, Wagner, Mayer, FeCl_3 10%, HCl cc, reactivo gelatina-sal, H_2O_2 20%, H_2SO_4 50%, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 4% con CH_3COOH 0.5%, tolueno, Kedde (soluciones A y B), Folin-Ciocalteu 2 N 1/10 v/v, Na_2CO_3 7.5%, ácido gálico 1000 ug/ml, etanol al 70% y 96% y también se consideró el uso de 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) sustancia reactiva al oxígeno.

3.2.2. Métodos

3.2.2.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se realizó es puro, exploratorio y experimental, dado que se tiene como objetivo la obtención de conocimientos, sirviendo como base para otras investigaciones y realicen un análisis de la temática tratada replicando un fenómeno específico, simultáneamente observando el grado en que las variables manipuladas producen un efecto determinado (Hernández et al. 2014).

El nivel de estudio es relacional en consecuencia de que se muestra la dependencia entre eventos y el análisis estadístico permite hacer asociaciones, correlaciones y medidas de correlación (Hernández et al. 2014).

3.2.2.2. Evaluación cualitativa de los tipos de metabolitos secundarios en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

- a. **Obtención de las muestras.** Para la colecta de la materia prima se taló algunos culmos del bambú en tres matas diferentes del mismo lugar según la ubicación de cada especie, luego se procedió a cortar las ramas de la copa iniciando desde la parte basal hasta el ápice. Para mitigar el deterioro de las muestras simultáneamente se colocaron en sobres herméticos solamente las hojas, por separado para cada mata (Domínguez, 1988).
- b. **Preparación de las muestras.** Posteriormente se realizó el pre secado en secador solar durante 48 horas. La muestra vegetal también fue secada durante 8 horas a temperatura de 40°C \pm 5°C en una estufa, luego se procedió a realizar la molienda en un molino de cuchillas con tamiz de 1 mm. Seguidamente, la muestra vegetal molida se almacenó en frascos herméticos de vidrio color ámbar (Lock, 1994).
- c. **Obtención del extracto.** El extracto se obtuvo a partir de maceración durante 24 horas de 100 g del material vegetal molido (mezclado de las tres matas por especie) en etanol 70% en un frasco de vidrio seco, limpio y de color ámbar a temperatura ambiente; luego se filtró el extracto empleando algodón 100% natural (Guerrero, 2018).
- d. **Determinación de los metabolitos secundarios.** El tamizaje fitoquímico se realizó en los extractos etanólicos efectuándose la determinación de alcaloides (ensayo de Dragendorff, Wagner y Mayer), taninos (ensayo de cloruro férrico y gelatina-sal), cumarinas (ensayo con etanol e hidróxido de sodio), flavonoides (ensayos con limaduras de Mg y HCl cc), triterpenos (ensayo con C₄H₆O₃ y H₂SO₄ cc), saponinas (prueba de espuma), quinonas (ensayo con NaOH 5% con NH₃) y glicósidos cardiotónicos (ensayo de Kedde) y antocianinas (ensayo con NaOH diluido y ácido mineral diluido) (Guerrero, 2018). Para la lectura de las observaciones se tuvo en cuenta la

siguiente simbología: Presencia abundante [+++], moderada [++], leve [+] y ausencia [-].

3.2.2.3. Cuantificación de polifenoles totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

a. Preparación de los extractos. Para extractos etanólicos, se realizó por maceración durante 24 horas en tubetes de 45 ml a razón de 1 g de materia seca/20 ml de etanol al 70°, en agitación bajo sombra a temperatura ambiente. Después el sobredenante se vertió en microtubos de 1500 uL de volumen, centrifugados a 1000 rpm/5 min a 4°C (Lock, 1994).

Para extractos metanólicos acidificado, se realizó por maceración durante 24 horas en tubetes de 45 ml en proporción 1 gr de materia seca/20 ml de metanol con HCl al 0,1%, en agitación bajo sombra a temperatura ambiente. Después el sobredenante se vertió en microtubos de 1500 uL de volumen, centrifugados a 1000 rpm/5 min a 4°C (Lock, 1994).

Para extractos acuosos, se hizo por infusión en el transcurso de 5 minutos con agua (95° C), tubetes de volumen 45 ml en proporción de 1 g de materia seca/20 ml de agua (95° C). Después se dejó que enfriara a temperatura ambiente y el sobredenante se vertió en microtubos de 1500 uL de volumen, centrifugados a 1000 rpm/5 minutos a 4°C (Lock, 1994).

b. Cuantificación de los polifenoles totales en las hojas de las dos especies de bambúes. Se realizó mediante el método Folin-Ciocalteu que permite un acortamiento del tiempo en los análisis y uso de estándares de ácido gálico (Saucier y Waterhouse, 1999).

A fin de elaborar la curva estándar de ácido gálico (AG) se diluyó dosis desde 10 ug/ml hasta 100 ug/ml, luego se adiciona agua destilada a cada dilución concentrada y se homogeniza. Para el caso del blanco se mezcló 100 uL de agua destilada y 500 uL de solución de fenol Folin-Ciocalteu 1:10 (Folin Ciocalteu-Agua destilada) y se homogeniza durante 10 segundos. Para las muestras se agregó 100 uL del extracto diluido (acuoso y etanólico) más 500 uL de reactivo de Folin-Ciocalteu 1:10 (Folin Ciocalteu-Agua destilada)

se deja reposar 5 minutos y luego se agregó 400 uL de Na₂CO₃ al 7,5%, se incubó durante 2 horas a condiciones naturales en ausencia de luz; finalmente se registró la absorbancia por espectrofotómetro (UV visible) a 734 nm. La cantidad de polifenoles de las muestras se denotó en mg de ácido gálico equivalente (EAG)/100 g de muestra seca.

3.2.2.4. Cuantificación de flavonoides totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

Se realizó mediante el método colorimétrico para cuantificación de flavonoides según Amaya y Portillo, (2013).

A fin de elaborar la curva estándar de catequina se diluyó dosis desde 10 ug/ml hasta 100 ug/ml, luego se adiciona agua destilada a cada dilución concentrada y se homogeniza. Para el caso del blanco se mezcló 100 uL de agua destilada y 30 uL de nitrito de sodio al 5%, 30 uL, cloruro de aluminio al 10%, 200 uL de hidróxido de sodio 1M y se homogeniza. Para el caso de las muestras se agregó 100 uL de muestra se mezclaron con 30 uL de nitrito de sodio al 5%, 30 uL cloruro de aluminio al 10%, 200 uL de hidróxido de sodio 1M y 640 uL de agua, la mezcla se dejó reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos con agitación intermitente. La absorbancia de la mezcla se midió a 344 nm. Los resultados fueron expresados en mg equivalentes de catequina por 100 g de muestra seca.

3.2.2.5. Determinación de capacidad antioxidante en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

Para determinar la capacidad antioxidante de los polifenoles totales en los extractos se recurrió a la técnica explicada por Brand-Williams et al. (1995) que también usa el DPPH con ácido ascórbico, isoeugenol y 6-tocoferol.

Se tomó en cuenta el efecto que produce los antioxidantes frente a los radicales libres (el radical libre dona un hidrogeno al antioxidante y es capturado). A partir de los extractos a obtenerse de las hojas se diluyeron 5 concentraciones diferentes. Para el caso del blanco se mezcla agua y etanol proporción 2:1 respectivamente. Para el control se agregó 25 uL de agua destilada y luego 975 uL de la dilución DPPH (100 uM) en metanol. Para las muestras se colocaron 25 uL de cada dilución preparada del extracto y agregar 975 uL de la dilución del radical DPPH (100 uM) en metanol y luego fueron ubicados en un ambiente oscuro a

temperatura ambiente. Después se midió la absorbancia de cada muestra a 515 nm durante 10 minutos o hasta que se manifieste un valor de absorbancia constante.

