

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Actividad antioxidante y determinación de fenoles de extractos
de matico (*Piper* sp.) en diferentes altitudes del distrito de
Levanto, Amazonas**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Autor:

Bach. Gíngler Alvarado Santillán

Asesor:

Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

CHACHAPOYAS-PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Actividad antioxidante y determinación de fenoles de extractos
de matico (*Piper* sp.) en diferentes altitudes del distrito de
Levanto, Amazonas**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Autor:

Bach. Gíngler Alvarado Santillán

Asesor:

Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

CHACHAPOYAS-PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis padres Elidergio Alvarado Alcántara y Nisida Santillán Tejada. Pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, formaron en mi base de disciplina y deseos de superación, ya que sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlos cada día más

A mi esposa, a mis hijos y hermanos que son personas que me han ofrecido el amor y calidez de familia a la cual amo.

Gingler Alvarado Santillan

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, y brindarme siempre, salud, tenacidad y fe para la realización de mis metas.

Al asesor Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana por el apoyo incondicional en la elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación a través de sus conocimientos y experiencias.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, alma máter de nuestra región por ser el faro del conocimiento que nos guío en nuestras aulas.

De igual forma a mis familiares y amigos quienes con su aprecio, cariño y apoyo que me brindan en mi formación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor de Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Mg. Erick Aldo Auquiñivin Silva

**Decano de la Facultad de
Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **Actividad antioxidante y determinación de fenoles de extractos de matico (*Piper sp.*) en diferentes altitudes del distrito de Levanto, Amazonas**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

✓ **Bach. Gíngler Alvarado Santillán**

El suscrito da el visto bueno al informe de la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al Tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de tesis.

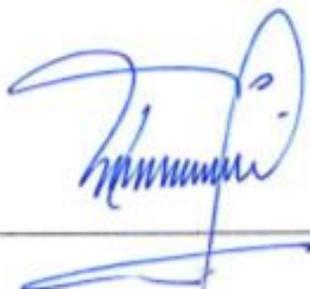
Chachapoyas, 09 de marzo de 2019



Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

JURADO EVALUADOR



Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Presidente



Mg. Verónica Zuta Chamolí

Secretaria



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Vocal



ANEXO 3-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de marzo del año 2019, siendo las 16:00 horas, el aspirante Gingler Alvarado Santellán

defiende en sesión pública la Tesis titulada: Actividad antioxidante y determinación de fenoles de extractos de matico (Piper sp.) en diferentes alturas del distrito de Levanto, Amazonas

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial
a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Mg. Robert Javier Cuzcolegui Ferrández

Secretario : Mg. Veronica Zuta Chamoli

Vocal : Mg. Guillermo Idrogo Vázquez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]

SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:





ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Gingler Alvarado Santillan
identificado con DNI N° 44662279 Estudiante ()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de:
Ingeniería y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "Actividad Antioxidante y Determinación de Fenoles de Extractos de Matico (piper sp) en Diferentes Altitudes del Distrito de Levanto, Amazonas"
que presento para obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agroindustrial
2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 15 de marzo de 2019

Firma del(a) tesista



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
JURADO EVALUADOR	vii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO METODOLÓGICO	19
2.1. Diseño de investigación	19
2.2. Población, muestra y muestreo	19
2.3. Técnicas empleadas	19

2.4. Procedimiento.....	20
2.5. Análisis de datos.....	20
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo para análisis de datos.....	19
Tabla 2. Tabla ANOVA de los resultados.....	23
Tabla 3. Subgrupos mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.....	24
Tabla 4. Tabla ANOVA de los resultados para Polifenoles Totales	27
Tabla 5. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para polifenoles totales en función de la altitud	27
Tabla 6. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para polifenoles totales en función del tipo de extracto	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del lugar de toma de muestras	21
Figura 2. Distribución de resultados según altitud	22
Figura 3. Distribución de resultados según altitud	22
Figura 4. Altitud vs actividad antioxidante	24
Figura 5. Actividad antioxidante por tipo de extracto	25
Figura 6. Curva de calibración de ácido gálico para contenido de fenoles	25
Figura 7. Polifenoles totales vs altitud de recolección	26
Figura 8. Polifenoles totales vs tipo de extracto obtenido de Piper sp.	26
Figura 6. Planta y hojas de matico.....	36
Figura 7. Extractos, acuoso, etanólico y metanólico	37
Figura 8. Filtrado al vacío de los extractos antes de medir la actividad antioxidante	37
Figura 9. Espectrofotómetro UV vis para medir la absorbancia (técnica DPPH)	38
Figura 13. Actividad antioxidante de extractos de hojas de Piper sp	38
Figura 14. Soluciones de extractos de matico para determinar polifenoles totales por Folin Ciocalteu.....	39

RESUMEN

El objetivo de investigación fue determinar la actividad antioxidante y fenoles de extractos de maticos (*Piper* sp.) en diferentes altitudes del distrito de Levanto, Amazonas. Para ello se obtuvo tres tipos de extractos (acuoso, etanólico y metanólico) de hojas recolectadas en tres altitudes distintas; luego, se determinó la actividad antioxidante utilizando la técnica DPPH (captación del radical libre 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) y cuantificó los polifenoles totales mediante la técnica de Folin Ciocalteu. Se encontraron diferencias significativas ($\text{sig.} = 0,05$) en la altitud y el tipo de extracto; evidenciando que a mayor altitud mayor actividad antioxidante y el mejor extracto fue el extracto acuoso frente a los extractos alcohólicos.

Palabras clave: altitud, antioxidante, DPPH, radical libre.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the antioxidant activity and phenols of matico extracts (*Piper* sp.) At different altitudes in the district of Levanto, Amazonas. For this, three types of extracts (aqueous, ethanolic and methanolic) were obtained from leaves collected at three different altitudes; Then, the antioxidant activity was determined using the DPPH technique (uptake of the free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and quantified the total polyphenols using the Folin Ciocalteu technique. Significant differences (sig. = 0.05) were found in the altitude and the type of extract; evidencing that higher altitude increased antioxidant activity and the best extract was the aqueous extract against alcoholic extracts.

Keywords: altitude, antioxidant, DPPH, free radical.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas especies vegetales son utilizadas en medicina y constituyen laboratorios naturales donde se biosintetiza una gran cantidad de sustancias químicas, consideradas como fuente de compuestos químicos más importantes. Un gran porcentaje de los principios activos está comprendido dentro de los llamados productos naturales o metabolitos secundarios, que son compuestos químicos de estructuras relativamente complejas y de distribución restringida (Soto F. , 2011).

