

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos  
de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga.

Ayacucho 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICA FARMACÉUTICA

PRESENTADO POR:

Bach. TERRAZA ÑAUPARI, ROXANA

ASESOR: Mg. Q.F. ARONES JARA, MARCO ROLANDO

AYACUCHO-PERÚ

2023

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°195-2023-UNSC-FCSA-D

**BACHILLER:** ROXANA TERRAZA ÑAUPARI

En la ciudad de Ayacucho, siendo las tres y diez de la tarde del día diecisiete del mes de febrero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **“Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021.”**; presentado por la bachiller **ROXANA TERRAZA ÑAUPARI** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente :Prof. José Alejandro Yarlequé Mujica

Miembros :Prof. Edgar Cárdenas Landeo

Prof. Hugo Roberto Luna Molero

Prof. Osmar Héctor Huaraca Cárdenas

Asesor :Prof. Marco Rolando Aronés Jara

Secretario Docente :Prof. Stephany Massiell Barbaran Vilcatoma

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a los documentos presentados por el recurrente, resolución decanal y algunas indicaciones al sustentante.

Da inicio la exposición la Bachiller: **Roxana Terraza Ñaupari**, y una vez concluida, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

El presidente invita a la sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

### RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: **ROXANA TERRAZA ÑAUPARI**

JURADOS	TEXTO	EXPOSICIÓN	PREGUNTAS	P.FINAL
Prof. José A. Yarlequé Mujica	17	17	16	17
Prof. Edgar Cárdenas Landeo	17	17	17	17
Prof. Hugo R. Luna Molero	17	17	17	17
Prof. Osmar H. Huaraca Cárdenas	17	17	17	17
Prof. Marco R. Aronés Jara	17	17	17	17
PROMEDIO FINAL				<b>17</b>

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **Roxana Terraza Ñaupari**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 04:40 de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



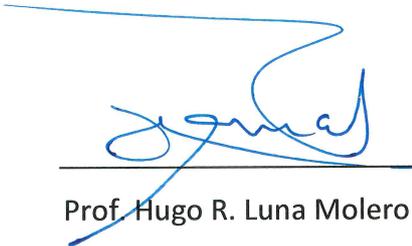
Prof. José A. Yarlequé Mujica

Presidente



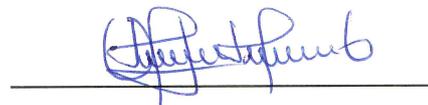
Prof. Edgar Cárdenas Landeo

Miembro



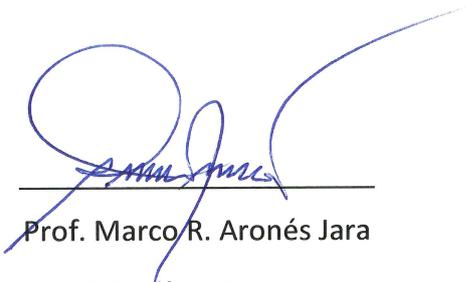
Prof. Hugo R. Luna Molero

Miembro



Prof. Osmar Héctor H. Cárdenas

Miembro



Prof. Marco R. Aronés Jara

Miembro Asesor



Prof. Stephany M. Barbaran  
Vilcatoma

Secretaria Docente

Dedicado a mis padres y a mis  
hermanos por su apoyo  
incondicional en mi formación  
profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por ser mi *alma mater* y por brindarme una formación profesional para el servicio a la población.

A la Facultad de Ciencias de la Salud, en especial a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, por acogerme en sus aulas durante 5 años de estudio.

A la plana de docentes que conforman la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica quienes con su apoyo y exigencia contribuyeron con en mi formación profesional.

A mi asesor Mg. Q.F. Arones Jara Marco Rolando, por la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, por su constante apoyo y orientación indispensable en el desarrollo de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Importancia de los metabolitos de las plantas medicinales	6
2.2.2. <i>Sambucus nigra</i>	7
2.2.3. Antocianinas	8
2.2.4. Radicales libres	9
2.2.5. Estrés oxidativo	10
2.2.6. Antioxidantes	10
2.2.7. Métodos para evaluar la actividad antioxidante	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Ubicación	13
3.2. Población y muestra	13
3.3. Procedimiento para la recolección de datos	13
3.4. Análisis de datos	15
IV. RESULTADOS	17
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	37

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Contenido de fenoles en frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho, 2022.	22
<b>Tabla 2.</b> Contenido de antocianinas en frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho, 2022.	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Actividad antioxidante de los frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2022.	24

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>ANEXO 1.</b> Certificado de identificación de <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	41
<b>ANEXO 2.</b> Fotografía de las hojas, inflorescencia y frutos de <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	42
<b>ANEXO 3.</b> Diagrama de la preparación de la muestra de los frutos de <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	43
<b>ANEXO 4.</b> Diagrama de la cuantificación de las antocianinas del extracto liofilizado de los frutos de <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	44
<b>ANEXO 5.</b> Contenido de fenoles totales de la muestra liofilizado de los frutos de <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	45
<b>ANEXO 6.</b> Curva de calibración de los fenoles totales del ácido gálico en la muestra liofilizado del <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	46
<b>ANEXO 7.</b> Curva de calibración del DPPH en la muestra liofilizado del <i>Sambucus nigra</i> “Sauco”, Ayacucho 2022.	47
<b>ANEXO 8.</b> Prueba estadística de ANOVA y tukey de polifenoles totales, Ayacucho 2022.	48
<b>ANEXO 9.</b> Prueba estadística de ANOVA y tukey de antocianinas totales, Ayacucho 2022.	49
<b>ANEXO 10.</b> Prueba estadística de ANOVA de la actividad antioxidante por el método de DPPH, Ayacucho 2022.	50
<b>ANEXO 11.</b> Prueba estadística de tukey de la actividad antioxidante por el método de DPPH, Ayacucho 2022.	51
<b>ANEXO 12</b> Matriz de consistencia, Ayacucho 2022.	52

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo el objetivo determinar el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Los frutos de *S. nigra* fueron recolectados en los distritos de Pacaycasa (2477 m s.n.m), Tambillo (2503 m s.n.m), Jesús Nazareno (2798 m s.n.m) y Carmen Alto (2921 m s.n.m) de la provincia de Huamanga. Los frutos frescos fueron sometidos a extracción con etanol al 50 % mediante la técnica de extracción de solvente acelerados (ASE) y el extracto obtenido fue concentrado en un rotavapor y secado por liofilización. La determinación de fenoles totales (TPC) se realizó según el método Folin-Ciocalteu, el contenido de antocianinas (TAC) se cuantificó por el método pH diferencial y el potencial antioxidante (AA %) se evaluó mediante el método del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). Se determinó que existe variación del TPC según la procedencia, siendo los frutos de *S. nigra* que proceden del distrito de Pacaycasa los que reportaron mayor TPC y TAC con valores de  $71,1 \pm 1,67$  mg GAE/g de extracto liofilizado y de  $3679,9 \pm 12,39$  g/100 g de cianidina de extracto liofilizado respectivamente. Se determinó una correlación directamente proporcional entre el TPC y AA % ( $r = 0,93$ ), así como una relación inversamente proporcional entre el TPC y la altitud ( $r = -0,84$ ). Se concluye que existe variación en el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante de los frutos de *S. nigra* según el lugar de procedencia.

Palabras clave: *Sambucus nigra*, fenoles totales, antocianinas, DPPH.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los radicales libres son la causa de muchas enfermedades como el cáncer, el Alzheimer y el Parkinson, debido a un mecanismo de defensa antioxidante desequilibrado que produce el estrés oxidativo que conlleva deterioro de la función celular que está directamente relacionado con la patogénesis de muchas enfermedades y, finalmente, con la muerte celular<sup>1</sup>. La incapacidad de nuestro organismo para neutralizar los radicales libres a los que estamos expuesto a diario nos obliga a recurrir a nutrientes con propiedades antioxidantes<sup>2</sup>.

El *Sambucus nigra* es una especie muy apreciada desde la antigüedad, esto debido a sus propiedades alimenticias y medicinales y que el hombre lo extendió por el resto del planeta<sup>3</sup>. Es una especie accesible y abundante en muchas regiones de Europa, Asia, norte de África<sup>1</sup>. En el siglo XVI los españoles lo trajeron a América y ha logrado aclimatarse en muchas regiones de este continente, incluso en zonas altoandinas<sup>1,3</sup>.

*Sambucus nigra* es conocida también como “saúco” o “elderberry” y según la Farmacopea Europea, se usa tanto la flor desecada como sus frutos maduros<sup>3</sup>. El uso de *Sambucus nigra* como suplemento alimenticio e ingrediente farmacéutico puede ser no solo beneficioso en la prevención de enfermedades causadas por los radicales libres, sino también, su cultivo podría ser en el futuro una actividad rentable<sup>1,3</sup>.

Según varios estudios el *Sambucus nigra* tiene grandes contenidos de antocianinas y compuestos fenólicos las cuales ayudan a disminuir los efectos perjudiciales de los radicales libres<sup>4</sup>. También ayudan a disminuir inflamaciones, estimula el sistema inmunitario; así mismo, ayuda a reducir los síntomas de la gripe, la tos, dolores de cabeza y la fiebre<sup>4</sup>.

En el 2010, *Sambucus nigra*, fue la planta medicinal más exportada en Bulgaria y Rumanía, con fines de producción de té y fitomedicamentos (según la Asociación Europea de Cultivadores de Hierbas)<sup>1</sup>. En el 2011, la baya del

*Sambucus nigra* se clasificó como el 18° suplemento dietético a base de hierbas más vendido en el mercado de medicamentos, alimentos en EE. UU.

El estudio del *Sambucus nigra* es de gran importancia para las personas, debido a que hoy en día las enfermedades causadas por los radicales libres va en aumento, por lo que se presta especial atención a las bayas del *Sambucus nigra* como fuente de antocianinas.

Esta planta se encuentra como una planta ornamental en varias partes en la ciudad de Ayacucho; sin embargo, no son aprovechadas por la población a falta de conocimiento.

Por lo expuesto, el presente estudio tiene como finalidad evaluar el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga, con el objetivo de determinar el lugar donde presenta la mayor concentración de antocianinas y la capacidad antioxidante. Se pretende que, a partir de ello se generen nuevos conocimientos, y que sean aplicables para nuevos estudios que se pueden realizar más adelante. Se podrían realizar la elaboración de jugos, mermeladas, colorantes naturales, entre otros y así ayude en la prevención de muchas enfermedades. En ese sentido se propusieron los siguientes objetivos.

#### **Objetivo general**

Determinar el contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga.