El porcentaje de inhibición fue calculado con la ecuación (1):

$$\%Inhibicion = [(A_c - A_m)/A_c] \times 100 \quad (1)$$

Donde:

A_c : Lectura de absorbancia del control

A_m : Lectura de absorbancia de la muestra

La inhibición de los radicales libres por los antioxidantes presentes en el extracto acuoso o etanólicos fue determinado por la decoloración de violeta a amarillo. A medida que mayor sea la acción de los antioxidantes la absorbancia va disminuyendo. Los resultados se expresaron como IC_{50} .

3.2.3. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Experimental de Parcelas Divididas (DPD) con un arreglo factorial de 2A X 3B y tres bloques (matas).

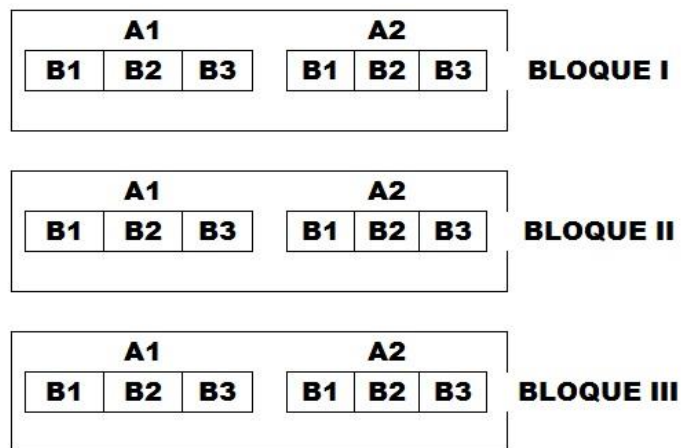


Figura 11. Diseño experimental.

De acuerdo con el diseño experimental se tienen los siguientes factores: Factor A (especie de bambú): *Guadua angustifolia* Kunth y *Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz y factor B (extractante): extracto en etanol 70%, extracto en metanol acidificado y extracto en agua a 95°C, por lo tanto, los tratamientos considerados son los siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Tratamientos considerados para la investigación experimental.

Tratamiento	Descripción
T ₁	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth y extracto en etanol 70%
T ₂	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth y extracto en metanol acidificado
T ₃	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth y extracto en agua a 95°C
T ₄	<i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz y extracto en etanol 70%
T ₅	<i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz y extracto en metanol acidificado
T ₆	<i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz y extracto en agua a 95°C

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el ANVA, en la que considera tratamientos primarios (especie) y tratamientos secundarios (extractante), también la interacción del extractante y especie, a continuación, el modelo de análisis de la varianza:

Tabla 2. Modelo de análisis de varianza para polifenoles totales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloques (matas)	(r - 1)	SC _{bloques}		
Especie (A)	(a - 1)	SC _A	SC _A /(a - 1)	CM _A /CM _a
Error (a)	(r - 1)(a - 1)	SC _{subt} - SC _{bloques} - SC _A	SC _a /GL _a	
Subtotal		SC _{subtotal}		
Extractante (B)	(b - 1)	SC _B	SC _B /(b - 1)	CM _B /CM _b
Interacción (AB)	(a - 1)(b - 1)	SC _{AB}	SC _{AB} /(a - 1)(b - 1)	CM _{AB} /CM _b
Error (b)	a(b-1)(r-1)	SC _{total} - SC _{subt} - SC _B - SC _{AB}	SC _b /a(b - 1)(r - 1)	
Total	abr - 1	SC _{TOTAL}		

Asimismo, se usó el software libre InfoStat mediante un análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Tukey a un nivel de confianza de 99%.

El modelo aditivo del experimento está representado por la siguiente ecuación (2):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \epsilon_{ijk} \quad (2)$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación de la variable respuesta

μ = Efecto medio verdadero (media general)

α_i = Efecto de la especie de bambú (Factor A)

β_j = Efecto del bloque (mata)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto interacción especie de bambú y bloque

ρ_k = Efecto del extractante (Factor B)

$(\alpha\rho)_{ik}$ = Efecto interacción entre especie de bambú y extractante

ϵ_{ijk} = Error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación cualitativa de los metabolitos secundarios en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

En las dos especies en estudio, se encontró similares metabolitos secundarios, mostrando la presencia de flavonoides de manera moderada, la leucoantocianidina, alcaloides y saponinas fueron leves, mientras que los triterpenos se encontraron abundantes (**Tabla 3**).

Tabla 3. Metabolitos secundarios encontrados en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Metabolito	<i>G. angustifolia</i>	<i>G. apus</i>	Reactivos
Alcaloides	+	+	Dragendorff, Wagner y Mayer
Flavonoides	++	++	Limaduras de Mg y HCl cc
Cardiotónicos	-	-	Kedde
Leucoantocianidinas	+	+	HCl cc
Saponinas	+	+	Agitación
Taninos	-	-	Cloruro férrico y gelatina-sal
Triterpenos	+++	+++	C ₄ H ₆ O ₃ y H ₂ SO ₄ cc
Quinonas	-	-	NaOH 5% con NH ₃
Antocianinas	-	-	NaOH diluido y ácido mineral diluido
Cumarinas	-	-	Etanol e hidróxido de sodio

Presencia abundante [+++]; moderada [++]; leve [+] y ausencia [-].

Como se puede apreciar en la **Tabla 3**, indica que la presencia de alcaloides en *G. angustifolia* y *G. apus* es leve, ya que solo hubo bajas precipitaciones, mas no hubo coloraciones con los reactivos Dragendorff, Wagner y Mayer. Esto se corrobora con la investigación presentada por Mosquera et al. (2015), que menciona haber encontrado alcaloides en concentrados de acetona y etanol en cañas de *G. angustifolia*. Mientras que para flavonoides su presencia es moderada, ya que hubo coloraciones rosadas, mas no hubo coloraciones lilas donde se usó limaduras de magnesio y ácido clorhídrico concentrado. La coloración observada en la prueba para flavonoides puede ser afectado por la concentración del extracto, que a su vez esta es afectado por el tamaño de partícula de la muestra (Durango

et al., 2015). La presencia de cardiotónicos fue nula, porque no hubo coloraciones violetas o purpuras con el reactivo Kedde; sin embargo, Durango et al. (2015) mencionan que en su investigación encontraron cardiotónicos. Se puede alegar que la presencia de los cardiotónicos, se deba a que el tamaño de partícula de muestra que usó (hojas) para la obtención del extracto fue de 64 μm , mucho más inferior a la usada en la presente investigación (1 mm).

Asimismo, se encontró una cantidad leve de leucoantocianidinas, porque se observó una coloración rojiza muy baja usando ácido clorhídrico concentrado, sometiendo luego a baño María. De igual modo, la presencia de saponinas fue leve, tal y como indica Mosquera et al. (2015). En tanto, la presencia de triterpenos fue abundante, dado que se observó una coloración verde usando anhídrido acético y ácido sulfúrico concentrado, coincidiendo con los reportes de Durango et al. (2015). La presencia de taninos es nula, debido que no presento reacción con el ensayo asignado, lo mismo sucedió para la prueba de quinonas, antocianinas y cumarinas.

Por su parte Yactayo (2021) observó presencia abundante de flavonoides y taninos, presencia moderada de saponina, triterpenos, esteroides y antocianinas, asimismo, existencia regular de cumarinas en folios y corteza de *Miconia barbeyana* Cogniaux. Mientras tanto Soro et al. (2019) comprobaron la presencia de flavonoides, fenoles, taninos, lípidos, cardiotónicos, saponinas y cardenolidos en hojas y tallo de *Sapium haematospermum* Mull. Arg. y *Baillonia amalis* Bocq. Análogamente Tello (2015) recabó la baja presencia de triterpenos, aminoácidos, fenoles, taninos, antocianidinas, lactonas y flavonoides en hojas, tallos y raíces de *Pettiveria alliacea* L. Asimismo Bucay (2009) constató la presencia de alcaloides, triterpenos, esteroides, lactonas, cumarinas, fenoles, taninos, azúcares reductores y saponinas en hojas y tallos de *Hybanthus parvifloras* (violetilla). Por último, Ochoa y Sarmiento (2018) demostraron la presencia de alcaloides, triterpenoides, saponinas, fenoles, taninos, flavonoides y quinonas en ramas y hojas de *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC. Se denota que en comparación con las especies de bambúes estas especies en mención poseen ciertos metabolitos secundarios adicionales, entre ellas, lactonas, azúcares reductores, lípidos y aminoácidos que son propios para determinadas especies estando sujetas a las diversas funciones que cumplen, mecanismos de defensa y/o atracción de polinizadores, así como también factores externos o intrínsecos.