Por otro lado, desde hace más de cuatro décadas se viene estudiando la relación entre los radicales libres y los antioxidantes. Partiendo del uso popular, se han estudiado diferentes especies vegetales y determinado su principio activo, evidenciando su capacidad antioxidante para ser empleados en el desarrollo de medicamentos y en la industria alimentaria (García, García, Rojo, & Sánchez, 2001).

Los compuestos fenólicos (dentro de ellos los flavonoides), por ejemplo, han despertado gran interés en los investigadores, debido a su potente actividad antioxidante, su capacidad quelatante de hierro, inhibición de oxidasas y secuestradores de radicales libres (Pérez & Martínez, 2001). La acción farmacológica de los flavonoides es extensa y variada, se ha demostrado que modifican la reacción del cuerpo frente a elementos dañinos como son los alérgenos; otros beneficios conocidos de los flavonoides son sus actividades protectoras de la pared vascular o capilar, tratamiento de la arterioesclerosis, disminución de la fragilidad capilar, así mismo su actividad antimicrobiana (Cazaña, 2004).

El matico es un arbusto perenne de 4 m de alto, perteneciente a la familia Piperaceae; prefiere los sitios húmedos, orillas de ríos y fangos. Tiene tallo leñoso, ramificado de color verde o gris pálido; con hojas alternas, pecioladas, simples con 5 nervaduras. Inflorescencia axilar o terminal en espigas de hasta 15 cm; flores pequeñas sésiles e imperceptibles a la vista; olor característico (Alfred, 2006; Mostacero, 2002).

En el Perú se le puede encontrar en la costa, selva alta y baja; en los valles interandinos de la sierra entre 2 600 – 2 700 msnm, se ha reportado ésta planta en los departamentos de la

Libertad, Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lambayeque, Lima, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, San Martín, Ucayali (Mostacero, 2002).

El género *Piper*, está representado por más de 324 especies y subespecies endémicas en el Perú (León, 2006) y gran parte de ellos reciben el nombre común de matico y cordoncillo.

El matico (género *Piper*) crece de manera silvestre en muchos lugares del Perú. Su uso etnomedicinal es muy difundido en las poblaciones rurales. Por lo que muchos investigadores se han enfocado en estudiar sus propiedades desde diversos enfoques (Calixto, 2006; Flores, 2000). Estudios etnobotánicos reportan que es empleado para aliviar y curar dolencias gastrointestinales (diarreas), enfermedades respiratorias, lavar llagas y heridas externas; también puede ser usado como infusión para hacer gárgaras por su acción desinflamante (Miranda, 2012; Muñoz, 1999; Sanchez, Aguirre, & Kvist, 2006).

La especie más estudiada de matico es *Piper aduncum*. Se ha estudiado sus características fisicoquímicas de extractos y aceites esenciales; así, Albarracin (2003) encontró que el componente mayoritario es apiol con proporciones mayores a 70%, otros compuestos en cantidades significativas fueron: germacreno-d, cariofileno y piperitona. Soto (2015), por su parte, cuantificó los flavonoides totales de hojas de *P. aduncum* y encontró una alta diversidad de metabolitos, como alcaloides, triterpenos, esteroides, flavonoides, fenoles, taninos, azúcares reductores, quinonas, compuestos grasos, cumarinas y resinas. Esto es indicador suficiente para suponer que los extractos del matico nativo del distrito de Levanto, tiene actividad antioxidante y elevado contenido de fenoles.

Algunas especies de matico, pueden ser empleados en el desarrollo de medicamentos; por ejemplo *P. angustifolium*, tiene actividad anti helicobácter, responsable principal de gastritis en gran parte de la población (Claros, y otros, 2007; Pino, 2002).

Muchos trabajos reportan resultados alentadores de los efectos del extracto de diferentes especies de matico. Estos extractos son acuosos, alcohólicos, hidroalcohólicos (Avalos, Delgado, Gonzáles, Luján, & Escalante, 2016; Castillo, y otros, 2016), con otros solventes y empleando la asistencia de otras técnicas como la radiación por microondas, ultrasonido, temperatura, presión, etcétera.

En Amazonas, se ha estudiado muy poco a los extractos de éste género, sobre todo de *Piper sp.*, matico aromático que crece en el sur de la región, ha sido poco estudiada, es consumida como infusión por su aroma y bondades medicinales para problemas gastrointestinales, por lo que la determinación de la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos de extractos de matico, permitirá conocer su potencial medicinal y agroindustrial de esta especie; asimismo, el estudiar muestras provenientes de tres lugares diferentes revelará la relación entre el ambiente en que crece y sus características químico-funcionales.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de investigación

La investigación fue del tipo explicativo, cuantitativo; cuyo arreglo empleado fue el que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Arreglo para análisis de datos

Lugar/altitud msnm	Altitud 1 (2 385)			Altitud 2 (2 471)			Altitud 3 (2 597)		
	EA	EE	EM	EA	EE	EM	EA	EE	EM
Extracto	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2	R2	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3

EA: Extracto acuoso.
EE: Extracto etanólico.
EM: Extracto metanólico.

2.2. Población, muestra y muestreo

Las muestras de matico fueron tomadas en el ámbito del distrito de Levanto, al sur de la ciudad de Chachapoyas (2,5 horas aproximadamente caminando). Se tomaron tres muestras de cada lugar identificado (zona homogénea), buscando que las plantas repetición se encuentren en el mismo lugar en un radio de 50 m.

2.3. Técnicas empleadas

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante fue determinada siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995), modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008), cuyo procedimiento fue el siguiente:

- 1) Se preparó 100 ml de una solución de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) en metanol de 20 mg/l.

- 2) 2. Luego se preparó una solución metanólica de la muestra a analizar en una concentración de 300 ug/ml (solución A)
- 3) Se empleó un blanco con metanol agua 2:1 para ajustar el espectrofotómetro.
- 4) El blanco de muestra se preparó con 0,75 mL de muestra (solución A) y 1,5 ml de metanol.
- 5) Se preparó el patrón de referencia con 1,5 ml de solución DPPH y 0,75 ml de agua.
- 6) Luego cada una de las muestras (0,75 ml de solución A) se añadió 1,5 ml de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 ug/ml, se dejó reposar por 25 min. Y se midió la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro VIS marca UNICO modelo S-2100UV+-E.
- 7) También se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra.
- 8) Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

Con los valores de las absorbancias obtenidas se determinó el % de captación de radicales libres (DPPH) mediante la siguiente formula:

$$\text{Capacidad Antioxidante \%} = [1 - (A2 - A3) / A1] \times 100$$

Dónde: A1= Absorbancia del patrón de referencia; A2= Absorbancia de la muestra; A3= Absorbancia del blanco de muestra.