#### **Objetivos específicos**

- Cuantificar el contenido de antocianinas de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.
- Cuantificar el contenido de polifenoles totales de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.
- Evaluar la actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Domínguez et al.<sup>5</sup>, en el año 2020, realizaron su trabajo de investigación que tuvo como objetivo caracterizar el valor nutricional y el uso potencial de las bayas de saúco como fuente de compuestos antioxidantes. Evaluaron la composición química, el contenido de ácidos grasos y compuestos fenólicos de las bayas de saúco. Los análisis revelaron que la baya del saúco era una fuente rica de sólidos solubles totales, proteínas y ácidos grasos poliinsaturados (omega-3: 38,12 g/100 g y omega-6: 39,54 g/100 g de ácidos grasos). El contenido de fenoles totales (TPC) en bayas de saúco se cuantificó mediante el reactivo de Folin Ciocalteu, tuvo como resultado entre 2524 y 3157 mg GAE/g, el contenido total de antocianinas (TAC) y carotenoides se cuantificó mediante una técnica espectrofotométrica en la que se ha calificado la intensidad de color generada por estos compuestos, la cantidad de TAC recuperada de los extractos de saúco oscilaba entre 287,8 y 645,7 mg/100 g y el contenido de carotenoides recuperados de las bayas de saúco variaba 62,58–126,5 mg/100 g. La actividad antioxidante medida por los ensayos ORAC, DPPH, FRAP y ABTS se utilizó para definir la actividad antioxidante potencial del extracto de bayas y los resultados, en particular los ensayos DPPH, ABTS y FRAP evalúan la capacidad de transferencia de electrones, mientras que los ensayos ORAC evalúan la capacidad de transferencia de protones. Los resultados para la actividad DPPH (62,15 mg Trolox/g PS) como ABTS (4456 mg ácido ascórbico/g PS), y para FRAP (10634  $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ /100 g PS). En conclusión, la fuerte capacidad antioxidante de las bayas de saúco está relacionada con el contenido de compuestos fenólicos.

Condor<sup>6</sup>, en el año 2019, realizó la investigación que tuvo como objetivo determinar “los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos totales, vitamina C) y capacidad antioxidante del fruto de sauco (*Sambucus peruviana L.*) recolectadas en las diferentes altitudes de la provincia de Andahuaylas”. Evaluó el contenido de

los compuestos fenólicos totales, vitamina C y capacidad antioxidante y de esta manera determinar si existe una variación significativa entre los frutos de sauco (*Sambucus peruviana* L.) en diferentes altitudes. Los compuestos fenólicos se evaluaron por el método de Folin-Ciocalteu, la cuantificación de vitamina C se realizó por cromatografía de alta performance (HPLC) y la capacidad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). Concluyó que a mayor altitud tiene mayor contenido de fenoles, contenido de vitamina c asimismo la capacidad antioxidante será mayor.

Jorge E, Segura ES<sup>7</sup>, realizaron su trabajo de investigación en el año 2011 que tuvo como objetivo “evaluar la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales del fruto del sauco (*Sambucus peruviana* HBK) provenientes de la provincia de Tarma y Huancayo”. La procedencia de los frutos del sauco fueron la zona de Huaracayo en Tarma ubicado a 2800 m s.n.m. (muestra 1) y Chupaca en Huancayo ubicado a 3352 m s.n.m. (muestra 2). Se evaluó el contenido de polifenoles totales mediante el método del Folin-Ciocalteu y para antioxidante se utilizó el método del 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). El contenido de polifenoles totales para la muestra 1 fue de 691,13 mg de ácido gálico/100 g y para la muestra 2 fue 699,4613 mg de ácido gálico/100 g. La capacidad antioxidante fue de 44,19 % para la muestra 1 y 45,65 % para la muestra 2. Concluyó que el mayor contenido de polifenoles totales en el fruto del sauco corresponde a la provincia de Huancayo. Los resultados reportan que cuanto mayor es el contenido de polifenoles totales, mayor es la capacidad antioxidante, lo que indica que cuanto mayor es la altitud tendrá mayor contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante.

Cuba AL, Quezada PV<sup>8</sup>, determinaron el “contenido de antocianinas totales y la capacidad antioxidante del fruto de *Sambucus peruviana* (sauco) procedente del centro poblado San José de Porcón, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad”. Cuantificaron el contenido de antocianinas totales por el método de pH diferencial y se determinó la actividad antioxidante mediante el método de DPPH (2,2 difenil-1-picrylhidrazilo) resultando un valor de  $7,094 \pm 0,07$  mg expresados en cianidina-3-o-glucósido/100 g muestra fresca y una actividad antioxidante de  $31,4 \pm 0,07$  mg expresado como ácido ascórbico/g fruto fresco.

Luna HM<sup>9</sup>, determinó “la actividad antioxidante, contenido de fenoles totales, taninos y flavonoides totales del hidromiel de saúco (*Sambucus peruviana*) de

cuatro empresas del distrito de Talavera en el año 2019". Evaluó la actividad antioxidante por el método DPPH; el contenido de fenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu expresados como equivalente de ácido gálico (GAE) y el contenido de flavonoides totales mediante el método del reactivo de tricloruro de aluminio. Determinó que los frutos procedentes de Santa Isabel presentaron mayor nivel de la actividad antioxidante con  $(2,83 \pm 0,003 \text{ mMEq Trolox/100 mL})$ . El Dorado presentó mayor contenido de polifenoles totales  $(3783,4 \pm 2,3 \text{ mg AGE/100 mL})$ . El mayor contenido de tanino fue para Santa Isabel  $(12,3 \pm 0.02 \text{ mg/L})$ . Y Marqués de Aranjuez presentó el mayor contenido de flavonoides totales  $(335,5 \pm 0,01 \text{ mg equivalente de quercetina/mL})$ .

Sancho CL<sup>10</sup>, evaluó "la actividad antioxidante de extractos acuoso y etanólico de bayas de saúco antes y después de la incorporación a gomitas masticables. Determinó del efecto de las gomitas con mejores características organolépticas sobre los niveles de malondialdehído (MDA) en membranas de hepatocitos". Las bayas de sauco fueron recolectadas procedencia en Anta distrito de Limatambo ubicada a 2577 m s.n.m, La capacidad antioxidante de los extractos y gomita se evaluó con el método de DPPH. La actividad sobre los niveles de MDA se realizó mediante un estudio comparativo cuasi experimental con 24 ratones albinos de la cepa Balb/c. Se administraron las gomitas previamente disueltas por vía oral a una dosis de 2,3 mg/Kg (grupo experimental), paracetamol 300 mg/Kg (control negativo), silimarina 150 mg/Kg (control positivo) y agua destilada 0,5 ml (blanco). Los niveles de MDA se cuantificaron en el sobrenadante del homogenizado de hígado al décimo día de experimentación. Los valores de MDA fueron de 0,22  $\mu\text{mol/L}$  para el grupo blanco, 0,39  $\mu\text{mol/L}$  para el control negativo, 0,28  $\mu\text{mol/L}$  para el control positivo y 0,27  $\mu\text{mol/L}$  para el grupo experimental. Se concluyó que las gomitas masticables a base de bayas de sauco presentan efecto sobre los niveles de MDA como antioxidante exógeno.

Pierola JM<sup>11</sup>, determinó "los fenoles totales, capacidad antioxidante, azúcares reductores y antocianinas en la cáscara y la pulpa del sauco (*Sambucus peruviana*) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) de la provincia de Chachapoyas". El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin Ciocalteu, la capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS), para azúcares reductores se aplicó el método de Miller (DNS) y para las antocianinas el método de pH diferencial. La cáscara de las bayas de sauco en estado verde reportado mayor contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante. Los

azúcares reductores se encontraron en mayor concentración en la pulpa de las bayas de sauco en estado maduro; mientras que el mayor contenido de antocianinas totales se reportó en la cáscara de las bayas de sauco en estado maduro. Los resultados demuestran que el grado de madurez determina el contenido de los fenoles totales, capacidad antioxidante, azúcares reductores y antocianinas totales de las bayas de sauco.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Importancia de los metabolitos de las plantas medicinales**

Las especies vegetales contiene diversos componentes activos, de naturaleza química diversa, importantes para su desarrollo, crecimiento y mantenimiento<sup>12</sup>.

Contiene **componentes inorgánicos** tales como el agua y minerales. El contenido de agua depende de la especie vegetal y del órgano vegetativo, por ejemplo, las hojas y los tallos contienen más cantidad de agua (hasta un 80%); mientras que las semillas contienen menor cantidad de agua. Los minerales pueden estar presentes como las sales solubilizadas (cloruros, nitratos, fosfatos, etc.), sales cristalizadas (carbonato cálcico, oxalato cálcico, etc.); y también como oligoelementos (magnesio, hierro, manganeso, flúor, etc.). Los minerales se encuentran en combinación con las sustancias orgánicas<sup>12</sup>.

Entre los **componentes orgánicos** tenemos los metabolitos primarios que cumplen una función en el metabolismo esencial celular y los metabolitos secundarios que más bien son sustancias resultado del metabolismo esencial, aunque son los principales responsables de la actividad terapéutica<sup>12</sup>.

Algunos factores climatológicos afectan el contenido cualicuantitativo de los metabolitos, ya que el clima de una región depende de varios aspectos físicos como la humedad, el viento, la radiación solar, la temperatura y la lluvia<sup>13</sup>.

Las especies vegetales se adaptan a su propio hábitat; sin embargo, tienen la capacidad de desarrollarse en una amplia variedad de **temperaturas**. Por ejemplo, la manzanilla, propio de lugares templados se adaptan a las regiones tropicales, desarrollándose satisfactoriamente durante el verano, sin embargo, en invierno su crecimiento ralentiza y es susceptible al ataque de las plagas. Por eso, para el cultivo de plantas medicinales es necesario tener en cuenta la temperatura máxima y el rango de variación durante el día, la noche y durante todo el año, ya que influye en el contenido de metabolitos<sup>13</sup>.

La **lluvia** influye en la humedad y en las propiedades de retención del agua por el suelo. Un exceso de lluvia puede provocar la pérdida de sustancias tanto en hojas

como en las raíces. Así, la disolución del principio activo también puede ocurrir debido al aumento de agua en la planta<sup>13</sup>.

El contenido de compuestos fenólicos es directamente proporcional a la cantidad como la intensidad de la **luminosidad**, lo que explica que los flavonoides y fenilpropanoides se relacionen con la fotoprotección al absorber y disipar la energía solar<sup>13</sup>.

El desarrollo y producción de metabolito secundarios está también determinado por la **altitud** lo que se relaciona con la calidad de las plantas<sup>13</sup>.

La **radiación ultravioleta (UV)** produce un aumento de flavonoides, alcaloides antocianinas, carotenoides o cumarinas en muchas especies vegetales para protegerse del daño oxidativo generado. La radiación UV-B aumentan la actividad de la enzima fenilalanina-amonio liasa, que participa en las reacciones de síntesis de compuestos fenólicos y determina el contenido de flavonoides y ácidos hidroxicinámicos; así mismo, se ha observado cambios en los tipos de flavonoides formados después de la exposición a UV-B<sup>14</sup>.

Las plantas que crecen en suelos con **pH** alcalinos producen mayor contenido de alcaloides<sup>14</sup>. Así mismo, a través del **suelo** se absorben el agua y nutrientes que le permiten el funcionamiento a la planta. Muchas especies que crecen en Cuba en suelos derivados de rocas serpentinosas, pueden acumular iones de metales pesados como cobalto, que pasan a la planta, y de ahí al medicamento que con la planta se prepare. Es el caso de *Neobracea valenzuelana*, especie que tiene una acción hipotensora, y que es capaz de acumular en las hojas, iones de cobalto<sup>15</sup>.