4.2. Cuantificación de los polifenoles totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

El uso de Etanol como extractante en *G. angustifolia* elevó la cantidad de extractivos donde la media fue de 974,83 mg EAG/100 g de muestra, superando a la cantidad de extractivos obtenidos luego de emplear metanol acidificado y el menor valor se obtuvieron al utilizar agua (infusión); comportamiento diferente se observó al utilizar como objeto de estudio a la especie *G. apus*, en donde se obtuvo mayor promedio de extractivos al emplear metanol acidificado y en el caso del agua (infusión) se mantuvo la inferioridad de extractivos (**Anexo I Tabla 8**).

Los datos registrados de la cantidad de polifenoles totales, se muestra que hubo homogeneidad de valores entre los bloques utilizados (N), mientras que en caso de la totalidad de grupos por especie se incrementó ligeramente la variabilidad de los resultados (**Anexo I Tabla 8**).

Los bloques o matas de cada especie no repercutieron de manera diferente sobre la existencia de polifenoles totales en las especies en estudio, mientras que, en caso de las especies se encontró diferencias estadísticas respecto a la variable evaluada, no encontrándose interacción entre las especies y las matas donde se extrajeron las muestras de las hojas (**Anexo I Tabla 9**).

El uso de los diferentes extractantes repercutió de diferente manera sobre la cantidad de polifenoles totales; además, se encontró interacción entre las especies de bambúes empleadas en el presente estudio con las categorías de la variable extractante; en caso de la variabilidad de los datos respecto a la variable en mención, se determinó alta homogeneidad de los datos (**Anexo I Tabla 9**).

En la comparación de las medias de las conjugaciones originadas por las categorías de ambas variables en investigación, se determinó que emplear el etanol como extractante en hojas de la especie de bambú *G. angustifolia* extrajo mayor promedio de 974,83 mg EAG/100 g, mientras que la menor cifra de los polifenoles totales se extrajo en la especie de bambú *G. apus* por medio de la infusión en agua caliente que alcanzó solamente un promedio de 619,18 mg EAG/100 g (**Tabla 4**).

Tabla 4. Comparación de medias para los polifenoles totales en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractantes.

Mérito	Descripción	N	Media (mg EAG/100 g)	Subconjunto
1	Guadua-Etanol (70%)	3	974,83	a
2	Guadua-Metanol (acidificado)	3	935,77	b
3	Guadua-Agua (infusión)	3	886,96	c
4	Gigantochloa-Etanol (70%)	3	861,16	d
5	Gigantochloa-Metanol (acidificado)	3	658,23	e
6	Gigantochloa-Agua (infusión)	3	619,18	f

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la **Tabla 4**, se puede apreciar que existe una diferencia de valores obtenidos entre especies y tipos de extractante, dado que dependen de sus propiedades químicas, tal y como asegura Mosquera et al. (2015) en su investigación indica que en los extractos realizados con acetona y etanol pudo reportar mayor presencia de sustancias fenólicas a comparación con los acuosos. Asimismo, las diferencias de contenido de polifenoles totales entre especies se pueden atribuir a sus propias características intrínsecas, por ejemplo, potencial genético; y/o factores externos ambientales (tipo de suelo, clima, disponibilidad de agua, etc.).

También se muestra que existe diferencia entre tratamientos, siendo el factor B (extractante) el que influye significativamente, coincidiendo con lo expresado por Arboleda et al. (2012) en su investigación menciona que con el uso de diferentes solventes, se obtiene extractos con una cantidad de componentes que pueden presentar reacciones sinérgicas o antagónicas, es decir, cada componente interacciona de acuerdo a sus propiedades y naturaleza que presenta, pudiendo influir positivamente o negativamente sobre la variable en estudio. Esta interacción a su vez está sujeta al nivel de desempeño, conocimientos y metodología aplicada por el investigador.

Por otro lado, Guanilo (2021) estimó la cantidad de polifenoles totales en extractos hidroalcohólicos de siete plantas medicinales, obtuvo como valores: $74,229 \pm 5,12$ mg EAG/g MS; $96,326 \pm 3,13$ mg EAG/g MS; $18,669 \pm 1,62$ mg EAG/g MS; $132,814 \pm 3,45$ mg EAG/g MS; $193,418 \pm 5,25$ mg EAG/g MS; $51,224 \pm 1,46$ mg EAG/g MS y $29,855 \pm 0,22$ mg EAG/g MS en hoja y tallo (excepto *Eucalyptus globulus* L.) de *Artemisia absinthium* L.,

Osimum basilicum L., *Azadirachta indica* A. Juss., *Rosmarinus officinalis* L., *Eucalyptus globulus* L., *Minthostachys mollis* (Benth.) Griseb. y *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. respectivamente. En tanto Ordoñez et al. (2011) calcularon la cantidad de polifenoles totales en extractos etanólicos, obtuvieron como valores: $16,466 \pm 0,40$ g EAG/100g MS y $15,388 \pm 0,22$ g EAG/100g MS en hojas tiernas de la especie *Psidium guajara* L. (variedades rosada y blanca respectivamente). Análogamente Anusic (2011) midió la cantidad de polifenoles totales en extractos metanólicos, obtuvo como valores: 5,23 g EAG/100g MS; 4,86 g EAG/100g MS y 3,64 g EAG/100g MS en hojas y tallo de *Ilex paraguayensis* var. *Paraguayensis*, yerba mate despalada comercial y yerba mate con palo comercial respectivamente. Por último, Yactayo (2021) cuantificó polifenoles totales en extractos acuosos, obtuvo como valor $173,97 \pm 2,38$ mg EAG/g MS en corteza de *Miconia barbeyana* Cogniaux. Entre las especies mencionadas *M. barbeyana*, *E. globulus* y *R. officinalis* poseen mayor cantidad de polifenoles totales comparando con los valores obtenidos en esta investigación, asimismo, la especie *I. paraguayensis* presenta menor cantidad de polifenoles totales. Las diferencias se atribuyen a sus características genotípicas.

4.3. Cuantificar los flavonoides totales en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

El uso de etanol como extractante en *G. angustifolia* registró mayor promedio de flavonoides extraídos con un valor de 343,15 mg EC/100 g de muestra, de manera similar se extrajo mayores flavonoides con etanol en *G. apus* donde la media obtenida fue 294,74 mg EC/100 g de muestra. Los resultados en cada bloque (matas) generaron valores muy similares lo que se traduce en una baja tasa del coeficiente de variación (**Anexo I Tabla 10**).

Las matas de bambúes no repercutieron de manera diferente sobre la cantidad de flavonoides, pero en caso de las especies, se ha observado diferencias estadísticas significativas sobre la variable mencionada; a esto se le añade que, no hubo interacción de las matas con las especies (**Anexo I Tabla 11**).

Para el caso de los extractantes utilizados, se muestra alta significancia sobre los flavonoides totales; además, existe interacción de las especies de bambúes con las categorías de los extractantes utilizados, mostrando una baja tasa del coeficiente de variación en el análisis de la varianza determinada (**Anexo I Tabla 11**).

En la comparación de medias de las combinaciones en estudio, se determinó que mayor cantidad de flavonoides totales se obtuvo al utilizar el extractante etanol en la especie *G. angustifolia* con una media de 343,15 mg EC/100 g, el cual fue superior estadísticamente a las demás combinaciones, en el caso de emplear la técnica de extracción por medio de decocción (agua) en la especie *G. apus*, se registró el menor promedio con un valor de 195,51 mg EC/100 g, siendo también el valor promedio inferior a todos los extractantes utilizados en la especie *G. angustifolia* (**Tabla 5**).