2.4.Procedimiento

Las muestras fueron recepcionadas, lavadas y secadas a temperatura ambiente. Posteriormente, se obtuvieron los extractos (acuoso, etanólico y metanólico) con agua tridestilada, metanol y etanol grado reactivo (Merck, México), de hojas picadas por inmersión durante 24 horas.

2.5.Análisis de datos

Para determinar diferencias entre lugares y tipo de extracto se realizó análisis de varianza y la prueba post hoc de comparaciones múltiples de Duncan.

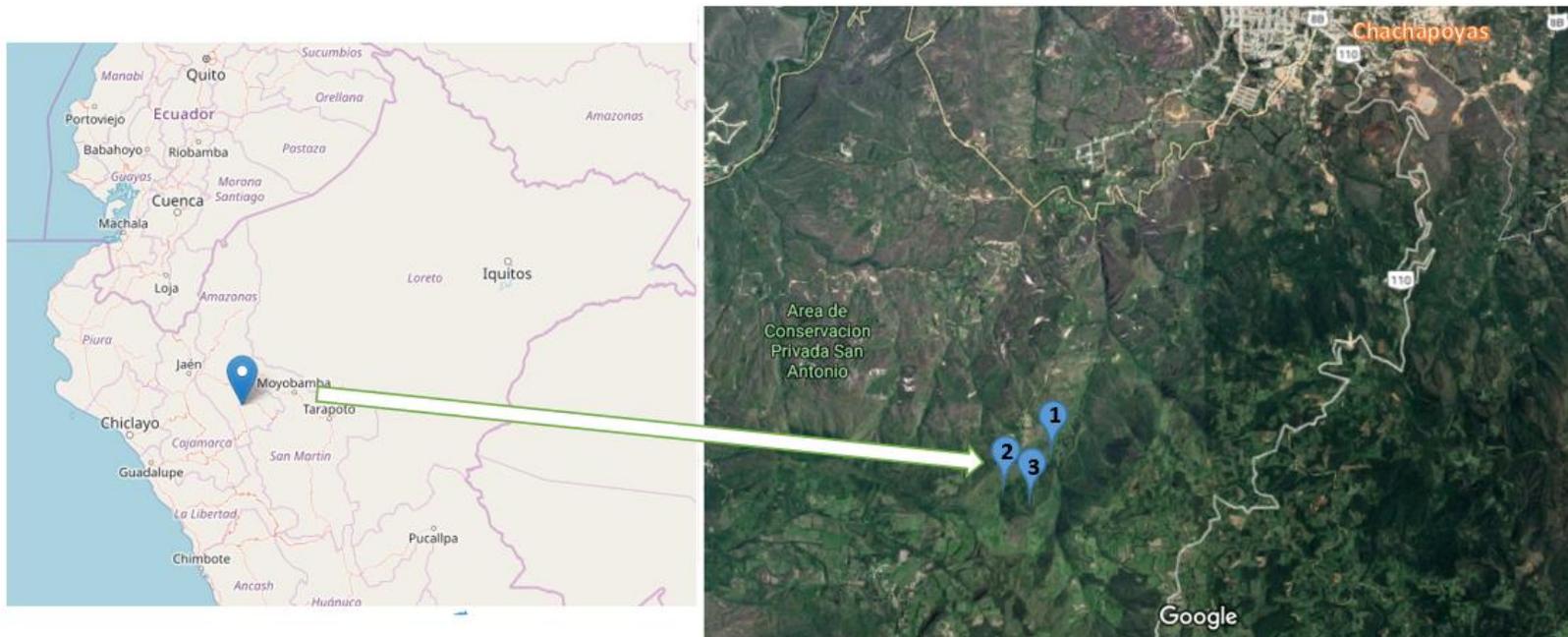


Figura 1. Mapa de ubicación del lugar de toma de muestras

Leyenda:

Punto de muestreo	Latitud	Longitud	Altitud
Punto 1	-6,27722762747711	-77,89128541946413	2385
Punto 2	-6,279872419486676	-77,89579153060915	2471
Punto 3	-6,2812587970059538	-77,89411783218384	2597

III. RESULTADOS

Actividad antioxidante

En la figura 2, se observa que en promedio, las muestras recolectadas a mayor altura, tuvieron menor actividad antioxidante, sin embargo, en estas muestras, los datos obtenidos son más dispersos y para 2385 msnm, se obtuvo datos más uniformes. Se observa además una tendencia lineal, con poca variación, a diferencia del tipo de extracto (Figura 3), el extracto acuoso tuvo mayores valores de actividad antioxidante, de hasta el doble que los extractos metanólico y etanólico.