### **2.2.2. Sambucus nigra**

*Sambucus nigra* es una especie originaria y nativa de los continentes europeo, africano y asiático y su hábitat es el aire libre, zonas tropicales, zonas subtropicales, bosques relativamente húmedos, matorrales, campos silvestres, valles, cordilleras, montañas, quebradas, arroyos, lagos, ríos e incluso en lugares baldíos o poblados. Esta especie también tiene una distribución por el Norte, Centro y Sur América, entre ellos están Canadá, Estados Unidos, México, Costa, rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Argentina y otros<sup>16</sup>.

Según el sistema de clasificación de Cronquist. A. (1988) el *Sambucus nigra* L. pertenece a la familia *Caprifoliaceae* y es conocido vulgarmente como “sauco” (Constancia expedida por la Bióloga Laura Aucasime Medina especialista en taxonomía y sistemática de plantas).

El *Sambucus nigra* se ha adaptado muy bien a zonas de bosques húmedos. Es capaz de resistir heladas fuertes entre 15 a 20°C. Tiene un rango de precipitación medios de 2000 a 4000 mm año<sup>-1</sup>. *S. nigra* crece adecuadamente con plena exposición al sol (heliófila), es poco exigente en suelos ya que tolera una acidez leve; aunque no soporta suelos mal drenados, pero si cercanos a fuentes hídricas; y por su rusticidad permite adaptarse a los suelos calcáreos, pedregosos, en taludes, ruinas, escombreras e incluso a las grietas de los muros<sup>17</sup>. La planta de sauco tiene un vigor entre intermedio y vigoroso, en la copa es irregular y característico de color verde claro, el ancho de su copa varía entre 2 a 8 metros. Su altura varía entre 3 a 6 metros y ciertas condiciones agroecológicas pueden medir de 12 a 15 metros de altura<sup>18</sup>.

Los **frutos** de *S. nigra* son bayas de coloración púrpura oscuro, las que están dispuestos en manojos colgantes, su pulpa es jugosa y comestible y presenta tres semillas. Los frutos son de tamaño pequeño y esféricos y miden entre 5 y 6 mm de diámetro. Las semillas son duras y amarillentas, miden aproximadamente 2 mm de largo por 1 mm de ancho<sup>19</sup>.

### **2.2.3. Antocianinas**

Las **antocianinas** son pigmentos hidrosolubles que pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es un anillo de flavona, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos. El grado de hidroxilación y metilación en el anillo B de la molécula determina el tipo de antocianidina. Se han descrito doce antocianidinas y las más comunes en plantas son la pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y malvidina. Los tres primeros son más comunes en frutos, y lo demás en las flores<sup>20</sup>.

Las antocianidinas no se acumulan como tales en las plantas sino en su forma glicosilada; es decir, unidos a azúcares y en ese caso se les llama antocianinas<sup>20</sup>. Los azúcares les confieren una mayor solubilidad y estabilidad y normalmente se une a la antocianidina en la posición 3 del grupo fenólico, aunque también pueden hacerlo en las posiciones 5 y 7. De acuerdo a la cantidad de azúcares presentes las antocianinas se clasifican en monoglucósidos, diglucósidos y triglucósidos<sup>20</sup>. Entre los monosacáridos tenemos a las pentosas (arabinosa y xilosa), o las

hexosas (D-glucosa, galactosa o ramnosa). Los disacáridos más comunes son la gentobiosa, soforosa, sambubiosa y rutinosa. Los trisacáridos pueden ser lineales (gentotriosa), o ramificados (xilosilrutinosa o glucosilrutinosa). En algunos casos, los azúcares se acilan con grupos derivados del ácido acético o uno de los cuatro ácidos cinámicos (p-cumárico, caféico, ferúlico o sináptico). Las antocianinas pueden ser acilas, lo que la hace más estable en condiciones extremas de pH y temperatura<sup>20</sup>.

Las **fuentes** de las antocianinas se encuentran en varios órganos de las plantas, tales como las frutas, flores, tallos, hojas y raíces. Estos pigmentos suelen ser uniformemente solubles en las vacuolas de las células epidérmicas; sin embargo, en algunas especies, las antocianinas se localizan en distintas regiones de la vacuola celular, llamadas antocianoplastos. Las principales fuentes de antocianinas son los frutos rojos, principalmente las bayas y las uvas rojas, los cereales, principalmente el maíz morado, las hortalizas y el vino rojo entre las bebidas<sup>20</sup>.

#### **2.2.4. Radicales libres**

Los radicales libres son capaces de existir en forma independiente, tienen uno o más electrones desapareados que lo hacen altamente reactivos y son conocidos como especies reactivas de oxígeno. Los radicales libres pueden causar daño oxidativo en el organismo y están implicados en muchas enfermedades como el cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares, reumatismo, trastornos gastrointestinales, afecciones broncopulmonares hasta proceso neuroquímicos degenerativos. Asimismo, están involucrados en el envejecimiento y daño producido por una actividad física intensa<sup>21</sup>.

Los radicales libres poseen electrones desapareados y al no tener carga ni iones pueden combinarse con otros elementos químicos y reacciona a gran velocidad. Los radicales libres se clasifican como especies reactivas de oxígeno ( $\text{ERO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2^-$ ,  $\text{RO}^*$  y  $\text{HClO}$ )<sup>22</sup>. Asimismo, se clasifican como **radicales libres inorgánicos** o primarios y **radicales libres orgánico** o secundarios. Los primeros se producen de la transferencia de electrones al átomo de oxígeno por lo que presentan diferentes estados de reducción y presenta una vida media muy corta (aniones superóxido, radicales hidroxilos y el óxido nítrico)<sup>23</sup>. Los radicales libres orgánicos pueden surgir de la transferencia de un electrón del radical primario a un átomo de la molécula orgánica o de la reacción de dos radicales primarios entre

ellos, éstos radicales tiene una vida media más larga (carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre)<sup>23</sup>.

Los **intermediarios estables relacionados con los radicales libres de oxígeno**, los cuales incluye un grupo de especies químicas que no son radicales libres, que generan estas sustancias ya sea como resultado de la reducción o conversión de su oxidación, entre las que se encuentran el oxígeno singlete, el peróxido de hidrógeno, el ácido hipocloroso, el peroxinitrito, los hidroperóxidos orgánicos, etc.<sup>23</sup>

Los radicales libres son productos de la respiración aeróbica mitocondrial (**fuentes endógena**), ya que las mitocondrias consumen oxígeno que se reducen a agua en varias etapas y producen a su vez subproductos como el O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y OH. Las células fagocíticas producen O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, OH, NO y OCl como respuesta al estrés oxidativo cuando son activados por agentes inflamatorios<sup>24</sup>.

La radiación ultravioleta, los rayos X y gama, el ozono son **fuentes exógenas** de especies oxidantes. Las sales de hierro promueven la generación de agentes oxidantes; así mismo, los alimentos que consumimos pueden contener peróxidos, aldehídos, ácidos grasos oxidados y metales de transición<sup>24</sup>.

#### **2.2.5. Estrés oxidativo**

Especies reactivas del oxígeno (ERO) es un término generalmente aplicado a moléculas de radicales libres y no radicales que se oxidan y/o se convierten fácilmente en radicales. Durante la última década, la evidencia acumulada permite afirmar que los radicales libres y todas las especies reactivas asociadas a ellos juegan un papel central en nuestra homeostasis, es decir, la actividad de los radicales libres, el funcionamiento normal de los mecanismos reguladores para mantener un estado fisiológico normal de los organismos. En los mamíferos, existen muchos los procesos fisiopatológicos inducidos por esta especie, tales como los mecanismos patogénicos que involucran virus, bacterias, parásitos y células anormales, que constituyen mecanismos de defensa del organismo contra estos invasores. Cuando un aumento en el contenido intracelular de ERO supera las defensas antioxidantes de la célula, se genera estrés oxidativo, lo que provoca daños en biomoléculas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos<sup>25</sup>.

#### **2.2.6. Antioxidantes**

Los antioxidantes son moléculas estables que pueden donar un electrón a un radical libre y neutralizarlo, retrasando o inhibiendo el daño celular producidos por los radicales libres. Dentro de esta clase de compuestos antioxidantes se

encuentran los compuestos fenólicos cuya propiedad se debe a la reactividad del grupo fenol<sup>26</sup>.

Los **antioxidantes naturales** pueden actuar como agentes reductores inhibiendo la formación de los radicales libres, la formación del oxígeno libre e inactivando los metales que favorecen la oxidación<sup>27</sup>.

Las enzimas como el superóxido dismutasa (SOD), la glutatión peroxidasas (GPX), la ferritina, la ceruloplasmina de tipo ferroxidasa y catalasa son **antioxidantes primarios**, los cuales previenen la formación de nuevas ROS y las convierten en especies menor dañinas<sup>28</sup>.

Las vitaminas E y C, el  $\beta$ -caroteno y algunas sustancias endógenas (glutatión urato, bilirrubina, ubiquinona, albúmina y el ácido úrico) capturan a radicales libres evitando las reacciones en cadena. Estas sustancias se denominan **antioxidantes secundarios**<sup>28</sup>.

Las enzimas endonucleasas apurínica/apirimidínica, la polimerasa  $\beta$  y la metionina sulfóxido reductasa con conocidos como **antioxidantes terciarios** y son los responsables de reparar las biomoléculas dañadas<sup>28</sup>.

#### **2.2.7. Métodos para evaluar la actividad antioxidante**

La actividad o capacidad de secuestro de los radicales libres por parte de los compuestos fenólicos está dada por el número y la posición de los grupos hidroxilo la glicosilación y demás sustituciones<sup>29</sup>.

Existen muchos métodos para determinar la capacidad antioxidante. Están aquellos que inhiben la oxidación mediante el control de cambios a través de métodos físicos, químicos o instrumentales. Otros métodos implican ensayos de recolección de radicales, entre ellos tenemos, los métodos basados en mecanismos de transferencia de átomos de hidrógeno (HAT) o de transferencia de electrones (ET). Los mejores métodos basados en HAT son el ORAC (capacidad de absorber radical oxígeno) y TRAP (parámetro antioxidante que atrapan los radicales totales). Los ensayos TEAC (capacidad antioxidante equivalente a Trolox), FRAP (poder antioxidante reductor férrico) y el DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil) representan a los métodos basados en ET<sup>30</sup>.

El **método DPPH** es un método de neutralización de radicales libres de 2,2-difenildipicrilhidracilo. El DPPH es un radical libre y estable que mide la capacidad de secuestro de cualquier compuesto con actividad antioxidante. Este método es utilizado para sustancias liposolubles o hidrosolubles<sup>31,32</sup>.

El reactivo de DPPH en solución es de un color púrpura con absorción máxima a 515 nm. El DPPH sustrae un átomo de hidrógeno proveniente de un donador (antioxidante) desarrollando un cambio del color púrpura a amarillo a medida que disminuye la concentración del radical libre. Este grado de decoloración indica la capacidad del antioxidante para eliminar los radicales libres; se leen en un espectrofotómetro después de veinte a treinta minutos de reacción<sup>30,31</sup>.