Además, es notorio que *G. angustifolia* es la especie que presenta mayor cantidad de flavonoides totales en comparación a los que contiene *G. apus*, ya que los tres subconjuntos de mayor mérito fueron alcanzados por *G. angustifolia* y los demás tres últimos lo abarcaron la otra especie en estudio (**Tabla 5**).

Tabla 5. Comparación de medias para los flavonoides totales en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractivos.

Mérito	Descripción	N	Media (mg EC/100 g)	Subconjunto
1	Guadua-Etanol (70%)	3	343,15	a
2	Guadua-Metanol (acidificado)	3	294,74	b
3	Guadua-Infusión	3	269,66	c
4	Gigantochloa-Etanol (70%)	3	235,78	d
5	Gigantochloa-Metanol (acidificado)	3	202,55	e
6	Gigantochloa-Infusión	3	195,51	f

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la **Tabla 5**, se observa que tanto la especie y el extractante usado influyeron notoriamente en la diferencia de los valores obtenidos, tal resultado lo explica Hernández (2008), en su investigación destacó que en disolventes no polares se encontró más abundante el tetraetil silicato; en disolventes con polaridad media encontró diacetona de alcohol y dietilenglicol y, en disolventes polares como compuesto mayoritario flavonoides.

En la **Tabla 5**, se muestra que existen diferencia entre los tratamientos, indicando una correlación alta entre la existencia de polifenoles totales y la existencia de flavonoides totales. En tanto, el factor B (extractante) nuevamente presenta alta significancia; lo mismo ocurre con Durango et al. (2015), en su investigación reporta que obtuvo leucoantocianidinas en

solventes polares y los demás flavonoides en solventes de baja polaridad, asimismo que el tamaño de partícula influye significativamente en la cuantificación de flavonoides.

Mientras tanto Yactayo (2021) determinó la cantidad de flavonoides totales en extractos acuosos, obtuvo como valor: $33,3 \pm 0,92$ mg EC/g MS en corteza de *M. barbeyana*. Análogamente Guanilo (2021) valoró la cantidad de flavonoides totales en extractos hidroalcohólicos de siete plantas medicinales obteniendo como resultados: $64,109 \pm 0,144$ mg EQ/g MS; $93,315 \pm 0,152$ mg EQ/g MS; $10,367 \pm 0,155$ mg EQ/g MS; $105,304 \pm 1,28$ mg EQ/g MS; $41,974 \pm 0,596$ mg EQ/g MS; $24,765 \pm 0,135$ mg EQ/g MS y $21,701 \pm 0,048$ mg EQ/g MS en hojas y tallo (excepto *E. globulus*) de *A. absinthium*, *O. basilicum*, *A. indica*, *R. officinalis*, *E. globulus*, *M. mollis* y *C. citratus* respectivamente. Asimismo, Soro et al. (2019) calcularon la cantidad de flavonoides totales en extractos hidroalcohólicos (tintura), obtuvieron como valores: $12,20 \pm 0,11$ y $12,6 \pm 1,1$ mg EQ/g MS en hojas y tallos de *S. haetomaspermum* y *B. amabilis* respectivamente. Por último, Pacheco y Blanco (2020) midieron la cantidad de flavonoides totales en extractos acuosos obteniendo como valores: $7,31 \pm 0,14$ y $6,79 \pm 0,11$ mg EC/g MS en semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini respectivamente. Los valores presentados para *R. officinalis* y *O. basilicum* son los mas altos y los valores mas bajos son para *S. macrophylla* y *S. humilis*; sin embargo, los valores de esta investigación son inferiores en comparación con las especies mencionadas, pudiendo atribuirse a que la parte utilizada de la planta influye significativamente, tallo y corteza contienen mayor cantidad de flavonoides.

4.4. Determinar la capacidad antioxidante en hojas de las especies *G. angustifolia* y *G. apus*

La capacidad antioxidante expresado en IC50 que mejor desempeño mostró, fue al emplear como extractante al etanol en donde la media alcanzada fue de 35,24 mg/ml en la especie *G. angustifolia* y en caso de la especie *G. apus* se reportó una media de 37,61 mg/ml; al analizar el total de los promedios entre ambas especies, se observa que *G. angustifolia* reportó un promedio con un valor de 39,39 mg/ml (**Anexo I Tabla 12**).

La variabilidad de los datos respecto al uso de tres grupos que se consideró como bloques (matas), muestra alta homogeneidad de los resultados respecto a la capacidad antioxidante, pero se elevan la variabilidad al momento de realizar las comparaciones entre

los resultados de los diferentes extractantes que bien pueden ser mucho más variable al compararlo con otras metodologías de extracción (**Anexo I Tabla 12**).

En el análisis de la varianza, se indica que las matas de bambúes escogidos no influenciaron de manera significativa sobre la capacidad antioxidante, en caso de las especies analizadas, se determinó significancia estadística sobre la variable indicada; además, no hay interacción entre los bloques y las especies estudiadas (**Anexo I Tabla 13**).

Al analizar la influencia de los extractantes, se tiene que al menos uno de ellos favoreció en la capacidad antioxidante respecto a los demás, en caso de la interacción de las especies utilizadas con los extractantes, se obtuvo significancia estadística ratificando que al menos una combinación de ambos factores tuvo mejor capacidad antioxidante (**Anexo I Tabla 13**).

En la comparación de medias de las combinaciones, se observa que mejor desempeño se muestra en *G. angustifolia* sometida al etanol donde la media alcanzada fue 35,24 mg/ml; en caso del valor que mostró peor desempeño, se encontró al emplear decocción en la especie *G. apus* con un valor de 59,67 mg/ml (**Tabla 6**).

Tabla 6. Comparación de medias para la capacidad antioxidante en hojas por efecto de las especies de bambúes y los extractantes.

Mérito	Descripción	N	Media (mg/ml)	Subconjunto
1	Guadua-Etanol (70%)	3	35,24	a
2	Guadua-Metanol (acidificado)	3	37,61	b
3	Guadua-Decocción	3	38,40	b
4	Gigantochloa-Etanol (70%)	3	42,78	c
5	Gigantochloa-Metanol (acidificado)	3	44,54	d
6	Gigantochloa-Decocción	3	59,67	e

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la **Tabla 6**, se destaca que los resultados obtenidos son influenciados en gran medida por el tipo de extractante que se usó, mostrando correlación moderada entre contenido de polifenoles, contenido de flavonoides y capacidad antioxidante. Para ambas especies los extractantes etanol y metanol permitieron obtener mejores resultados en la prueba de capacidad antioxidante, los cuales se comparan a las investigaciones hechas por: Mosquera et

al. (2015), en su investigación uso acetona y etanol como extractante, obteniendo como valores $< a 46 \mu\text{mol Trolox/ g de muestra}$ y $> a 80 \mu\text{mol Trolox/ g de muestra}$ respectivamente. Soesanto (2018), usó metanol y etanol como extractante, obteniendo como valores en porcentaje 72,32% y 58,81% respectivamente. Por último, Peña y Pinzon (2015), a partir de extractos por pirolisis obtuvo como valor en porcentaje 70,975%.

En la **Tabla 6**, se demuestra que entre los tratamientos la variabilidad depende del tipo extractante y método de extracción a usarse (también influye el tamaño de partícula de la muestra), posteriormente durante la prueba la concentración del extracto, la cantidad del extracto a usarse, así como también; la concentración de la solución del radical libre y la cantidad a usarse influyen en los resultados. Asimismo, las condiciones del laboratorio para desarrollar la prueba y condiciones de conservación del extracto, radical libre y demás reactivos a usarse aumentarán o disminuirán el sesgo (Akakabe et al., 2014).