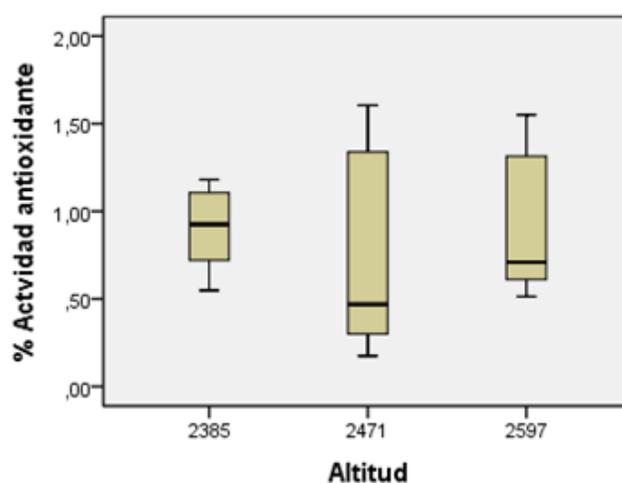


Figura 2. Distribución de resultados según altitud

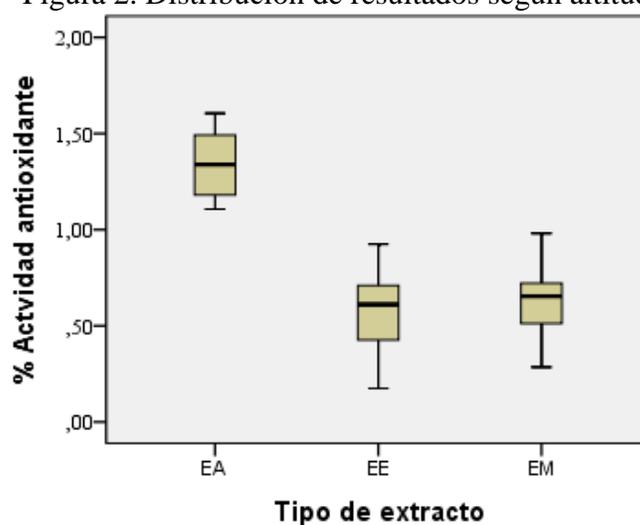


Figura 3. Distribución de resultados según altitud

La Tabla 2, muestra los resultados del análisis de varianza, en donde se observa que la altitud, el tipo de extracto y la interacción tuvieron efecto en el contenido de actividad antioxidante; puesto que hay diferencias significativas en la actividad antioxidante de los extractos estudiados (sig.: 0,05).

Tabla 2. Tabla ANOVA de los resultados

Var. dependiente:	% Actividad antioxidante				
Origen	Tipo III SC	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,115 ^a	8	,514	29,788	,000
Intersección	19,555	1	19,555	1132,560	,000
Altitud	,160	2	,080	4,637	,024
Extracto	3,343	2	1,671	96,805	,000
Altitud * Extracto	,612	4	,153	8,855	,000
Error	,311	18	,017		
Total	23,980	27			
Total corregido	4,425	26			

a. R al cuadrado = ,930 (R al cuadrado ajustada = ,899)

Los subgrupos formados luego de realizar la prueba Duncan (Tabla 3), son dos tanto para la altitud y el tipo de extracto. Tal como se corrobora en la Figura 4, no hay una relación entre la altitud y la actividad antioxidante de los extractos de matico, puesto que los mayores valores promedios corresponden a las muestras recolectadas en la menor y mayor altitud; siendo el valor más bajo para la altitud intermedia.

En cuanto al tipo de extracto, el extracto acuoso conforma el grupo con mayor actividad antioxidante; por otro lado, los extractos etanólico y metanólico tuvieron valores más bajos y conforman un solo grupo (Tabla 3 y Figura 5).

Los valores encontrados de actividad antioxidante en extracto acuoso duplican a los encontrados en los extractos etanólico y metanólico.

Tabla 3. Subgrupos mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan

Subconjuntos según % actividad antioxidante			
Duncan_{a,b}			
Altitud	N	Subconjunto	
		1	2
2471	9	0,743	
2385	9		0,896
2597	9		0,915
Sig.		1,000	0,760
Extractos			
EE	9	0,571	
EM	9	0,634	
EA	9		1,347
Sig.		0,323	1,000

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,017.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

b. Alfa = ,05.

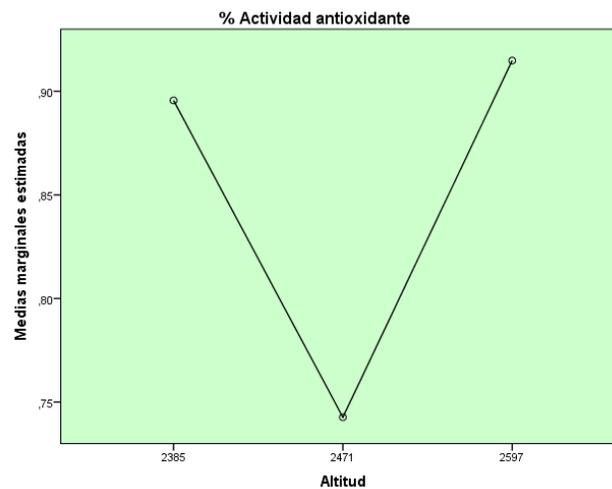


Figura 4. Altitud vs actividad antioxidante

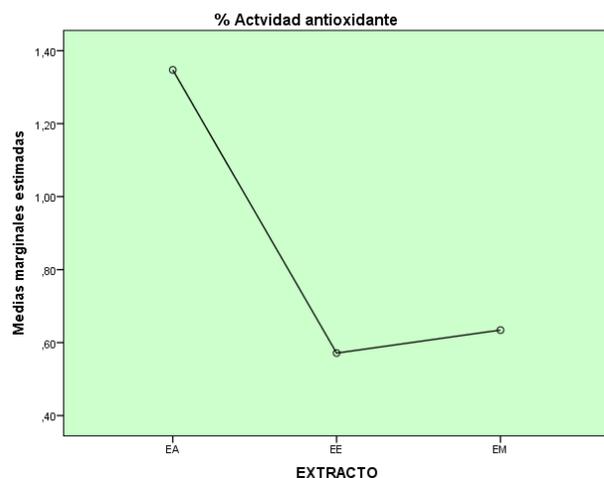


Figura 5. Actividad antioxidante por tipo de extracto

Polifenoles totales

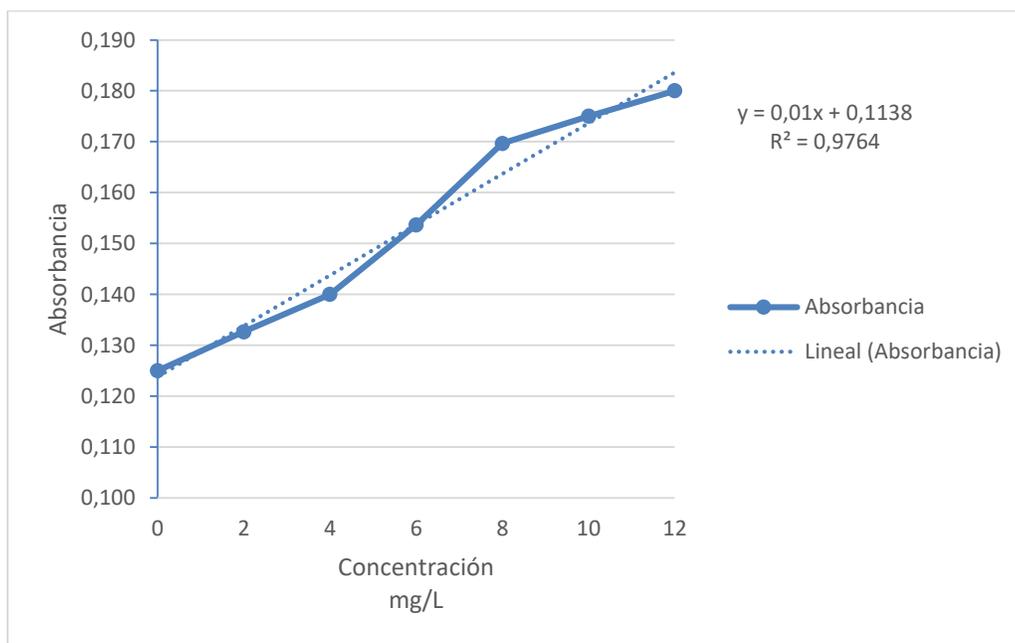


Figura 6. Curva de calibración de ácido gálico para contenido de fenoles

El contenido de polifenoles totales, no se ve afectado por la altura donde crecen las plantas de matico. Tal como se observa en la Figura 7, no hay una tendencia en función de la altura.