Los datos suelen expresarse normalmente como valor EC50, es decir, la concentración de antioxidantes necesaria para inhibir en un 50% de los radicales DPPH durante un periodo determinado<sup>32</sup>.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de “Centro de Desarrollo, Análisis y Control de calidad de Medicamento y Fitomedicamentos” de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### 3.2. Población y muestra

**a) Población.** Los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en el distrito de Pacaycasa (Huayllapampa 2477 m s.n.m), distrito de Tambillo (Muyurina 2503 m s.n.m), distrito de Jesús Nazareno (San Carlos 2798 m s.n.m) y por último el distrito de Carmen Alto (Quicapata 2921 m s.n.m) en la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

**b) Muestra.** Un kilo de frutos de *Sambucus nigra* recolectadas durante el mes de julio en la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### 3.3. Procedimiento para la recolección de datos

**a) Extracción de la muestra.** Los extractos se obtuvieron por el método de extracción acelerado con solvente. Para ello se pesó 3 g de frutos frescos de *S. nigra* previamente licuados se mezclaron con 2,5 g de tierra diatomea. La mezcla fue acondicionada en una celda de extracción de acero inoxidable de 10 mL y se colocó en el equipo de extracción ASE 150 Dionex Thermo Scientific. La extracción se realizó a 80 °C, con 3 ciclos estáticos, usando como solvente de extracción etanol al 50 %. Una vez obtenido el extracto se concentró en un rota vapor a 60 °C. el extracto fue secado por liofilización.

**b) Cuantificación de antocianinas totales (TAC).** Las antocianinas experimentan una transformación reversible con los cambios de pH que se manifiestan por un cambio en la absorbancia<sup>33</sup>. Las antocianinas se cuantificaron por el método pH-diferencial. Se preparó las soluciones buffer pH 1,0 y buffer pH 4,5 y etanol 50 % acidulada. Se pesó 100 mg de extracto liofilizado y se llevó a

una fiola de 10 mL, luego se procedió a diluir con etanol 50 % acidulada y se enrazó hasta el aforo (solución madre). De la solución madre se midió 1 mL a una fiola de 10 mL por triplicado y se enrazó con buffer pH 1,0; de la misma manera se midió 1 mL a una fiola de 10 mL y se enrazó con buffer pH 4,5. Las absorbancias se midieron a 520 nm y 700 nm y se usó como blanco el buffer de cada pH.

$$\frac{\text{mg}}{100\text{g}} = \left( \frac{A^* \times PM}{\epsilon \times 1} \times \text{FD} \times \frac{V_{\text{mp}}(\text{mL})}{W_{\text{mp}}(\text{g})} \right) \times 100$$

$A^*$  =  $(A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4,5}$

PM = Peso molecular de cianidina-3-glicósido (449,2 g/mol)

$\epsilon$  = Coeficiente de extinción molar de cianidina-3-glicósido (26900 L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>1</sup>)

FD = Factor de dilución

$V_{\text{mp}}(\text{mL})$  = Volumen de la solución en mililitros

$W_{\text{mp}}(\text{g})$  = Peso de la solución en gramos

**c) Cuantificación de fenoles totales (TPC).** El contenido de fenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico<sup>34</sup>. Para las muestras, se preparó una solución en 400 µg/mL en etanol de 50 % de la cual se midió 100 µL y se llevó a un tubo de ensayo se agregó 500 µL del reactivo Folin – Ciocalteu 1:10, 400 µL de una solución de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 7,5%. Se mezcló y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 765 nm. El contenido de fenoles totales fue expresado en miligramos de equivalentes de ácido gálico (GAE) por gramo de extracto seco, a partir de la curva de calibración del estándar ácido gálico<sup>35</sup>. Para la curva de calibración se preparó una solución de ácido gálico de 800 µg/mL, de esta solución se midió 150 µL y se agregó 1850 µL de agua destilada. De esta solución se preparó soluciones estándar de 10, 20, 40 y 60 µg/mL. Se tomó 100 µL de las soluciones estándar y se llevó a cuatro tubos de ensayo, se agregó 500 µL del reactivo Folin – Ciocalteu 1:10, 400 µL de una solución de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 7,5%. Se mezcló y se reposó a temperatura ambiente durante 30 minutos. Se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm utilizando como blanco agua destilada más los reactivos<sup>35</sup>.

El contenido de fenoles totales se calculó de la regresión lineal de las absorbancias versus la concentración de ácido gálico ( $y = 0,0101x + 0,0068$ ), y fue expresado como mg GAE/g de extracto seco<sup>35</sup>.

**d) Determinación de la actividad antioxidante.** La evaluación de la actividad antioxidante se realizó según lo descrito por Sousa et al<sup>36</sup>. Se preparó una solución de las muestras de 500 µg/mL a partir del cual se prepararon diluciones de 250, 200, 150, 100, 50 y 25 µg/mL en etanol de 96°. De estas diluciones se midió 0,3 mL en tubos de ensayo y a cada uno se agregó 2,7 mL de DPPH (40 µg/mL), se dejó reposar en la oscuridad por 30 minutos y midió las absorbancias a 515 nm. Se usó como blanco una mezcla de 2,7 mL de etanol y 0,3 del extracto. El porcentaje de actividad antioxidante se calculó usando la fórmula:

$$\% AA = 100 - [(Am - Ab) \times 100 / Ac]$$

Donde:

Am: Absorbancia de las muestras

Ac: Absorbancia del control DPPH

Ab: Absorbancia del blanco de la muestra.

Asimismo, se determinó la concentración media inhibitoria CI50. Para ello, se preparó una curva de DPPH a concentración de 1 a 40 µg/mL en etanol 96°, se dejó reposar por 30 minutos en la oscuridad, se usó como blanco el etanol 96° y la absorbancia se midió a 515 nm. Se calculó la CI50 en la ecuación exponencial calculada en el software OriginPro de la concentración remanente de DPPH luego de adicionarle las soluciones de la muestra y/o el Trolox.

### **3.4. Análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron procesados y analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA), y comparaciones múltiples con la prueba de Tukey con un 95% de nivel de confianza.



## **IV. RESULTADOS**



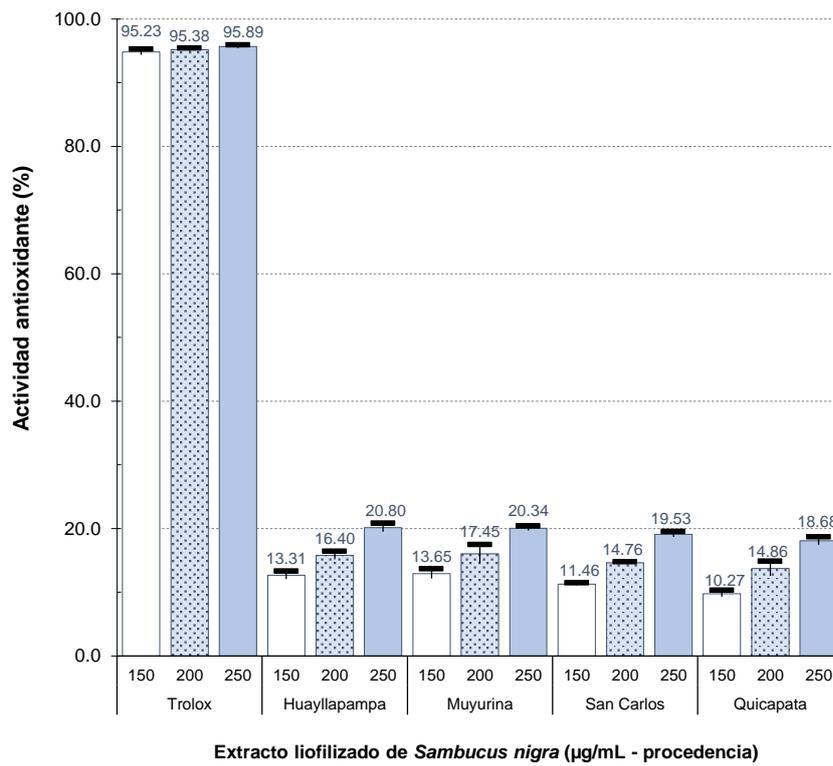
**Tabla 1.** Contenido de fenoles en frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2022.

<b>Procedencia</b>	<b>Fenoles totales</b> (mg GAE/g)	<b>Altitud</b> (m s.n.m)
Huayllapampa	71,1 ± 1,67 <sup>a</sup>	2477
Muyurina	70,6 ± 0,27 <sup>a</sup>	2503
San Carlos	67,1 ± 0,42 <sup>a</sup>	2798
Quicapata	48,5 ± 0,34 <sup>b</sup>	2921

R = -0,84

**Tabla 2.** Contenido de antocianinas en frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2022.

<b>Procedencia</b>	<b>Antocianinas totales</b> (mg/100 g)	<b>Altitud</b> (m s.n.m)
Huayllapampa	3679,9 ± 12,39 <sup>a</sup>	2477
Muyurina	3573,6 ± 36,16 <sup>b</sup>	2503
San Carlos	3280,8 ± 41,96 <sup>c</sup>	2798
Quicapata	1570,3 ± 22,85 <sup>d</sup>	2921



**Figura 1.** Actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2022.



## V. DISCUSIÓN

*Sambucus nigra*, conocido como elderberry o sauco, es una especie con alto contenido de antocianinas que le confiere su capacidad antioxidante. Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y proporciona coloraciones de diferentes tonalidades como el rojo, morado y azul. Las antocianinas presentes en el sauco y otras especies vegetales proporcionan beneficios en la salud y la prevención de las enfermedades, tales como trastornos neuronales, cardiovasculares, la diabetes, el cáncer, entre otros<sup>37</sup>.

En el presente trabajo de investigación, en primer lugar se determinó el contenido de fenoles totales (TPC) en los frutos de sauco que crecen en la región de Ayacucho. Para ello se usó el reactivo de Folin-Ciocalteu, que reacciona con los polifenoles en medio alcalino, dando una coloración azul que es directamente proporcional a su concentración<sup>38</sup>.

Los polifenoles tienen una estructura en común compuesta por un anillo fenólico y un anillo aromático que admite al menos un sustituyente hidroxilo. La actividad antioxidante de los polifenoles se debe a la reactividad del grupo fenol<sup>39</sup>.

En la Tabla 1 se presenta el contenido de fenoles en frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. El mayor contenido de fenoles totales en los frutos de *Sambucus nigra* se reporta en Huayllapampa (2477 m s.n.m) con un valor de  $71,1 \pm 1,67$  mg GAE/g de extracto liofilizado, aunque estadísticamente similar a Muyurina (2503 m s.n.m)  $70,6 \pm 0,27$  mg GAE/g y San Carlos (2798 m s.n.m)  $67,1 \pm 0,42$  mg GAE/g. Así mismo, los frutos procedentes de Quicapata (2921 m s.n.m) reportan un contenido de fenoles totales estadísticamente diferentes a los demás lugares con un valor de  $48,5 \pm 0,34$  mg GAE/g. Se observa que una correlación inversamente proporcional del contenido de fenoles totales en función a la altitud de cada uno de los lugares de procedencia de los frutos de *Sambucus nigra* ( $r = -0,84$ ).

En la Tabla 2 se presenta el contenido de antocianinas en frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la Provincia de Huamanga. El mayor contenido de antocianinas en frutos de *Sambucus nigra* se reporta en Huayllapampa (2477 m s.n.m) con un valor de  $3679,9 \pm 12,39$  mg/100g de extracto liofilizado, aunque estadísticamente similar a Muyurina (2503 m s.n.m)  $3573,6 \pm 36,16$  mg/100g y San Carlos (2798 m s.n.m)  $3280,8 \pm 41,96$  mg/100g. Así mismo, Quicapata (2921 m s.n.m) reporta un contenido de antocianinas estadísticamente diferentes a los demás lugares con un valor de  $1570,3 \pm 22,85$  mg/100g. Se observa que una correlación inversamente proporcional del contenido de antocianinas en función a la altitud de cada uno de los lugares de procedencia de los frutos de *Sambucus nigra*.