Mientras tanto Ordoñez et al. (2020) determinaron a capacidad antioxidante en extractos acuosos y obtuvieron como valores: $4,58 \pm 0,01 \mu\text{MTE/g MS}$; $11,17 \pm 0,04 \mu\text{MTE/g MS}$; $6,95 \pm 0,02 \mu\text{MTE/g MS}$ y $21,17 \pm 0,04 \mu\text{MTE/g MS}$ en hojas de *Bixa orellana*, *Uncaria Tomentosa* y *Camelia sinensis* (variedad te negro y verde) respectivamente. Análogamente Yactayo (2021) evaluó la capacidad antioxidante en extractos acuosos obteniendo como valor: $8,89 \pm 0,09 \mu\text{MTE/g MS}$ en corteza de *M. barbeyana*. Asimismo, Soro et al. (2019) estipularon la capacidad antioxidante en extractos hidroalcohólicos, obtuvieron como valores: $1906,6 \pm 3,4$ y $670,8 \pm 2,1 \mu\text{MTE/g MS}$ en hojas y tallos de *S. haetomaspermum* y *B. amabilis* respectivamente. Por último, Ordoñez et al. (2011) especificaron la capacidad antioxidante en extractos etanólicos obteniendo como valores IC_{50} : $14,086 \pm 0,09$ y $15,463 \pm 0,25 \mu\text{g/ml}$ en hojas tiernas de la especie *P. guajava* (variedad rosada y blanca respectivamente). Se denota una diferencia muy amplia entre especies forestales y medicinales, ya sea influenciada por las características genéticas, características edafológicas del suelo, condiciones meteorológicas y otros factores externos. Sin embargo, los valores obtenidos en esta investigación comparando a los valores presentados en la especie *P. guajava* quedan muy debajo, dado que mientras el IC_{50} presenta un valor muy elevado la interpretación para la capacidad antioxidante es desfavorable.

V. CONCLUSIONES

1. Las hojas *G. angustifolia* y *G. apus*, presentaron en abundancia triterpenos, flavonoides de una manera moderada y alcaloides, leucoantocianidinas y saponinas fueron leves.
2. La cuantificación de polifenoles totales en hojas de *G. angustifolia* fue de 974,83 mg EAG/100 g de muestra seca usando etanol como extractante y en hojas de *G. apus* fue de 861,16 mg EAG/100 g de muestra seca usando etanol como extractante.
3. La cuantificación de flavonoides totales en hojas de *G. angustifolia* fue de 343,15 mg EC/100 g de muestra seca usando etanol como extractante y en hojas de *G. apus* fue de 235,78 mg EC/100 g de muestra seca usando etanol como extractante.
4. La capacidad antioxidante expresado en IC50 en hojas de *G. angustifolia* fue de 35,24 mg/ml usando etanol como extractante y en hojas de *G. apus* fue de 42,78 mg/ml usando etanol como extractante.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar los análisis de cuantificación de polifenoles, cuantificación de flavonoides y capacidad antioxidante para otras especies como *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris*, *Phyllostachys* sp. y otras especies presentes en la zona, usando otros métodos de extracción. Asimismo, utilizar distintos tipos de solventes para futuras investigaciones.
2. Evaluar el rendimiento de extracción e identificar los tipos de polifenoles en los distintos extractos obtenidos, teniendo como premisa los diversos usos que se le atribuyen a los metabolitos secundarios en otras investigaciones.
3. Realizar pruebas de toxicología y efectividad (uso de los extractos) en organismos vivos, utilizando diferentes dosis de los extractos.

VII. REFERENCIAS

- Akakabe, Y., Tamura Y., Iwamoto S., Takabayashi M. y Niuugaku T. (2014). Los compuestos orgánicos volátiles de olor característico en el vinagre de bambú. *Revista Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 70(11), 2797-2799. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1271/bbb.60317>
- Amaya, L., y Portillo C. (2013). *Determinación de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en melaza, azúcar blanco y moreno en el Ingenio Chaparrastique por el método de espectrofotometría ultravioleta-visible* [Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio Universidad de El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5311/1/16103410.pdf>
- Anusic N. (2011). *Identificación y cuantificación de polifenoles en yerba mate y brebajes* [Tesis de Pregrado, Universidad de Belgrano]. Repositorio UB. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/659>
- Arboleda, C., Jaramillo, F., y Palacio H. (2012). Determinación del potencial antioxidante en extractos de vinagre *Guadua angustifolia* Kunth para aplicaciones alimenticias. *Revista cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 330-342. <https://scihub.tw/http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=37998>
- Avalos, A., y Pérez-Urría, E. (2009). Metabolismo secundario de las plantas. Reduca (Biología). *Serie Fisiología Vegetal*, 2(3), 119-145. http://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf
- Avello, M., y Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes y mecanismos de protección. *Atenea 494 II Seminario*, 161-172. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-04622006000200010&script=sci_arttext&lng=en
- Barrios, I., y Bravo, J. (2020). *Biodisponibilidad y bioaccesibilidad de polifenoles y flavonoides* [Tesis de Pregrado, Universidad de Talca]. Repositorio Universidad de Talca. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/12420>
- Blois, M. (1958). Antioxidant determination by the use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., y Berset, C. (1995). Use of a free Radicals Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Academy Press Limited*, 28(1), 25-30.
- Bucay, L. (2009). *Estudio farmacognóstico y actividad antimicrobiana de Hybanthus parvifloras (violetilla)* [Tesis Doctoral, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESUPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/207/1/56T00179.pdf>

- Caballero, Y. (2010). *Determinación comparativa de ceniza, extractivo, celulosa y lignina en las especies de bambú procedente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.pe/bitstream/UNAS/571/T.RFS-172pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calo, N. (2018). *Caracterización física y mecánica de tres especies de bambú aptas para la construcción en Guatemala* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. <http://repositorio.usac.edu.gt/8629/1/Norma%20Elizabeth%20Calo%20Rosales.pdf>
- Chávez, A., y Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales e Iberoamérica. *Revista Academia y Virtualidad*, 9(2), 90-107. <https://dialnet.unirioja.es/decharge/articulo/5633579.pdf>
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Vásquez, M., y Radilla, C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena Nutrición*, 42(2), 206-212. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182015000200014&script=sci_arttext
- Domínguez X. (1988). *Métodos de investigación fitoquímica*. Limusa.
- Durango, E., Gallardo, C., y Contreras, A. (2015). Estudios para el aprovechamiento potencial de hojas de *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae), para el sector cosmético. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(3), 535-542. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75152015000300013&script=sci_arttext&ting=pt
- Guanilo, A. (2021). *Cuantificación de polifenoles totales en extractos hidroalcohólicos de siete plantas medicinales de la región La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNITRU. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17397/GuaniloDelgadoAngelicaDagmarali.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, T. (2018). *Manual de prácticas de laboratorio*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Hernández, A. (2018). *Propuesta para el desarrollo de un nuevo aprovechamiento industrial de la Guadua angustifolia Kunth mediante la utilización de sus extractos vegetales* [Tesis de Pregrado, CORE]. Repositorio CORE. <https://core.ac.uk/download/pdf/71395560.pdf>
- Hernández, R., Fernández C., Baptista M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6^{ta} Edición. McGraw Hill. 634.

- https://www.academia.edu/39036101/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_-_Hern%C3%A1ndez_Sampieri?auto=download
- Hernández, S., Marino L., Isern D., Coria, I., y Irurzun, I. (2019). Flavonoides: aplicaciones medicinales e industriales. *Revista Invenio*, 22(40), 11-27. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113738>
- Hiramatsu, M., Yoshikawa, T., y Inoue, M. (1997). *Food and Free Radical*. Plenum Press. New York and London.
- Lebeau, J., Furman C., Bernier J., Duriez P., Teissier, E., y Cotelle, N. (2000). Antioxidant properties of Di-tert-Butylhydroxylated Flavonoids. *Free Radical Biology & Medicine*, 29(9), 900-912.
- Lizarazu, M. (2013). *Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noroeste Argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, anatómicos y biogeográficos* [Tesis Doctoral, HDL]. Repositorio HDL. http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_5252_Lizarazu
- Lock, O. (1994). *Investigación Fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales*. Pontífice Universidad Nacional Católica del Perú.
- Mosquera, O., Gonzales L., Cortes, Y., y Camargo, J. (2016). Caracterización Fitoquímica, determinación del contenido de lignina y la actividad antioxidante de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth. *Revista Facultad de Ciencia Básicas*, 11(2), 124-135. <https://doi.org/10.18359/rfcb.1301>
- Ochoa, L., y Sarmiento, A. (2018). *Estudio fitoquímico de la especie vegetal Bucquetia glutinosa (L.f.) DC. (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica* [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio UDCA. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/996/1/TESIS%202018-05-22.pdf>
- Ordoñez, E., León, A., Reátegui, D., y Sandoval, M. (2011). Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza, flores y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Investigación y Amazonía*, 1(2), 48-52. <https://n9.cl/8qbzu>
- Ordoñez, E., López, A., y Reátegui, D. (2020). Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles. *Agroindustrial Science*, 10(3), 259-266. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8085663>
- Pacheco, F., y Blanco, M. (2020). Polifenoles totales y flavonoides en semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini. *Revista de la Facultad de Medicina*, 43(1), 59-76. <https://n9.cl/r5pd8>