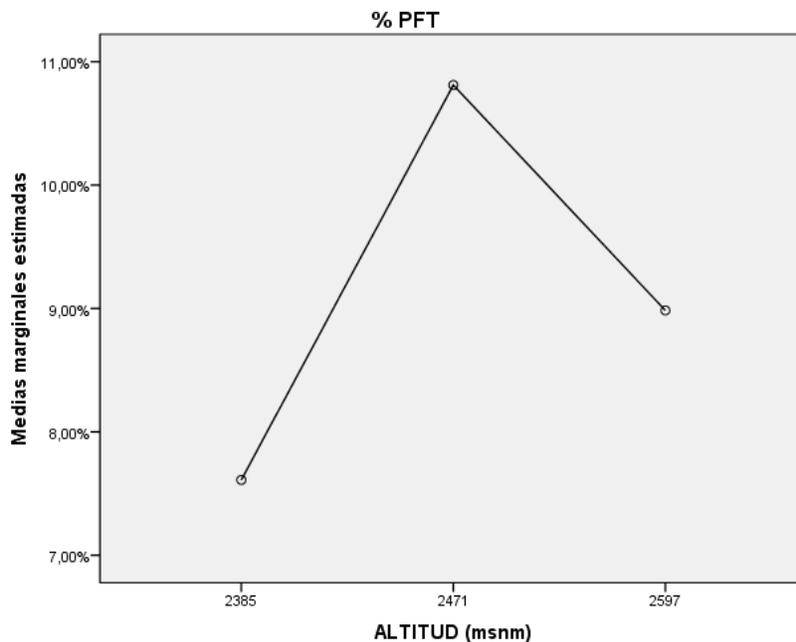


Figura 7. Polifenoles totales vs altitud de recolección

A diferencia de la actividad antioxidante (Figura 5), el extracto metanólico tuvo mayor contenido de polifenoles totales frente a los extractos acuoso y etanólico (Figura 7).

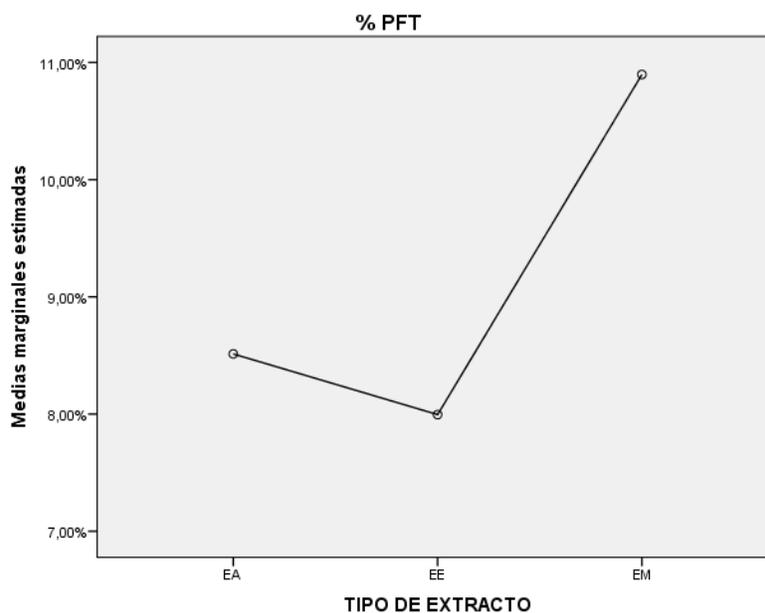


Figura 8. Polifenoles totales vs tipo de extracto obtenido de *Piper* sp.

La Tablas 4, 5 y 6; muestran los estadísticos de varianza, evidenciando que tanto en la altitud cuanto en el tipo de extracto se encontró contenidos diferentes de polifenoles totales. En el factor altitud, existen tres grupos (los tres altitudes son diferentes) y en el tipo de extracto, el extracto metanólico se diferencia de los extractos acuoso y etanólico.

Tabla 4. Tabla ANOVA de los resultados para Polifenoles Totales

Variable dependiente: % PFT					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	113,028a	8	14,128	48,826	,000
Intersección	2,253,157	1	2,253,157	7,786,611	,000
ALTITUD	46,388	2	23,194	80,156	,000
EXTRACTO	43,130	2	21,565	74,525	,000
ALTITUD * EXTRACTO	23,510	4	5,877	20,312	,000
Error	5,209	18	,289		
Total	2,371,393	27			
Total corregido	118,236	26			

a. R al cuadrado = ,956 (R al cuadrado ajustada = ,936)

Tabla 5. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para polifenoles totales en función de la altitud

% PFT				
Duncan,a,b				
ALTITUD	N	Subconjunto		
		1	2	3
2385,0	9	7,6107%		
2597,0	9	8,9840%		
2471,0	9	10,8107%		
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,289.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.
 b. Alfa = 0.05.

Tabla 6. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para polifenoles totales en función del tipo de extracto

% PFT			
Duncana,b			
EXTRACTO	N	Subconjunto	
		1	2
EE	9	8,00%	
EA	9	8,51%	
EM	9		10,90%
Sig.		,056	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,289.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.
 b. Alfa = 0.05.

Se evidencian resultados diferentes en la actividad antioxidante y polifenoles totales en las muestras recolectadas de diferentes altitudes, cuyos extractos fueron obtenidos con tres diferentes solventes, presentan diferencias.