La actividad antioxidante mide el grado en que el compuesto antioxidante evita que su sustrato se oxide. Valores cercanos a 100% indican que la actividad del compuesto ensayado es alta<sup>40</sup>.

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante, comparados al Trolox, se presentan en la Figura 1. Se observa que el extracto hidroalcohólico de los frutos de *S. nigra* a las concentraciones de 150 µg/mL, 200 µg/mL y 250 µg/mL de las diferentes zonas mostraron menor capacidad antioxidante con respecto al estándar Trolox ( $p < 0,05$ ).

Por otro lado, Domínguez R, Zhang L, Rocchetti G y entre otros<sup>5</sup> en su trabajo de investigación del *Sambucus nigra* reportaron los resultados entre 2524 y 3157 mg GAE/g para fenoles totales estos resultados son mayor en comparación con los reportados en la Tabla 1, para las antocianinas entre 287,8 y 645,7 mg/100 g las cuales son de menor cantidad en comparación con los resultados reportados en la Tabla 2 y para la capacidad antioxidante de DPPH reportaron (62,15 mg Trolox/g).

Al respecto, Condor<sup>6</sup> en su trabajo de investigación sobre la especie de *Sambucus peruviana* reporta los siguientes resultados para los compuestos fenólicos fueron  $348,51 \pm 16,3$  EQ-Ac. Gálico mg/100 g del fruto de sauco (Pacucha a 3125 m s.n.m.),  $340,17 \pm 9,51$  EQ-Ac. Gálico mg/100 g del fruto de sauco (Andahuaylas a 2926 m s.n.m.) y  $334,76 \pm 2,13$ EQ-Ac. Gálico mg/100 g del fruto de sauco (Posoccoy a 2824 m s.n.m.), para la capacidad antioxidante reportando los siguientes resultados  $1,0385 \pm 0,09$  Trolox CI50 g/100 g del fruto de sauco (Pacucha a 3125 m s.n.m.),  $1,1078 \pm 0,05$  Trolox CI50 g/100 g del fruto de sauco (Andahuaylas a 2926 m s.n.m.) Y  $1,7142 \pm 0,04$  Trolox CI50 g/100 g del fruto de

sauco (Posoccoy a 2824 m s.n.m.). Estos resultados en relación con la altitud son directamente proporcional, a mayor altitud mayor contenido de fenoles totales, mientras que los resultados descrito en párrafos anteriores (Tabla 1) son inversamente proporcional a mayor altitud menor contenido de fenoles, por otro lado la cantidad reportada por Condor<sup>6</sup> son menores en comparación con los resultados obtenidos en la investigación realizada (Tabla 1), esto podría ser a razón de muchos factores principalmente porque es otra subespecie, también podría influir el tipo de extracción realizada, la temperatura, la capacidad analítica del investigador, los reactivos utilizados, la geografía de suelo donde crecen.

Según Lozano<sup>41</sup>, existe diversos factores ambientales, tales como el clima y el suelo, que determinan el contenido de metabolitos en las especies vegetales. Diversos estudios han reportado que la calidad del suelo, la disponibilidad del agua y la temperatura pueden disminuir la producción y rendimiento de los cultivos de las especies vegetales. Las características fisicoquímicas de los suelos, tales como, la conductividad eléctrica, nutrientes y la cantidad de materia orgánica, definen la calidad de las drogas vegetales obtenidas de las plantas<sup>41</sup>. Suelos con pH ácidos pueden comprometer diversos mecanismos que incluyen la toxicidad por exceso de protones, aluminio o manganeso o por déficit de nutrientes como el calcio, el magnesio o el fósforo<sup>41</sup>. El contenido de humedad en el suelo determina la capacidad de obtención de macro y micronutrientes disueltos que deben ser absorbidos para el crecimiento de las plantas<sup>41</sup>. Asimismo, la temperatura representa uno de los factores más importantes que afectan distintas fases del desarrollo de las plantas.

Jorge<sup>7</sup>, en su trabajo de investigación en la subespecie de *Sambucus peruviana* HBK reportó los siguientes resultados para polifenoles totales 691,13 mg de ácido gálico/100 g para la muestra 1 Tarma (Huaracayo a 2800 m s.n.m.); y 699,4613 mg de ácido gálico/100 g para la muestra 2 Huancayo (Chupaca a 3352 m s.n.m.). Para la capacidad antioxidante obtuvo como resultado 44,19 % de inhibición de radicales libres para la muestra 1 y 45,65 % de inhibición de radicales libres para la muestra 2. Los resultados reportan que a mayor contenido de compuestos fenólicos mayor contenido de capacidad antioxidante lo cual indica que ha mayor altitud mayor contenido de fenoles y capacidad antioxidante, estos resultados son directamente proporcionales, mientras que los resultados descrito en párrafos anteriores (Tabla 1) son inversamente proporcionales a mayor altitud menor contenido de fenoles, por otro lado la cantidad reportada de los fenoles por Jorge<sup>7</sup>

son menores en comparación con los resultados obtenidos en la investigación realizada (Tabla 1), mientras que para la capacidad antioxidante los reportados por Jorge<sup>7</sup> es mayor en comparación con los resultados obtenidos en la investigación realizada (Figura 1).

Por otro lado el estudio de la subespecie *Sambucus peruviana* H.B.K realizado por Sancho<sup>10</sup>, reportó los resultados para polifenoles totales de las bayas de sauco de procedencia de Anta distrito de Limatambo ubicada a 2577 m s.n.m, para el extracto etanólico fue de 40,89 EQ-Ac Gálico mg/g este resultado es semejante al reportado de la muestra de Quicapata (Tabla 1), para las antocianinas en el extracto etanólico fueron 312,32 mg/100 g este resultado es muy bajo en comparación con los resultados de las muestras reportadas en la Tabla 2, siendo los resultados para actividad antioxidante por el método de DPPH de 250 µg/ml 59,78% de inhibición para el extracto etanólico este resultado es mayor respecto a los resultados reportados en la investigación realizada (Figura 1).

Cuba, Quezada<sup>8</sup>, realizaron su trabajo de investigación de *Sambucus peruviana*, los resultados para los frutos provenientes de la región La Libertad (2750 m s.n.m.), para antocianinas totales 7,094 ± 0,07 mg expresados en cianidina-3-o-glucósido/100 g muestra fresca, el contenido de antocianinas es muy bajo en comparación con los resultados reportados en párrafos anteriores (Tabla 2).

Por otro lado, Pierola JM<sup>11</sup>, en su trabajo de investigación de *Sambucus peruviana* reportó los resultados para fenoles totales 54,3583 EQ-Ac Gálico mg/g este resultado es ligeramente mayor en comparación con la muestra de Quicapata pero a su vez es un poco menor de las demás muestras reportadas en la Tabla 1, para las antocianinas totales reportó lo siguiente 2930,6543 mg/100 g este resultado es aproximadamente el doble de la muestra de Quicapata y ligeramente menor de las demás muestras reportadas en la Tabla 1 y para la capacidad antioxidante por el método DPPH reportó 2211,3678 (mg Trolox/g) este resultado es mayor en comparación con los resultados reportados en la Figura 1.

## VI. CONCLUSIONES

- El contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de *Sambucus nigra* varían según el lugar de procedencia de la provincia de Huamanga.
- El mayor contenido de fenoles totales en frutos de *Sambucus nigra* se reporta en Huayllapampa (2477 m s.n.m) con un valor de  $71,1 \pm 1,67$  mg GAE/g de extracto liofilizado, aunque estadísticamente similar a Muyurina (2503 m s.n.m)  $70,6 \pm 0,27$  mg GAE/g y San Carlos (2798 m s.n.m)  $67,1 \pm 0,42$  mg GAE/g.
- El mayor contenido de antocianinas en frutos de *Sambucus nigra* se reporta en Huayllapampa (2477 m s.n.m) con un valor de  $3679,9 \pm 12,39$  mg/100g de extracto liofilizado, aunque estadísticamente similar a Muyurina (2503 m s.n.m)  $3573,6 \pm 36,16$  mg/100g y San Carlos (2798 m s.n.m)  $3280,8 \pm 41,96$  mg/100 g.
- La actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* es directamente proporcional al contenido de fenoles totales ( $R = 0,93$ ) e inversamente proporcional a la procedencia según la altitud ( $R = -0,84$ ).



## VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación de la actividad antioxidante de las bayas de *Sambucus nigra* utilizando otros métodos como son el ABTS y FRAP.
- Realizar la optimización del proceso de extracción de compuestos con potencial antioxidante.
- Evaluar la actividad antiinflamatoria, antibacteriana del extracto de antocianinas de *Sambucus nigra*, ya que en otros estudios sugieren una correlación entre la actividad antioxidante y la actividad antiinflamatoria.
- Realizar estudios de otras partes de la planta del *Sambucus nigra*; como, por ejemplo, las hojas, las inflorescencias y las ramas.
- Realizar estudios sobre la toxicidad del extracto hidroalcohólico de las bayas de *Sambucus nigra* para garantizar el uso seguro de sus frutos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Ribeiro AM, Estevinho BN, Rocha F. Microencapsulation of polyphenols - The specific case of the microencapsulation of *Sambucus Nigra L.* extracts - A review. Trends in Food Science Technology [Revista] [Internet] 2019; 105: 454-467 [citado 31 de julio de 2021]
2. Venéreo JR. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cubana Med Milit [Revista] [Internet] 2002; 31(2):126-133 [citado 31 de julio de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/excxu>
3. Verde PT, Rengifo EP. Transformación integral e industrialización del saúco (*Sambucus peruviana*) para el desarrollo microregional sostenible [Internet] [tesis]. [Trujillo, Perú]: Universidad Nacional de Trujillo; 2006 [citado 16 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/ftbm6>
4. Ortuño ME. Determinación de la actividad biológica del extracto acuoso de saúco *sambucus nigra L.* como repelente y/o insecticida en *Lasius niger L.* [Internet] [tesis]. [Riobamba, Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2011 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/j7xqv>
5. Domínguez R, Zhang L, Rocchetti G. Elderberry (*Sambucus nigra L.*) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. Food Chemistry [Revista] [Internet] nov. 2020; 330: 127266 [citado 23 de junio de 2022] Disponible en: <https://n9.cl/cf8pu>
6. Condor O. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del fruto de sauco (*Sambucus peruviana L.*) recolectados en diferentes altitudes de la provincia de Andahuaylas – Apurímac [Internet] [tesis]. [Apurímac, Perú]: Universidad Nacional José María Arguedas; 2019 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/a60jr>
7. Jorge E, Segura ES. Evaluación de la actividad antioxidante y la concentración de polifenoles totales en el fruto de sauco (*sambucus peruviana HBK*) provenientes de la provincia de Tarma y Huancayo. [Internet] [tesis]. [Huancayo- Perú]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2011 [citado 29 de julio de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/tsy3i>
8. Cuba AL, Quezada PV. Cuantificación de antocianinas totales y capacidad antioxidante del fruto de *Sambucus nigra* (Sauco) [Internet] [tesis]. [Trujillo, Perú]: Universidad Nacional de Trujillo; 2019 [citado 16 de agosto de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/kmadw>