- Peña, J., y Pinzón, M. (2015). Caracterización química y estudio de las propiedades antioxidantes del ácido piroleñoso obtenido como subproducto del proceso de pirolisis de la *Guadua angustifolia* Kunth. [Conferencia]: *Octavo Encuentro de Semilleros 2018*. Colombia. http://rredsi.co/memorias_2018/INGENIERIAS_Y_TECNOLOGIAS/RISARALDA/Octavo%20encuentro%20regional%20de%20semilleros.pdf
- Quiñones, M., Miguel, M., y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 76-89. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009&fbclid=IwAR18_epuReekIUdOByDU4X2Dwi6yhTMefzS9vQFr0TIVITZa9QihKj8jbZg
- Saucier, C., y Waterhouse, A. (1999). Synergistic Activity of Catechin and other Antioxidants. *J. Agric. Food Chem.*, 47(1), 4491-4494.
- Soesanto, E. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak rebung bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz) terhadap 1,1-difenil-2-picrylhidrazil (DPPH). *Cendekia Journal of Pharmacy Stikes Cendekia Utama Kudus*, 2(2), 88-94. <http://cjp.journal.stikeskendekiautamakudus.ac.id/index.php/cjp/article/view/22>
- Soro, A., Valenzuela, G., y Núñez, M. (2019). Caracterización fitoquímica y actividad antioxidante de las especies *Sapium haematospermum* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) y *Baillonia amalis* Bocq. (Verbenaceae). *Dominguezia* 35(1), 87-92. <http://www.dominguezia.org/volumen/articulos/35104.pdf>
- Tello, P. (2015). *Evaluación de la concentración mínima inhibitoria de los extractos hidroalcohólicos obtenidos a partir de la hoja, raíz y tallo de Pettiveria alliacea L. sobre Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Pseudomonas aeruginosa y Candida albicans* [Tesis de Posgrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5861/1/T-UCE-0008-P008.pdf>
- Yactayo, V. (2021). *Tamizaje fitoquímico y evaluación antioxidante del extracto acuoso a diferentes temperaturas de hojas y corteza de Miconia barbeyana Cogniaux* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2032/TS_VSYA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

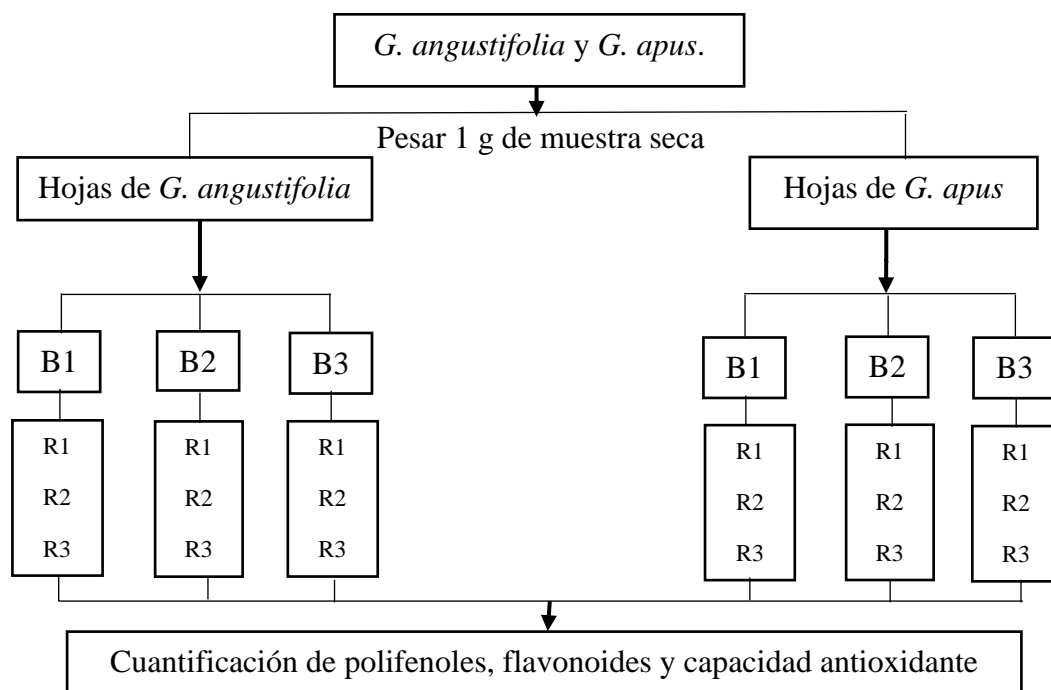
ANEXO

Anexo I. Tablas de evaluación

Tabla 7. Matriz de datos.

Muestra	PT	FLA	IC50
Guadua-Etanol (70%)	988,08	344,69	35,51
Guadua-Etanol (70%)	973,43	345,35	35,02
Guadua-Etanol (70%)	962,97	339,41	35,20
Guadua-Metanol (acidificado)	948,33	269,44	38,33
Guadua-Metanol (acidificado)	921,13	272,08	38,31
Guadua-Metanol (acidificado)	937,87	267,46	38,57
Guadua-Infusión	653,35	202,77	44,73
Guadua-Infusión	659,62	204,75	44,97
Guadua-Infusión	661,72	200,13	43,91
Gigantochloa-Etanol (70%)	866,74	295,18	37,96
Gigantochloa-Etanol (70%)	854,18	292,54	36,91
Gigantochloa-Etanol (70%)	862,55	296,50	37,96
Gigantochloa-Metanol (acidificado)	887,66	236,44	42,75
Gigantochloa-Metanol (acidificado)	893,93	233,80	43,10
Gigantochloa-Metanol (acidificado)	879,29	237,10	42,49
Gigantochloa-Infusión	615,69	194,19	60,45
Gigantochloa-Infusión	624,06	196,83	59,77
Gigantochloa-Infusión	617,78	195,51	58,79

Flujograma para cuantificación de polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante.



Donde: B1 = Etanol al 70%, B2 = Metanol acidificado y B3 = Agua a 95°C

Figura 12. Esquema para la cuantificación de polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Tabla 8. Descriptivos de los polifenoles totales en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Especie	Extractante	N	Media	Desviación	CV (%)
<i>G. angustifolia</i>	Etanol	3	974,83	12,61	1,29
	Metanol acidificado	3	935,77	13,72	1,47
	Agua (infusión)	3	658,23	4,35	0,66
	Total	9	856,28	149,80	17,49
<i>G. apus</i>	Etanol	3	861,16	6,39	0,74
	Metanol acidificado	3	886,96	7,35	0,83
	Agua (infusión)	3	619,18	4,35	0,70
	Total	9	789,10	128,04	16,23

N: cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación

Tabla 9. ANVA para los polifenoles totales en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Origen	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Bloque (matas)	141,999	2	70,999	1,197	0,455 ^{ns}
Especie	20.308,011	1	20.308,011	342,299	0,003**
Especie * Bloque (matas)	118,656	2	59,328	0,679	0,534 ^{ns}
Error (A)	699,295	8	87,412		

Extractante	304.783,316	2	152.391,658	1.743,374	<0,001**
Especie * Extractante	4.934,457	2	2.467,228	28,225	<0,001**
Error (B)	699,295	8	87,412		

CV: 1,14%; **: Significativo al 99,0%; ns: No significativo.

Tabla 10. Descriptivos de los flavonoides totales en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Especie	Extractante	N	Media	Desviación	CV (%)
<i>G. angustifolia</i>	Etanol	3	343,15	3,26	0,95
	Metanol acidificado	3	269,66	2,32	0,86
	Agua (infusión)	3	202,55	2,32	1,14
	Total	9	271,79	60,94	22,42
<i>G. apus</i>	Etanol	3	294,74	2,02	0,68
	Metanol acidificado	3	235,78	1,75	0,74
	Agua (infusión)	3	195,51	1,32	0,68
	Total	9	242,01	43,25	17,87

N: cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación

Tabla 11. ANVA para los flavonoides totales en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Origen	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Bloque (matas)	7,552	2	3,776	0,199	0,834 ^{ns}
Especie	3.989,829	1	3.989,829	210,250	0,005**
Especie * Bloque (matas)	37,953	2	18,977	10,182	0,006**
Error (A)	14,910	8	1,86		

Extractante	43.293,940	2	21.646,970	11.614,597	<0,001**
Especie * Extractante	1.321,197	2	660,599	354,442	<0,001**
Error (B)	14,910	8	1,864		

CV: 0,53%; **: Significativo al 99,0%; ns: No significativo.

Tabla 12. Descriptivos de la capacidad antioxidante en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Especie	Extractante	N	Media	Desviación	CV (%)
<i>G. angustifolia</i>	Etanol	3	35,24	0,25	0,70
	Metanol acidificado	3	38,40	0,14	0,37
	Agua (infusión)	3	44,54	0,56	1,25
	Total	9	39,39	4,10	10,42
<i>G. apus</i>	Etanol	3	37,61	0,61	1,61
	Metanol acidificado	3	42,78	0,31	0,72
	Agua (infusión)	3	59,67	0,83	1,40
	Total	9	46,69	10,00	21,43

N: cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación

Tabla 13. ANVA para la capacidad antioxidante en hojas de *G. angustifolia* y *G. apus*.

Origen	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Bloque (matas)	0,665	2	0,333	5,198	0,161 ^{ns}
Especie	239,326	1	239,326	3.740,144	<0,001**
Especie * Bloque (matas)	0,128	2	0,064	0,223	0,805 ^{ns}
Error (A)	2,300	8	0,288		

Extractante	790,885	2	395,442	1.375,212	<0,001**
Especie * Extractante	141,281	2	70,641	245,664	<0,001**
Error (B)	2,300	8	0,288		

CV: 1,25%; **: Significativo al 99,0%; ns: No significativo.

Anexo II. Panel fotográfico



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
 División de Ciencias Biológicas y Ambientales
 Departamento de Botánica y Zoología

CERTIFICADO

El que suscribe profesor de Taxonomía y especialista en bambúes del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

CERTIFICA:

Que las muestras de bambú que me mostró el tesista Gil Fernández Medrano, pertenece a:

***Gigantochloa apus* (Schult.f.) Kurz**

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Atentamente,
 Piensa y Trabaja
 Las Agujas, Zapopan, Jalisco, a 25 de septiembre de 2018

Dr. Eduardo Ruiz Sánchez
 Profesor Investigador Titular A
 Departamento de Botánica y Zoología
 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
 Universidad de Guadalajara

Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, C.P. 45510
 Predio Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.
 Teléfono: Directo: 37-77-11-92, Conmutador: 3777-1150 Ext. 33219
www.cucba.udg.mx

Figura 13. Certificado de identificación y ubicación para *G. apus*.

JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que las muestras botánicas, enviadas por el Bachiller **Klipton Jhon Aquino Herrera**, al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA), para su identificación botánica, corresponden a los nombres científicos siguientes:

Código asignado en el papel periódico	Nombre científico de la muestra consignada al código en referencia	Familia
MB-001-GM/UNAS	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Poaceae
MB-002-AH/UNAS	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	Poaceae

De acuerdo a la información entregada la muestra corresponde al Proyecto de Tesis titulado: "PROPAGACION DE DOS ESPECIES DE BAMBU MEDIANTE ACODO SUBTERRANEO EN TINGO MARÍA-HUÁNUCO"

Se expide la presente para los fines que considere conveniente.

Oxapampa, 28 Marzo del 2019

Ing. Rodolfo Vásquez Martínez



Figura 14. Certificado de ubicación e identificación de *G. angustifolia*.



Figura 15. Características del culmo de *G. angustifolia* Kunt.



Figura 16. Características del culmo de *G. apus* (Schult.f.) Kurz.



Figura 17. Hojas de *G. angustifolia* Kunt.



Figura 18. Secado de las hojas en estufa.



Figura 19. Hojas secas de *G. angustifolia* Kunt.



Figura 20. Hojas secas de *G. apus* (Schult.f.) Kurz.



Figura 21. Molido de las hojas secas de *G. angustifolia* y *G. apus*.



Figura 22. Muestra tamizada a 1 mm de *G. angustifolia*.



Figura 23. Muestra tamizada a 1 mm de *G. apus*.



Figura 24. Adición de reactivos en la prueba fitoquímica.



Figura 25. Presencia de flavonoides en *G. apus*.



Figura 26. Presencia de flavonoides en *G. angustifolia*.

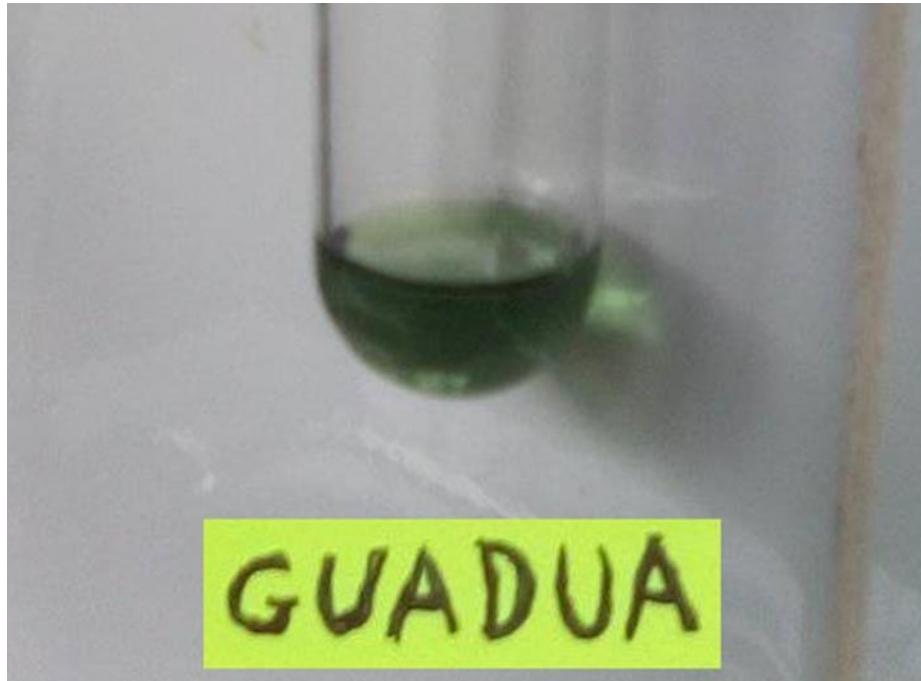


Figura 27. Presencia de triterpenos en *G. angistifolia*.