IV. DISCUSIÓN

Tanto el tipo de extracto cuanto la altitud en la que crecen las plantas de matico influyen en la actividad antioxidante de su extracto; aunque el rango de altitud estudiado (2 385 a 2 597 msnm) fue muy reducido frente a lo reportado por otros investigadores; por ejemplo un estudio realizado para yemas terminales de guanábana, reportó que en un rango mayor de altitud (650 a 1600 msnm) existen diferencias en el contenido de metabolitos secundarios con actividad antioxidante (Carrión, 2008); el mismo autor también encontró diferencias en el tipo de extracto.

Aunque en la especie de matico estudiada (*Piper* sp. por no estar clasificado aún) no se han determinado la actividad antioxidante en función del tipo de extracto y la altitud en la que crece, puede compararse con otros trabajos como los realizados para *P. aduncum* (matico medicinal), en el que si se han encontrado diferentes resultados en el contenido de metabolitos secundarios (flavonoides) en extractos obtenidos de plantas que crecen en diferentes altitudes (López, 2018; Valle & Yanac, 2014).

Los elevados valores de actividad antioxidante del extracto acuoso (superiores a 100%), indican que el agua puede extraer mejor los metabolitos de las hojas de matico, coincidiendo con lo encontrado por Carrión (2008), indicador además de que éste extracto puede emplearse bien en el desarrollo de productos farmacéuticos y/o alimenticios al igual que muchos extractos de otra especies de matico (Mesa, y otros, 2011; Puertas-Mejía, Gómez-Chabala, Rojano, & Sáez-Vega, 2009).

Un estudio realizado con muestras de matico de dos especies recolectados en la región Amazonas (*P. aduncum* y *P. peltatum*), reporta que los extractos de estas especies contienen una alta diversidad de metabolitos con alta capacidad antioxidante (Soto M. , 2015), por lo que los elevados valores de actividad antioxidante, podría deberse al elevado contenido de metabolitos como alcaloides, triterpenos, flavonoides, fenoles, taninos, etc.

La actividad antioxidante no se correlaciona con el contenido de polifenoles totales. Puesto que aunque los fenoles son los principales responsables de la actividad antioxidante, las muestras que mayor actividad antioxidante presentaron, no necesariamente fueron las que

mayor contenido fenólico tuvieron. Esto puede deberse a que la actividad antioxidante determinada es efecto, además, de otras moléculas no fenólicas.

V. CONCLUSIONES

Los extractos de plantas de matico (*Piper* sp.) que crecen a mayor altitud tienen mayor actividad antioxidante, pero no mayor contenido fenólico.

El agua es el solvente más adecuado para obtener extracto de hojas de matico (*Piper* sp.) con fines farmacológicos o alimentarios, sin embargo, el contenido fenólico extraído es menor.

VI. RECOMENDACIONES

Aunque se ha determinado la actividad antioxidante en función de la altitud de recolección, para determinar mejor la importancia fitoquímica del extracto de matico, debe determinarse otras características como identificación molecular mediante cromatografía u otras técnicas analíticas similares.

Es recomendable realizar la identificación taxonómica, puesto que la especie estudiada (*Piper* sp.) crece en el sur de la región Amazonas y no ha sido clasificada aún, o al menos no se encuentra en las bases de datos taxonómicas.

Debe estudiarse la identificación del principio activo mediante separación, para determinar cuál o cuáles de las moléculas son las que contienen elevado poder antioxidante.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, G. (2003). *Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando Piper aduncum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera*. Universidad Nacional Colombia, Manizales.
- Alfred, E. (2006). *Invasion of Piper aduncum in the shifting cultivation systems of Papua New Guinea*. Holanda: Wageningen University;. Recuperado el 5 de abril de 2012, de <http://www.alfredhartemink.nl/PDF/2006%20%20Piper%20aduncum%20book%2>
- Avalos, L., Delgado, G., Gonzáles, J., Luján, C., & Escalante, H. (2016). Efecto in vitro del extracto hidroalcohólico de Piper aduncum sobre Trypanonoma cruzi. *Revista REBIOL*, 36(1), 59-64. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbciol/article/view/1315/1279>
- Bandoni, A. (2000). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica*. Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol*(28), 25-30.
- Calixto, M. (2006). *Plantas medicinales utilizadas en odontología*. Universidad de San Martín de Porres, Lima. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2006rv2/Kiru7.pdf>
- Carrión, V. J. (2008). *Evaluación de la actividad antioxidante de la yema terminal de guanábana (Annona muricata L.) en tres niveles de altitud de la provincia de Leoncio Prado*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/235/FIA-158.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- Castañeda, C. B., Ramos, I. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista horizonte médico*, 8(1), 56-72.
- Castillo, J. A., Trejo, G. N., Caballero, A., Meza, P., Domínguez, M. E., Olivier, F. G., & Pulido, D. M. (2016). Evaluación del efecto antibacteriano de extractos de ocho plantas del estado de Chiapas. *Lacadonia*, 10(1), 7-10.
- Cazaña, Y. (2004). Evaluación Fitoquímica preliminar de tres especies Cubanas de Erythroxylum. *Centro de Química Farmacéutica de Cuba*, 2(23), 93 -196. Obtenido de http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_2_1_HA1710NIK6.pdf

- Claros, M., Bilbao, P., Damiani, E., Gonzalez, E., Estensoro, M., & Alvarez, M. T. (2007). Actividad anti-helicobacter pylori de *Plantago major*, *Clinopodium boivianum*, *Caléndula officinalis* y *piper angustifolium* por el método de difusión en disco. *Biofarbo*, 15, 37-42. Obtenido de <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rbfb/v15n1/v15n1a06.pdf>
- Database, G. I. (2005). *Piper aduncum*. (I. S. Group, Ed.) Recuperado el 3 de abril de 2012
- Flores, E. (2000). *Estudio Fitoquímico de 14 especies del género Piper con actividad antifúngica y/o leishmanicida in vitro*. Bolivia. Obtenido de Disponible en: <http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnbiofa20000802.pdf>
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2013). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Valnecia: Universidad Poliutecnica de Valencia.
- García, L., García, L. V., Rojo, D. M., & Sánchez, E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. *Revista Cubana de investigación Biomédica*, 20(3), 231-235. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v20n3/ibi11301.pdf>
- León, B. (2006). Piperaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 492-563. Obtenido de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/biologia/v13n2/pdf/a92.pdf>
- López, P. (2018). *Estudio de las características fisicoquímicas y fitoquímicas de las hojas de Piper acutifolium Ruiz & Pav. (matico)*. Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Trujillo. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/5104/CARACTERISTICAS_FISICOQUIMICAS_TAXONOMICA%C2%AC_LOPEZ_HORNA_PERLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mesa, A. M., Rincón, D. C., Toro, J. F., Tamayo, A., Blair, S., & Rojano, B. A. (2011). Actividad antioxidante de *Piper Piedecuestanum* Trel. & Yunck. y *Piper Subpedale* Trel. & Yunck. *Revista latinoamericana de química*, 39(3), 91-99. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rlq/v39n3/v39n3a1.pdf>
- Miranda, M. (2012). Evaluación de la actividad antiinflamatorio de *Piper elongatum* (Matico) administrado por la vía oral, comparado con la Indometacina en Cobayos. *BVS*, 10(19), 50-54. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/situa/2001_n19/evalua_antiinfla.htm
- Mostacero, J. (2002). *Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú* (Vol. II). Perú: Normas legales S.A.C.
- Muñoz, O. (1999). *Plantas medicinales de uso en Chile*. Santiago de Chile: Química y Farmacología. Obtenido de