9. Luna HM. Determinación de la actividad antioxidante, contenido de fenoles totales, taninos totales y flavonoides totales del hidromiel de saúco (*Sambucus peruviana*) de cuatro empresas del distrito de Talavera en el año 2019 [Internet] [tesis]. [Apurímac, Perú]: Universidad Nacional José María Arguedas; 2019 [citado 22 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/x2jwx>
10. Sancho CL. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos acuoso y etanólico de bayas de Saúco (*Sambucus peruviana* H.B.K.) antes y después de la incorporación a gomitas masticables y determinación del efecto sobre los niveles de malondialdehído en membranas de hepatocitos de las gomitas con mejores características organolépticas [Internet] [tesis]. [Cusco, Perú]: Universidad Nacional de San Antonio ABAD del Cusco; 2021 [citado 22 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/kmyn4>
11. Pierola JM. Efecto del estado de madurez en el contenido de compuestos bioactivos de sauco (*Sambucus peruviana*) de Chachapoyas [Internet] [tesis]. [Chachapoyas, Perú]: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2021 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/zc8qr>
12. Carrión AV, García CR. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica [Internet] [tesis]. [Cuenca, Ecuador]: Universidad De Cuenca; 2010 [citado 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/1fmf8>
13. Bravo L, Jimenez G. Estimación del periodo de conservación de plantas medicinales en fundas de papel a través de la cuantificación de compuestos fenólicos [Internet] [tesis]. [Cuenca, Ecuador]: Universidad de Cuenca; 2011 [citado 20 de abril de 2021] Disponible en: <https://n9.cl/109rg>
14. Creus JA. Fisiología y metabolismo vegetal, bases de la actividad de las plantas sobre los seres vivos. Cambios producidos por agentes abióticos. Nat Medicatrix Rev Médica Para El Estud Difus Las Med Altern [Internet]. 2003 [citado 15 de junio de 2021]; 21(6):336-41. Disponible en: <https://n9.cl/f5css>
15. Fuentes Fiallo V, Lemes Hernández C, Rodríguez Ferrad C, Germosén-RobineaL. Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales [Internet]. Vol. 2. Santo Domingo-República Dominicana: Centenario, S.A.;

- 2000 [citado 15 de junio de 2021]. 197 p. Disponible en: <https://n9.cl/qvfgl>
16. Jordán JC, Santos JR. Evaluación de los efectos terapéuticos del saúco negro (*Sambucus nigra* L.) mediante evidencias científicas reportadas. [Internet] [tesis]. [Guayaquil, Ecuador]: Universidad de Guayaquil; 2021 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/o5s326>
  17. Grajales BM, Botero MM, Ramírez JF. Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. Revista de Investigación Agraria y Ambienta [Revista] [Internet] junio 2015; vol. 6 [citado 23 de junio de 2022] Disponible en: <https://n9.cl/1tdag>
  18. López C. Determinación del método de extracción de mayor rendimiento de flavonoides totales de las hojas de *Sambucus Peruviana* H.B.K. [Internet] [Tesis]. [Trujillo, Perú]: Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2012 [citado 19 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/q1kzz>
  19. Salazar A. Análisis fitoquímico preliminar y actividad biológica del extracto etanólico de hojas de *Sambucus nigra* (sauco) [Internet] [tesis]. [Quindío, Colombia]: Universidad del Quindío; 2019 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/b413a>
  20. Aguilera M, Reza MC, Chew RG, MezaJA. Propiedades funcionales de las antocianinas [Revista] [tesis]. [Durango, Mexico]: Universidad Juárez del Estado de Durango; 2011 [citado 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/9kt9s>
  21. Rivas C., Oranday M., Verde M. Investigación en plantas de importancia médica. Universidad Autónoma de Nuevo León-México: Ediciones OmniaScience; 2016.
  22. Márquez MC., Vázquez GJ. Stop radicales libres: 150 recetas antioxidantes. 1ra edición. Madrid: Editorial EDAF, S.L.U; 2016.
  23. Carvajal Aguilar MG. Evaluación de la actividad antioxidante de las hojas y frutos de la feijoa (*Acca Sellowiana*) [Internet] [tesis]. [Riobamba, Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2015 [citado 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/p81r6>
  24. García AE. Evaluación in vitro/in vivo de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*) [Internet] [tesis]. [Bogotá - Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2011 [citado 21 de

- abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/5dxmz>
25. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494. II semana. 161-172. Agosto, 2009. [Citado 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/d3pk0>
  26. Vicente MP. Determinación de capacidad antioxidante y fenoles totales en frutos de *Vitis Vinifera L. "vid"*, del valle de cañete. [Internet] [tesis]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; 2019 [citado 16 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/yqcpt>
  27. Villanueva E. Contenido de betalaínas y determinación de la actividad antioxidante de accesiones de *Chenopodium quinoa Willd "*quinua" del distrito de Tambillo-Ayacucho 2014 [tesis]. [Ayacucho, Perú]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2015 [citado 22 de abril de 2021].
  28. Gómez LR. Evaluación de la actividad antioxidante en los extractos obtenidos por CO<sub>2</sub> supercrítico de dos especies vegetales *Plantago* mayor (*Plantaginaceae*) y *Arnica montana L (Asteraceae)* [Internet] [tesis]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Distrital de Francisco José de Caldas; 2017 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/s0tu4>
  29. Mixcan CD. Evaluación de fenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante en diez clones mejorados de papa nativa (*solanum tuberosum* sp) de la región Cusco. [internet] [tesis]. [Cusco, Perú]. Universidad Católica de Santa María; 2015 [citado 22 octubre 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/sog6t>
  30. Muedas G. Estudio químico y de actividad antioxidante de la *Bauhinia guinensis* var. *kuntiana* Aubl. [Internet] [tesis]. [Lima, Perú]: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2013 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/5q38>
  31. Coavoy IA. Evaluación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de la tuna morada (*Opuntia ficus-indica*) del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima. [Internet] [tesis]. [Lima - Perú]: Universidad Peruana Union; 2015 [citado 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/scujq>
  32. Cerón LJ, López IA. Extracción y cuantificación de compuestos con actividad antioxidante a partir de cascaras de tres variedades de papa (*solanum tuberosum*) en el departamento de Nariño [Internet] [tesis]. [San Juan de Pasto, Colombia]: Universidad de Nariño; 2013 [citado 23 de abril de 2021].

Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89552.pdf>

33. Figueroa R, Tamayo J, González S, Moreno G, Vargas L. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha [Internet]. 2011 [citado 31 de julio de 2021]; 12(1). Disponible en: <https://n9.cl/4j121>
34. Carpio Apaza RE, Figueroa Huayllapuma T. Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en extracto de sancayo (*Corryocactus brevistylus*) liofilizado [Internet] [tesis]. [Arequipa - Perú]: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2017 [citado 6 de enero de 2018]. Disponible en: <https://n9.cl/dzt84>
35. Gómez Salguero D. Determinación de la capacidad antioxidante del aceite de híbrido de palma en diferentes estados de maduración [Internet] [tesis]. [Bogotá, Colombia]: Pontificia Universidad Javeriana; 2014 [citado 1 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/jmxzn>
36. Sousa C de M, Silva HR, Vieira-Jr GM, Ayres MCC, Costa C da, Araújo DS, et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Quím Nova. 2007; 30(2):351–355. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/20.pdf>
37. Tomas A. Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la estabilidad del extracto acuoso de antocianina obtenida por extracción asistida por microondas a partir de la cáscara de Sauco (*Sambucus peruviana H.B.K.*) [Internet] [Tesis]. [Lima, Perú]: Universidad Peruana Unión; 2019 [citado 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/q90qc>
38. Miranda M, Cuéllar A. Manual de Prácticas de laboratorio. Farmacognosia y Productos naturales. Instituto de Farmacia y Alimentos. Ciudad de la Habana: Editorial Félix Varela; 2000.
39. Domínguez Marín LE. Efectos de la aplicación del extracto hidroalcohólico de flores de caléndula (*caléndula officinalis*) en la estabilización del color y vida útil en pulpa de frutas. [Internet] [Tesis]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2012 [citado 22 de abril de 2022].
40. Lara C, Martín B, Osorio D, Barrera N, Sánchez L, Bautista B. Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. Revista Chapingo Serie horticultura. abril de 2014;20 (1):101-16.

41. Lozano C. “Desempeño de la planta *Lepidium meyenii* Walp. “Maca” en parcelas experimentales localizadas en diferentes altitudes: la influencia del suelo y la procedencia de las semillas” [Internet] [Tesis]. [Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017 [citado 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/9l4ic>

## **ANEXOS**



**ANEXO 1:** Certificado de identificación de *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022.

**CONSTANCIA**

**LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**

Que, el Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fito medicamentos "Marco A. Garrido Malo", ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de Investigación.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

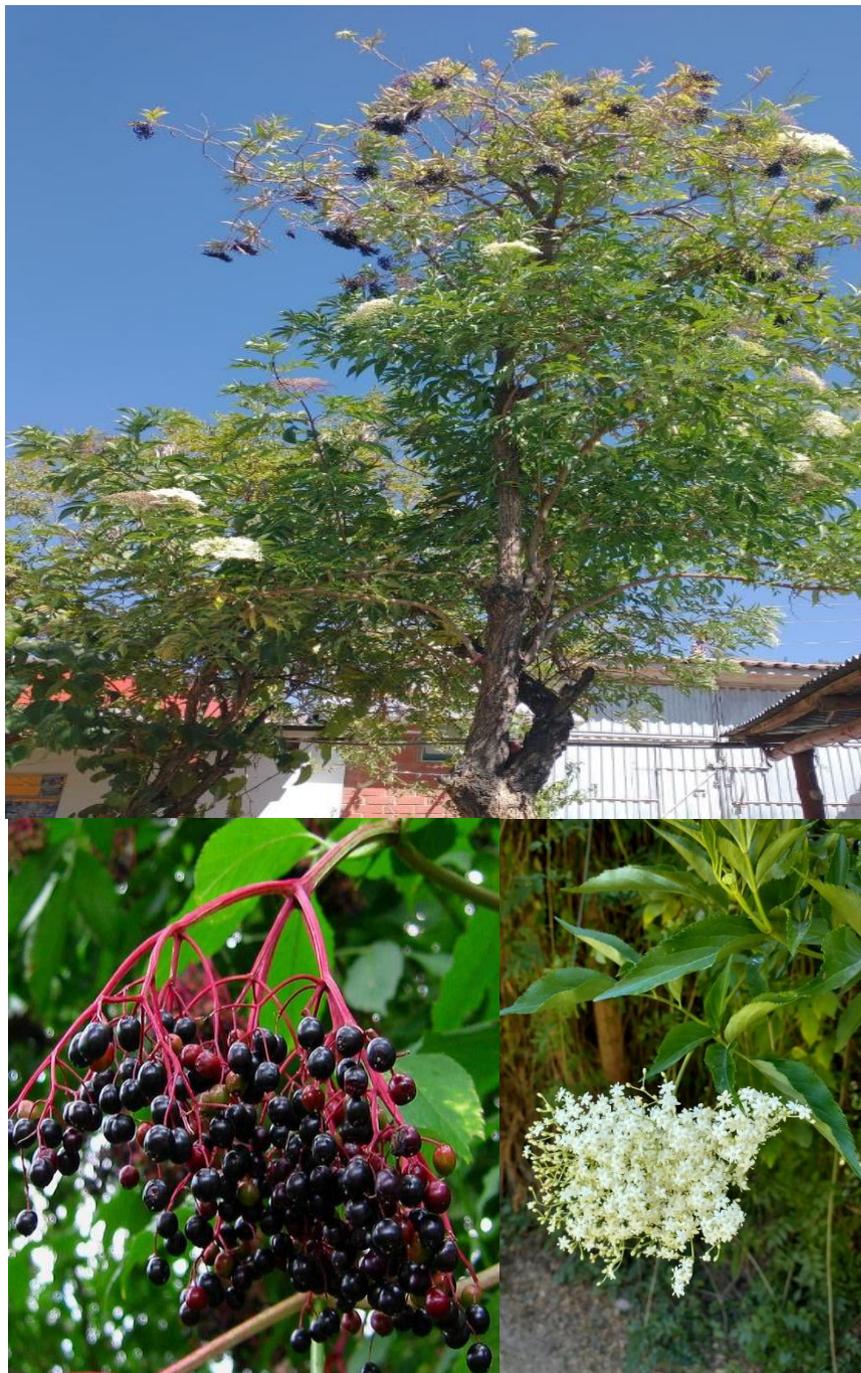
DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	DIPSACALES
FAMILIA	:	CAPRIFOLIACEAE
GENERO	:	<i>Sambucus nigra</i> L.
N.V.	:	"sauco"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