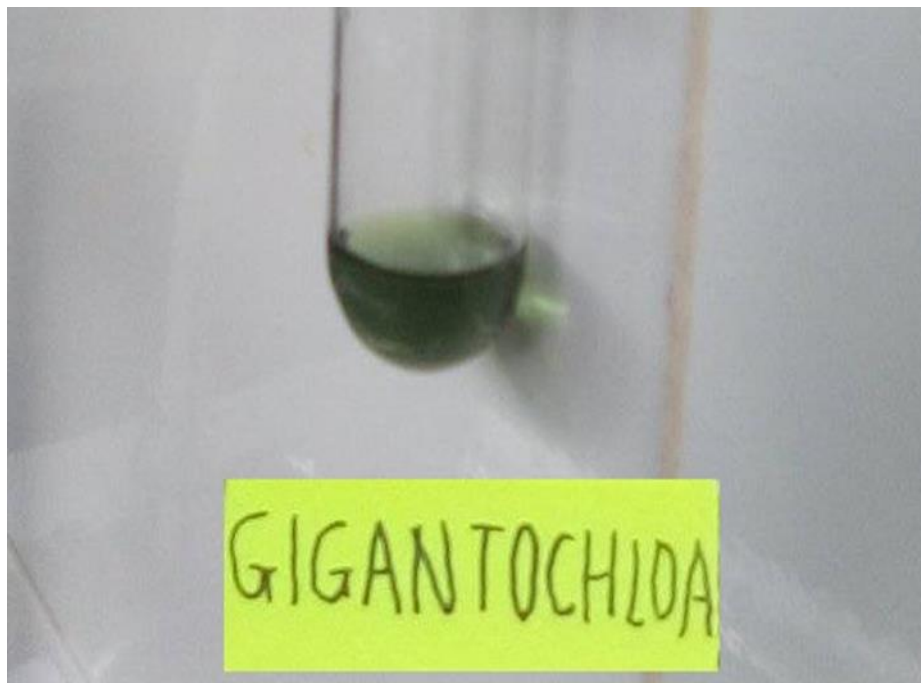


Figura 28. Presencia de triterpenos en *G. apus*.



Figura 29. Extractos *G. angustifolia* y *G. apus* con los tres tipos de extractantes.



Figura 30. Adición de los reactivos para las pruebas espectrofotométricas.

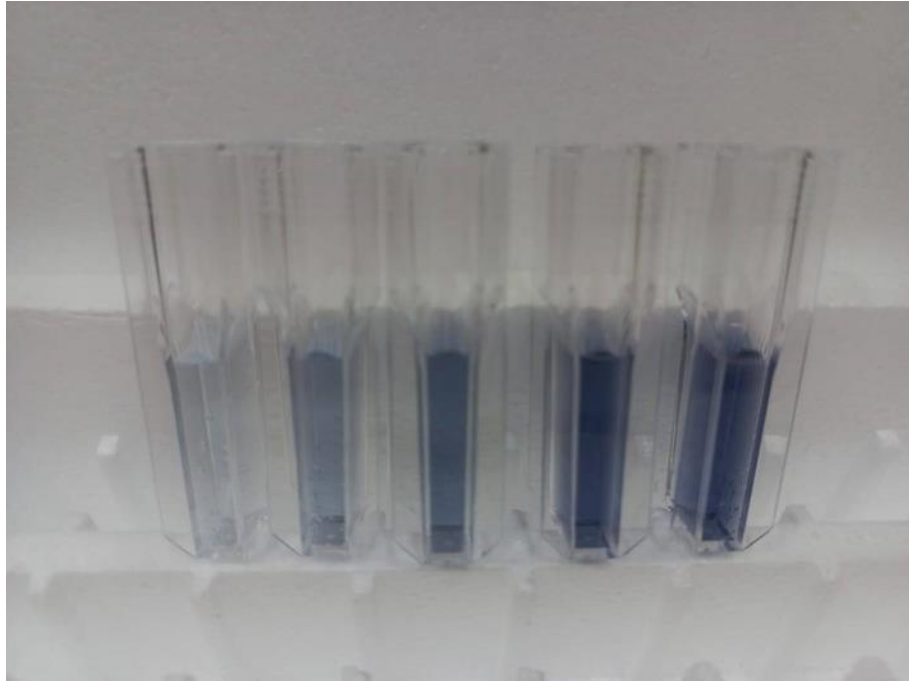


Figura 31. Reacción del Folin-Ciocalteu con el extracto (a mayor coloración mayor concentración del extracto).

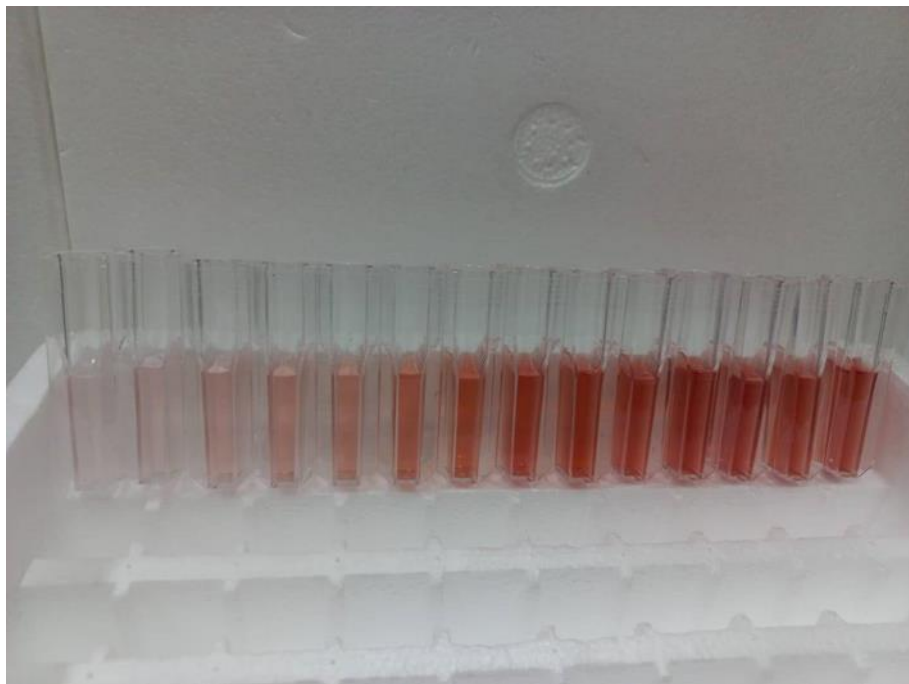


Figura 32. Reacción colorimétrica en la cuantificación de flavonoides (a mayor coloración mayor concentración del extracto).

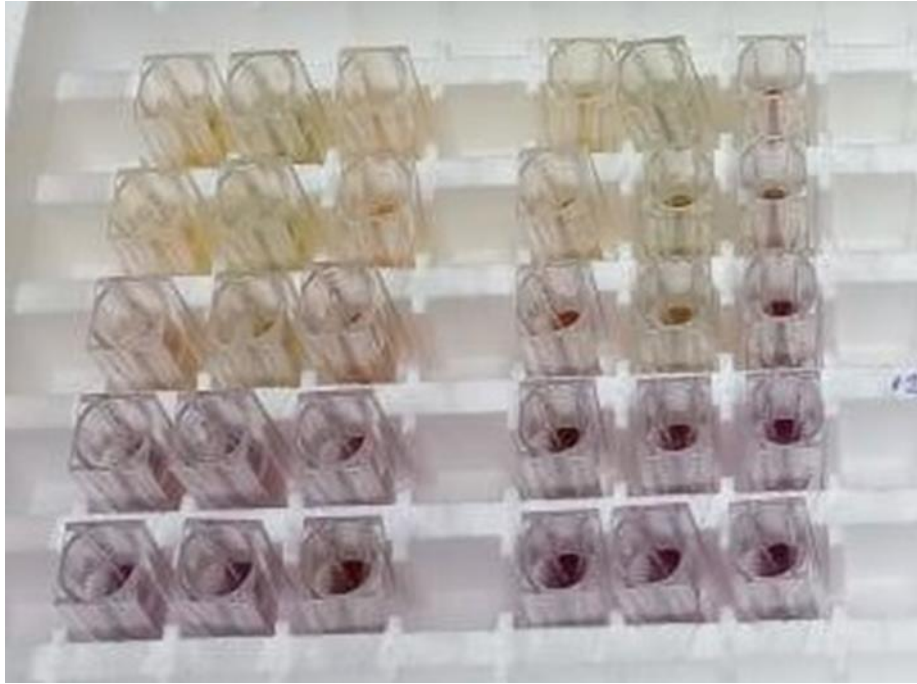


Figura 33. Reacción del radical libre DPPH con el extracto (la decoloración va desde lila a amarillo).