<http://books.google.com.pe/books?id=cuviT1SKao8C&pg=PA69&dq=el+matico+y+sus+usos+medicinales&hl=es&sa=X&ei=0CDkQ6AEwAg#v=onepage&q=el%20matico%20y%20sus%20usos%20medicinales>

- Pérez, G., & Martínez, G. (2001). Los flavonoides como antioxidantes naturales. *Acta Farm. Bonaerense*, 20(4), 297-306. Obtenido de http://www.latamjpharm.org/trabajos/20/4/LAJOP_20_4_3_1_P9HXUFPEV7.pdf
- Pino, N. (2002). Compuestos químicos mayoritarios en esencia de *Piper auritum* H.B.K. *Institucional Universidad tecnológica del Chocó*(16), 13-17.
- Puertas-Mejía, M. A., Gómez-Chabala, L., Rojano, B., & Sáez-Vega, J. A. (2009). Capacidad antioxidante in vitro de fracciones de hojas de *Piper peltatum* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2), 1-11. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v14n2/pla07209.pdf>
- Sanchez, O., Aguirre, Z., & Kvist, L. P. (2006). Timber and non-timber uses of dry forests in Loja Province. *Lyonia*, 10(2), 73-82. Obtenido de http://www.lyonia.org/articles/volume_22/volume.pdf#page=71
- Soto, F. (2011). *Caracterización química, fitoquímica y antibacteriana in vitro de las hojas del Anacardium occidentale L. (Marañón)*. Universidad de Granma. Granma: Química- Biológica.
- Soto, M. (2015). Estudio fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y de *Piper aduncum* procedentes de la región Amazonas. *In Crescendo. Institucional*, 6(1), 33-43.
- Valle, B. J., & Yanac, A. R. (2014). *Cuantificación de flavonoides totales en los extractos hidroalcohólicos de las hojas de piper aduncum "matico" procedente del distrito de Chota, departamento de Cajamarca y del jardín Botánico "Rosa Elena Ríos Martínez" de la UNT*. Tesis de grado, Universidad Nacional de trujillo, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3799/Valle%20Vargas%20Brenda%20Jakeline.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXO

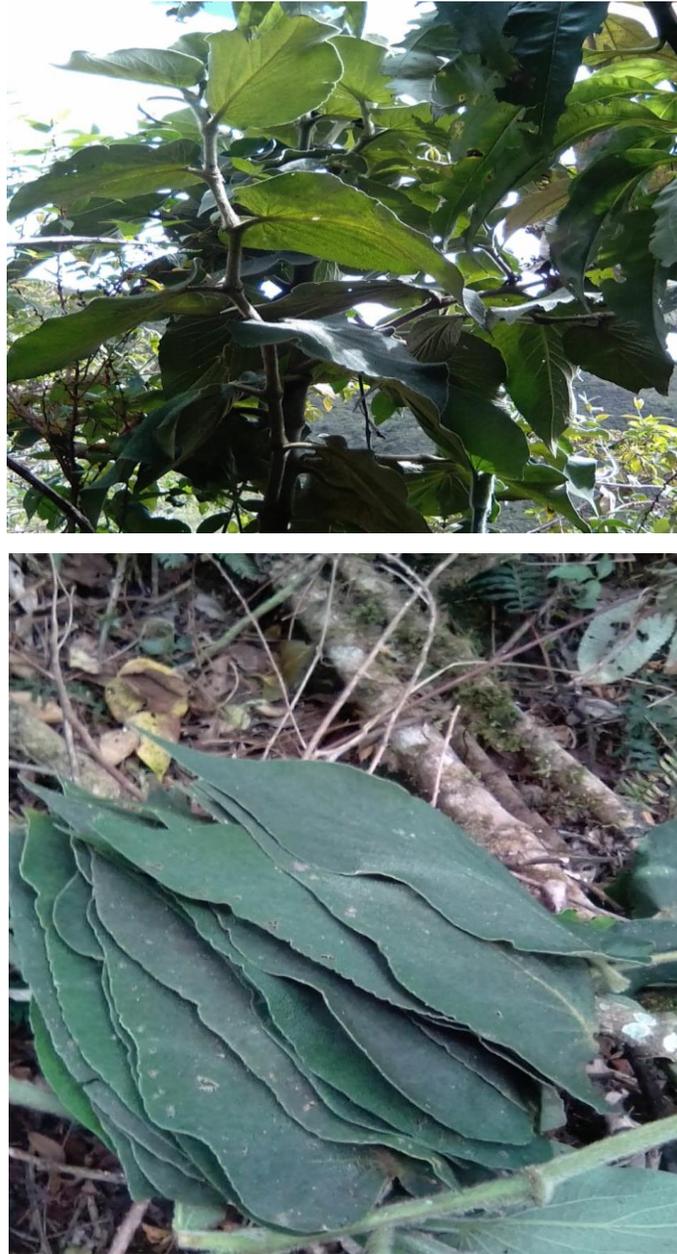


Figura 9. Planta y hojas de matico



Figura 10. Extractos, acuoso, etanólico y metanólico



Figura 11. Filtrado al vacío de los extractos antes de medir la actividad antioxidante



Figura 12. Espectrofotómetro UV vis para medir la absorbancia (técnica DPPH)

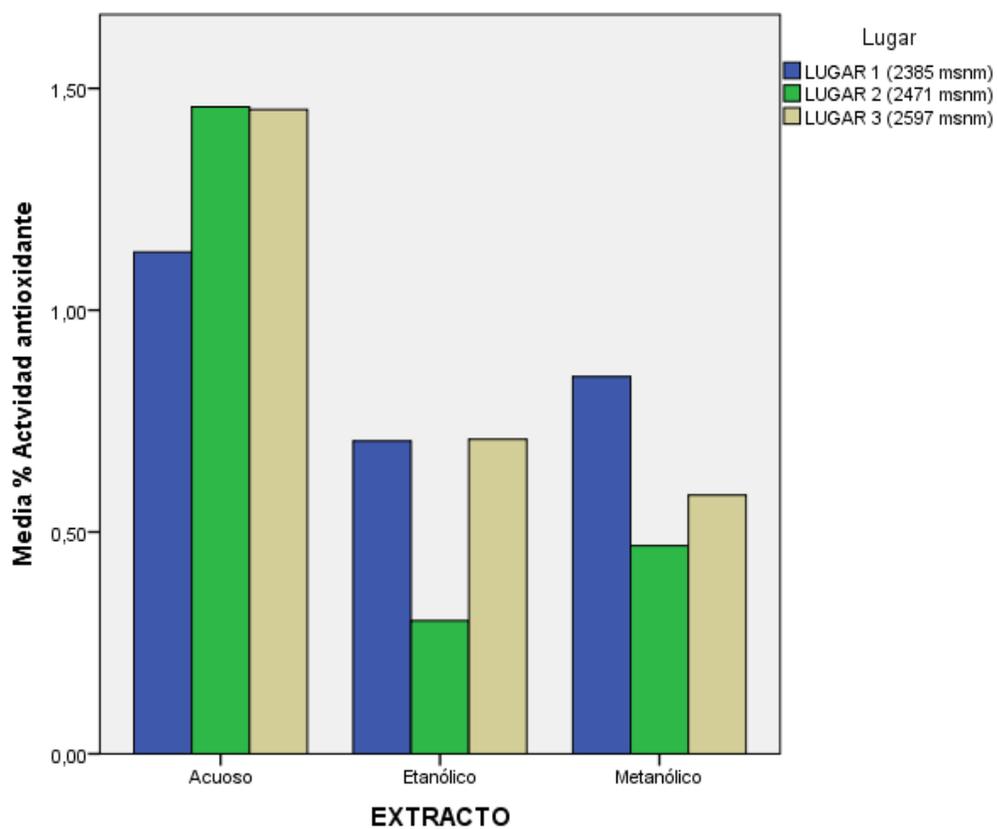


Figura 13. Actividad antioxidante de extractos de hojas de Piper sp

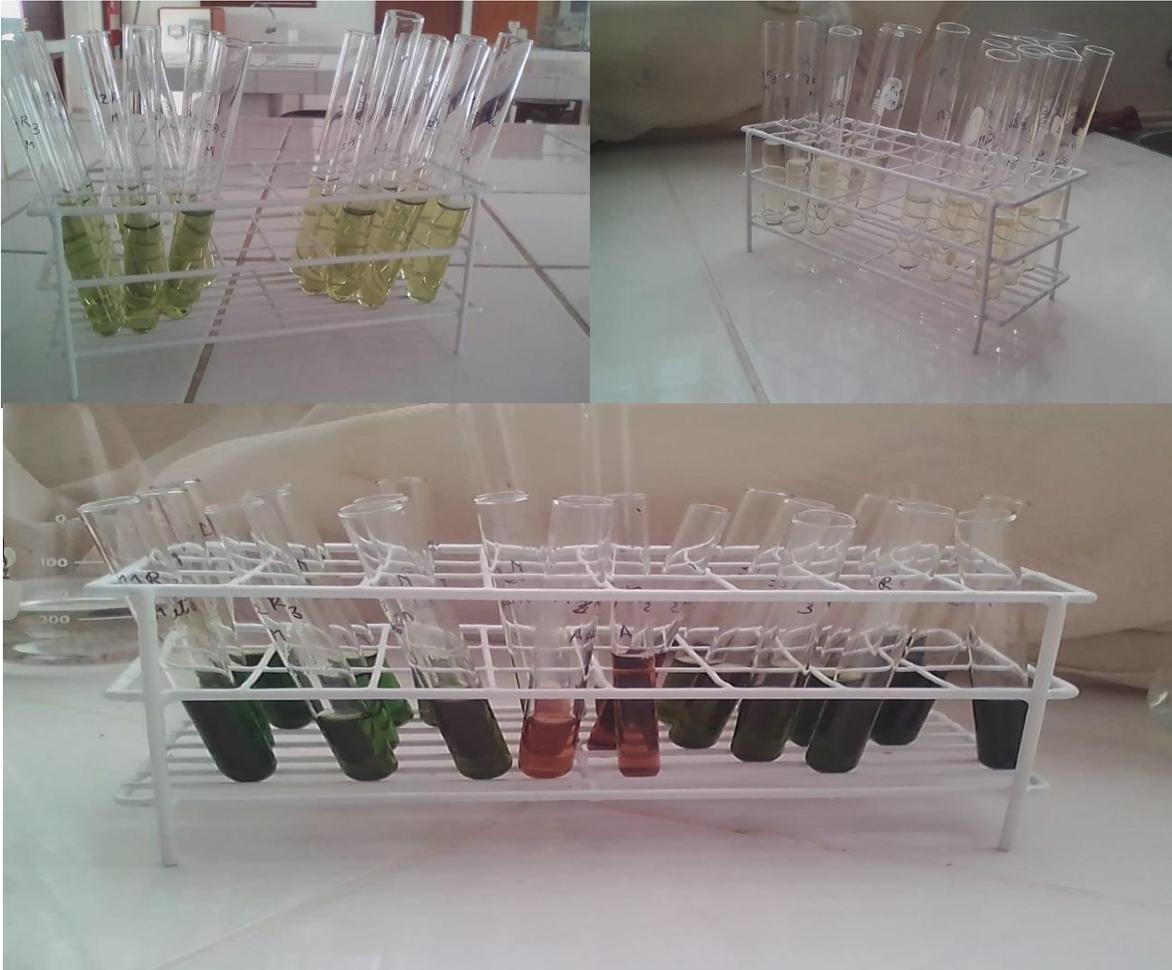


Figura 14. Soluciones de extractos de matico para determinar polifenoles totales por Folin Ciocalteu