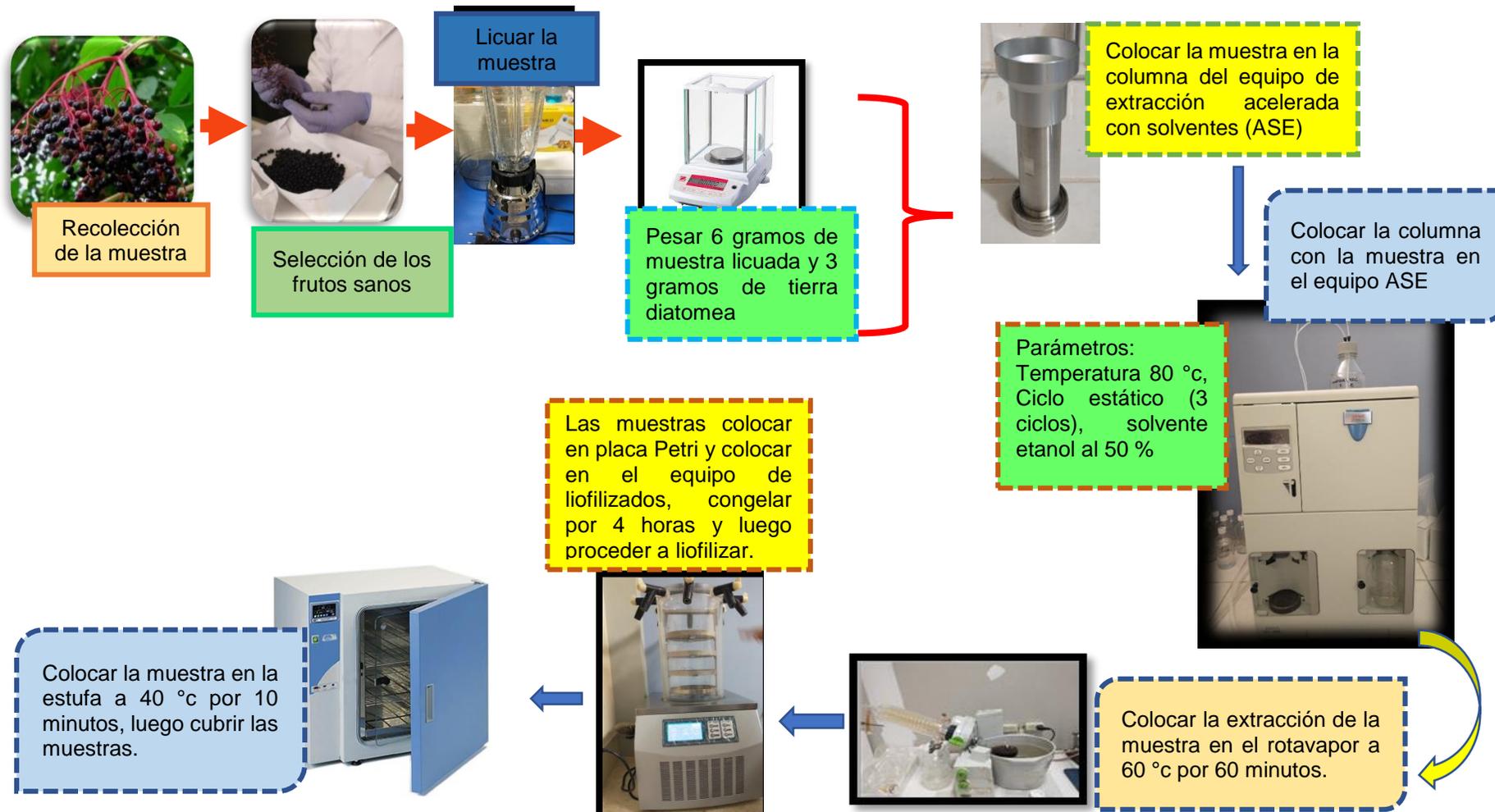
Ayacucho, 23 de Noviembre del 2021

  
LAURA AUCASIME MEDINA  
BIOLOGA  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**ANEXO 2:** Fotografía de las hojas, frutos e inflorescencia de *Sambucus nigra* “Sauco”, Ayacucho 2022.



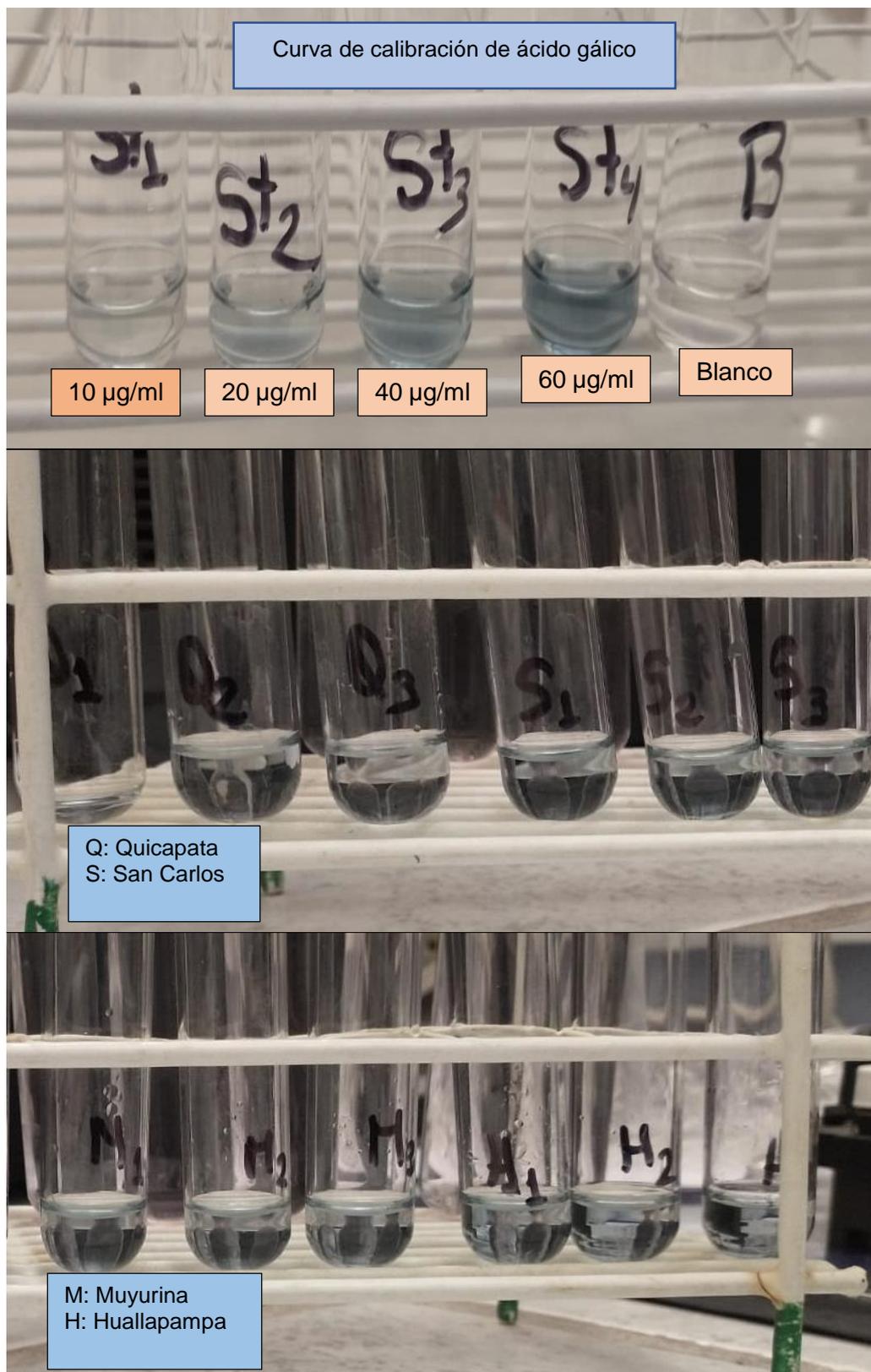
**ANEXO 3:** Diagrama de la preparación de la muestra de los frutos de *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022.



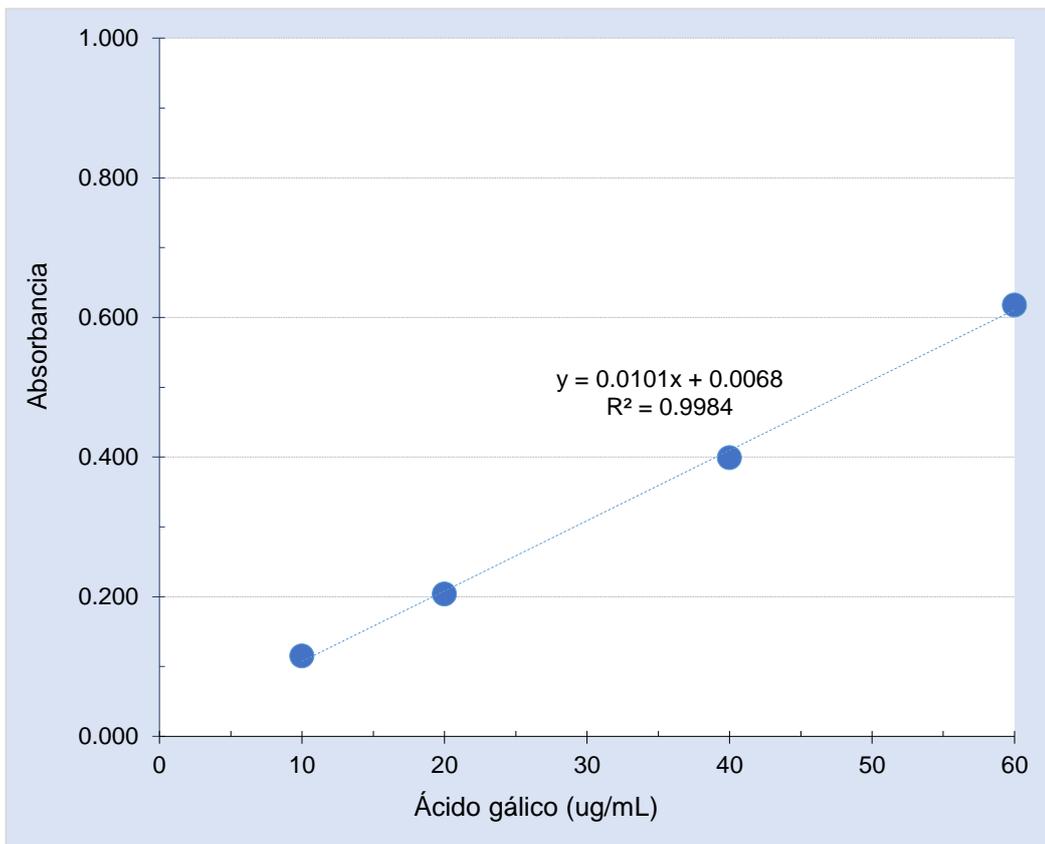
**ANEXO 4:** Diagrama de la cuantificación de las antocianinas del extracto liofilizado de los frutos de *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022.



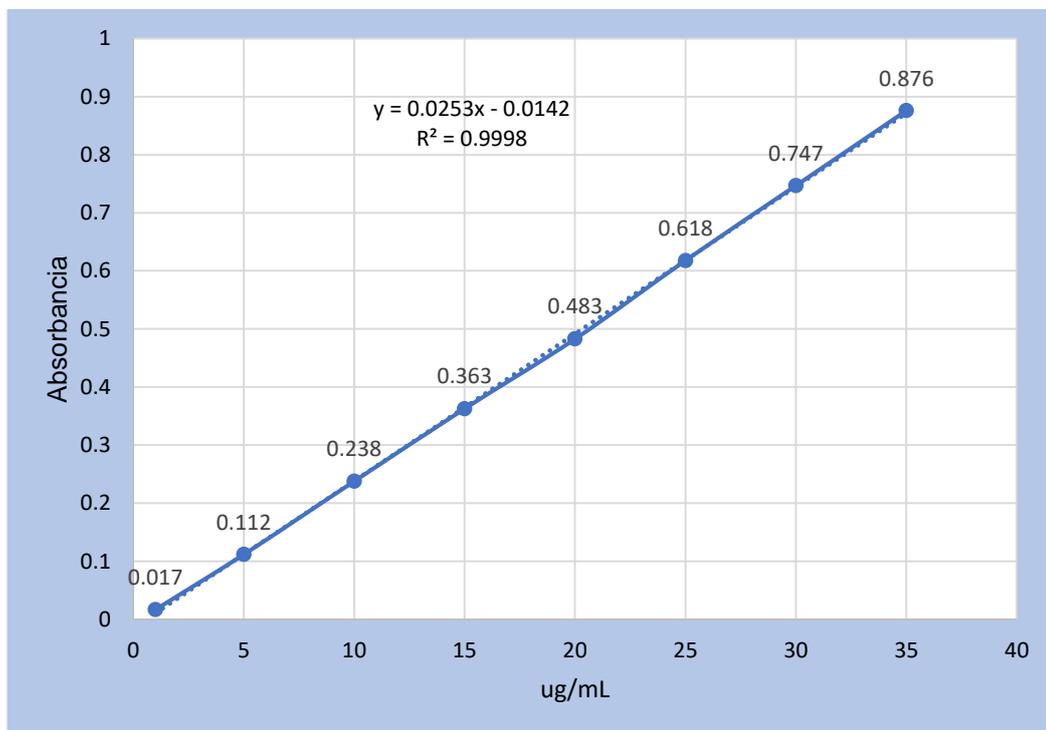
**ANEXO 5:** Contenido de fenoles totales de la muestra liofilizado de los frutos de *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022.



**ANEXO 6:** Curva de calibración de los fenoles del ácido gálico en la muestra liofilizado del *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022



**ANEXO 7:** Curva de calibración de DPPH en la muestra liofilizado del *Sambucus nigra* "Sauco", Ayacucho 2022.



**ANEXO 8:** Prueba estadística de ANOVA y Tukey de polifenoles totales, Ayacucho, 2022.

**ANOVA**

Fenoles

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	1029,148	3	343,049	130,995	3,8 x 10 <sup>-8</sup>
Dentro de grupos	20,950	8	2,619		
Total	1050,098	11			

**Fenoles**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Procedencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		b	A
Quicapata	3	48,53	
San Carlos	3		67,14
Muyurina	3		70,57
Huayllapampa	3		71,15
Sig.		1,000	,063

**ANEXO 9:** Prueba estadística de ANOVA y Tukey de antocianinas totales, Ayacucho, 2022.

ANOVA

Antocianinas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	8734360,163	3	2911453,388	19994,529	7,78 x 10-16
Dentro de grupos	1164,900	8	145,612		
Total	8735525,063	11			

**Antocianinas**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Procedencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		d	c	b	a
Quicapata	3	1570,26			
San Carlos	3		3280,80		
Muyurina	3			3573,56	
Huayllapampa	3				3679,86
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

**ANEXO 10:** Prueba estadística de ANOVA de la actividad antioxidante por el método de DPPH, Ayacucho, 2022.

**ANOVA**

Concentración ( $\mu\text{g/mL}$ )		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
150	Entre grupos	19,118	3	6,373	83,997	$2,2 \times 10^{-6}$
	Dentro de grupos	,607	8	,076		
	Total	19,725	11			
200	Entre grupos	10,381	3	3,460	15,552	$1,1 \times 10^{-3}$
	Dentro de grupos	1,780	8	,223		
	Total	12,161	11			
250	Entre grupos	8,348	3	2,783	40,792	$3,4 \times 10^{-5}$
	Dentro de grupos	,546	8	,068		
	Total	8,894	11			

**ANEXO 11:** Prueba estadística de tukey de la actividad antioxidante por el método de DPPH, Ayacucho, 2022.

**150 µg/mL**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Proced_dpph	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		d	c	b	a
Trolox	3	95,2			
Quicapata	3		9,8		
San Carlos	3			11,3	
Huayllapampa	3				12,7
Muyurina	3				12,9
Sig.			1,00	1,00	0,79

**200 µg/mL**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Proced_dpph	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		d	c	b	a
Trolox	3	95,7			
Quicapata	3		13,7		
San Carlos	3		14,6	14,6	
Huayllapampa	3			15,8	15,8
Muyurina	3				16,0
Sig.			0,16	0,07	0,92

**250 µg/mL**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Proced_dpph	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		d	c	b	a
Trolox	3	96,1			
Quicapata	3		18,1		
San Carlos	3			19,1	
Muyurina	3				20,0
Huayllapampa	3				20,1
Sig.			1,00	1,00	0,96

## ANEXO 12: Matriz de consistencia

### Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021

Problema	Objetivos	Hipótesis	Marco teórico	Variables	Metodología
¿Cuál será el contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga?	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuantificar el contenido de antocianinas de los frutos de poblaciones de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.</li> <li>2. Cuantificar el contenido de polifenoles totales de los frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.</li> <li>3. Evaluar la actividad antioxidante de los frutos de poblaciones de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en diferentes zonas de la provincia de Huamanga.</li> </ol>	Los frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga tienen diferente contenido de antocianinas y diferente actividad antioxidante.	<p><b>Descripción botánica:</b> “Las plantas de sauco presentan un vigor entre intermedio y vigoroso, la copa es irregular y de color verde claro característico, el ancho (diámetro de la copa) de la planta de sauco varía entre 2 a 8 metros. La altura de las plantaciones antiguas de sauco es variable, de porte medio, cuyas dimensiones oscila entre 3 a 6 metros y en condiciones agras ecológicas distintas y adecuadas llega a medir de 12 a 15 metros de altura.”</p> <p><b>Antocianinas:</b> “representan los principales pigmentos solubles en agua visibles al ojo humano. Pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es un núcleo de flavón, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos”.</p>	<p><b>Variable1:</b> Contenido de antocianinas.</p> <p><b>Indicador:</b> Equivalentes de ciandina (mg/g)</p> <p><b>Variable2:</b> Contenido de polifenoles totales</p> <p><b>Indicador:</b> Equivalentes de ácido gálico (mg/g)</p> <p><b>Variable 3:</b> Actividad antioxidante.</p> <p><b>Indicador:</b> Porcentaje de inhibición</p>	<p><b>Alcance de investigación:</b> Básico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Descriptivo, prospectivo- transversal</p> <p><b>Población:</b> Frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en la provincia de Huamanga.</p> <p><b>Muestra:</b> 1 Kg de frutos de <i>Sambucus nigra</i> que crecen en el área urbana y rural de la provincia de Huamanga.</p>



**UNSCH**

**FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DOCENTES INSTRUCTORES  
DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**



## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD PRIMERA INSTANCIA DE TRABAJO DE TESIS**

El suscrito docente – instructor responsable de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica designado por Resolución Decanal N° 0331 – 2022 – UNSCH – FCSA/D de fecha 03 de junio de 2022, deja constancia que el trabajo de tesis titulado: “**Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021.**”

Autor: Bach. Roxana TERRAZAS ÑAUPARI

Asesor: Profesor Marco Rolando ARONÉS JARA

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **29 % de Índice de Similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga es procedente conceder **la Constancia de Originalidad en Primera Instancia.**

Ayacucho, 13 de setiembre de 2022

Firmado  
digitalmente por  
Mg Enrique Javier  
AGUILAR FELICES  
Fecha: 2022.09.13  
16:00:43 -05'00'

**Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES**  
**Docente – Instructor**

cc. Archivo



**UNSCH**

FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:**  
**TESIS DE PREGRADO**

(18-2022-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

**Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021.**

Presentado por El: **Bach. TERRAZA ÑAUPARI, ROXANA**

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **25% índice de similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 25 de noviembre del 2022

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
  
**Mg. Maricela López Sierralta**  
DIRECTORA

Docente. Instructor  
Segunda instancia

cc.  
Archivo.

# Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de *Sambucus nigra* que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021

*por* Roxana Terraza Ñaupari

---

**Fecha de entrega:** 25-nov-2022 06:39p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1963306430

**Nombre del archivo:** TESIS\_SAMBUCUS-TERRAZA\_141122.pdf (1.11M)

**Total de palabras:** 11089

**Total de caracteres:** 58721

# Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de Sambucus nigra que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="http://repositorio.unajma.edu.pe">repositorio.unajma.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.upch.edu.pe">repositorio.upch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	rdu.unc.edu.ar Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	Submitted to Gimnasio Campestre San Rafael Trabajo del estudiante	1 %
14	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
15	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1 %
16	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	cdn.atenaeditora.com.br Fuente de Internet	<1 %
19	cicytac.cba.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
20	1library.co Fuente de Internet	

<1 %

21

[bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo