

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE FARMACIA  
Y BIOQUÍMICA**



**Capacidad antioxidante de extractos de hojas de  
*Senecio nutans* Sch. Bip. “wiska taya”. Ayacucho,  
2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Presentado por:**

**Bach. GARCÍA NOA, Alfredo Robinson**

**Asesor:**

**Dr. AGUILAR FELICES, Enrique Javier**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2023**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N° 142-2023-UNSCH-FCSA-D

### BACHILLER: Alfredo Robinson GARCÍA NOA

En la ciudad de Ayacucho siendo las nueve de la mañana del día diez de febrero de dos mil veintitrés, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador de sustentación, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado **“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE HOJAS DE *Senecio nutans* Sch. Bip. “WISKA TAYA”. AYACUCHO, 2021”**. Presentado por el bachiller Alfredo Robinson GARCÍA NOA para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. Los miembros del Jurado de Sustentación conformado por:

Presidente : Prof. Maricela López Sierralta

Miembros : Prof. Marco Rolando Aronés Jara

: Prof. Gabriela Bellido Mujica

Asesor : Prof. Enrique Javier Aguilar Felices

Secretaria Docente: Liselly E. Chauca Retamozo

Con el quorum de reglamento se dio por inicio la sustentación de tesis, la presidenta de la comisión pide a la secretaria docente dar lectura a los documentos presentados por las recurrentes, y da algunas indicaciones a la sustentante.

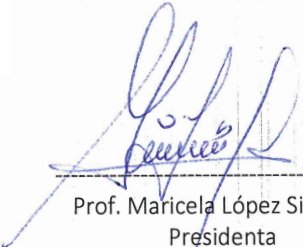
Da inicio la exposición el Bachiller: Alfredo Robinson GARCÍA NOA, una vez concluida la presidenta de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas. Acto seguido, da pase al asesor de tesis profesor Enrique J. Aguilar Felices para que pueda realizar algunas aclaraciones y comentarios.

Concluida la ronda de preguntas, la presidenta invita al sustentante para abandonar el auditorio y se pueda proceder con la calificación.

### RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINAL

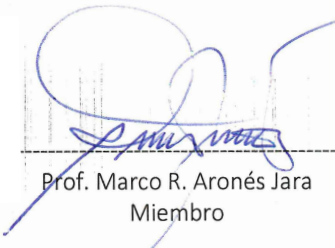
JURADOS	TEXTO	EXPOSICIÓN	PREGUNTAS	P.FINAL
Prof. Maricela López Sierralta	17	17	18	17
Prof. Marco Rolando Aronés Jara	18	18	17	18
Prof. Gabriela Bellido Mujica	18	18	18	18
Prof. Enrique Javier Aguilar Felices	18	18	18	18
PROMEDIO FINAL:			18	

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar al Bachiller **Alfredo Robinson GARCÍA NOA**. Quien obtuvo la nota final de Dieciocho (18) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 11:00 h del día, se da por concluido el presente acto académico virtual.



---

Prof. Maricela López Sierralta  
Presidenta



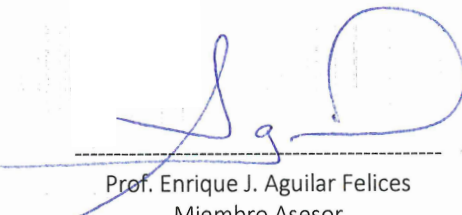
---

Prof. Marco R. Aronés Jara  
Miembro




---

Prof. Gabriela Bellido Mujica  
Miembro



---

Prof. Enrique J. Aguilar Felices  
Miembro Asesor



---

Prof. Liselly Elvira Chauca Retamozo  
Secretaria Docente

A todos quienes fueron  
indispensables en mi formación.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi *Alma Mater* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por albergarme durante cinco años dentro de sus aulas para para forjarme profesionalmente.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, su plana docente de gran trayectoria profesional, por haberme brindando el conocimiento necesario para mi formación y desenvolvimiento profesional.

Al Mg. Q. F. Enrique Javier AGUILAR FELICES, por la indispensable colaboración, motivación y asesoramiento en la dirección de la presente tesis, y por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su amplia experiencia en el campo de la investigación.

Al Dr. Q. F. Marco Rolando ARONES JARA, docente de la EP de Farmacia y Bioquímica de la UNSCH, por las sugerencias y dedicación.

Al Mg. Q. F. Hugo Roberto LUNA MOLERO, docente de la EP de Farmacia y Bioquímica de la UNSCH, por las sugerencias y apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ABREVIATURAS EMPLEADAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Senecio nutans Sch. Bip.	5
2.3. Compuestos fenólicos	6
2.4. Flavonoides	9
2.5. Radicales libres	12
2.6. Antioxidantes	13
2.7. Medición de actividad antioxidante	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.2. Definición de la población y muestra	17
3.3. Procedimiento para la recolección de datos	17
3.4. Determinación de la capacidad antioxidante	20
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	51

## ABREVIATURAS EMPLEADAS

<b>AH</b>	Antioxidante
<b>RL</b>	Radical libre
<b>DPPH</b>	1,1 – difenil – picril – hidrazilo
<b>ABTS</b>	2,2' – azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico
<b>FRAP</b>	Ferric Reducing Antioxidant Power
<b>TPTZ</b>	2,4,6 – tripiridil - triazina
<b>UV-VIS</b>	Ultravioleta visible
<b>°C</b>	Grados centígrados o Celsius
<b>GAE</b>	Equivalente a ácido gálico
<b>QE</b>	Equivalente a quercetina
<b>H</b>	Horas
<b>Min</b>	Minutos
<b>L</b>	Litro
<b>mL</b>	Mililitro
<b>g</b>	Gramo
<b>mg</b>	Miligramo
<b>PM</b>	Peso molecular
<b>R</b>	Coefficiente de correlación
<b>µg</b>	microgramo
<b>µM</b>	micromol

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Ejemplo de flavonoides, su estructura y parte de su sustitución.	11
<b>Tabla 2</b> Clasificación de los ensayos para determinar la actividad antioxidante de acuerdo al modelo de reacción	15
<b>Tabla 3</b> Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico total y las fracciones de <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico del extracto metanólico de hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho 2022.	25
<b>Tabla 4</b> Rendimiento del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. y de sus fracciones. Ayacucho 2022.	26
<b>Tabla 5</b> Contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles en el extracto metanólico total y las fracciones de <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho 2022.	27
<b>Tabla 6</b> Capacidad antioxidante del extracto metanólico total y las fracciones de <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho 2022.	28



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Estructura básica del fenol. <sup>24</sup>	7
<b>Figura 2</b> Representación esquemática de la clasificación de los compuestos fenólicos según Manach y col. <sup>25</sup>	8
<b>Figura 3</b> Estructura básica de los flavonoides. <sup>30</sup>	9
<b>Figura 4</b> Características estructurales de los flavonoides relevantes para la actividad antioxidante. <sup>34</sup>	11
<b>Figura 5</b> Interacción entre radicales libres y moléculas antioxidantes. <sup>40</sup>	14

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
<b>Anexo 1</b>	Certificado de identificación botánica de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., Ayacucho 2021	55
<b>Anexo 2</b>	Recolección de la muestra de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga. del Departamento de Ayacucho. Ayacucho – 2022.	56
<b>Anexo 3</b>	Ubicación geográfica de la zona de recolección de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho. Ayacucho 2022.	57
<b>Anexo 4</b>	Secado y obtención del extracto metanólico de hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	58
<b>Anexo 5</b>	Obtención de las fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	59
<b>Anexo 6</b>	Preparación de las soluciones de trabajo a partir del extracto metanólico fracciones de <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	60
<b>Anexo 7</b>	Procedimiento de tamizaje fitoquímico	61
<b>Anexo 8</b>	Procedimiento para la determinación del contenido de fenoles totales del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	62
<b>Anexo 9</b>	Procedimiento para la determinación del contenido de flavonoides del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	63
<b>Anexo 10</b>	Procedimiento para la determinación del contenido de flavonoles del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	64
<b>Anexo 11</b>	Procedimiento para la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH, del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	65
<b>Anexo 12</b>	Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de ABTS, del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	66

<b>Anexo 13</b>	Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP, del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	67
<b>Anexo 14</b>	Diluciones del ácido gálico para elaborar la curva de calibración para la determinación del contenido de fenoles totales. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	68
<b>Anexo 15</b>	Elaboración de la curva de calibración de ácido gálico para realizar la determinación del contenido de fenoles totales. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	69
<b>Anexo 16</b>	Muestras para realizar la determinación del contenido de fenoles totales del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	70
<b>Anexo 17</b>	Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para realizar la determinación del contenido de flavonoides. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	71
<b>Anexo 18</b>	Elaboración de la curva de calibración de quercetina para realizar la determinación del contenido de flavonoides. Ayacucho – 2022.	72
<b>Anexo 19</b>	Muestras para la determinación del contenido de flavonoides del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>S. nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	73
<b>Anexo 20</b>	Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para realizar la determinación del contenido de flavonoles. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.	74
<b>Anexo 21</b>	Elaboración de la curva de calibración de quercetina para realizar la determinación del contenido de flavonoles. Ayacucho – 2022.	75
<b>Anexo 22</b>	Muestras realizadas para la determinación del contenido de flavonoles del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	76
<b>Anexo 23</b>	Diluciones según el método del radical DPPH para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	77
<b>Anexo 24</b>	Elaboración de la curva de calibración para realizar determinación de la actividad antioxidante, de acuerdo al método DPPH en función a las concentraciones de Trolox. Ayacucho – 2022.	78
<b>Anexo 25</b>	Muestras para realizar la determinación de la actividad antioxidante mediante el método del radical DPPH del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	79

<b>Anexo 26</b>	Diluciones según el método del ABTS para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho - 2022.	80
<b>Anexo 27</b>	Elaboración de la curva de calibración para realizar la determinación de la actividad antioxidante, de acuerdo al método ABTS en función de las concentraciones de Trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.	81
<b>Anexo 28</b>	Muestras para realizar la determinación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.	82
<b>Anexo 29</b>	Diluciones realizadas según el método FRAP para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022	83
<b>Anexo 30</b>	Elaboración de la curva de calibración para realizar la determinación de la actividad antioxidante, según el método de FRAP en función de las concentraciones de Trolox. Ayacucho 2022.	84
<b>Anexo 31</b>	Muestras realizadas para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP, del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.	85
<b>Anexo 32</b>	Análisis de la varianza del contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles del extracto metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip y de sus fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y de metanol. Ayacucho, 2022.	86
<b>Anexo 33</b>	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa del contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho, 2022.	87
<b>Anexo 34</b>	Análisis de la varianza de la actividad antioxidante mediante el método DPPH, ABTS y FRAP del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho, 2022.	88
<b>Anexo 35</b>	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa de la actividad antioxidante mediante el método DPPH, ABTS y FRAP del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho, 2022.	89
<b>Anexo 36</b>	Análisis de la varianza del porcentaje de la capacidad secuestradora del radical DPPH y ABTS del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho, 2022.	90

<b>Anexo 37</b>	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa del porcentaje de la capacidad secuestradora del radical DPPH y ABTS del extracto metanólico y fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. Ayacucho, 2022.	91
<b>Anexo 38</b>	Matriz de consistencia	92

## RESUMEN

Las plantas del género *Senecio* en las zonas altoandinas son usadas habitualmente para problemas gastrointestinales, antiinflamatorias y mal de altura. Estas plantas como un mecanismo de defensa y adaptación a las condiciones extremas que se presenta en su hábitat, lograron desarrollar un mecanismo para biosintetizar metabolitos secundarios de gran relevancia quienes le permiten soportar estas condiciones, metabolitos como los compuestos fenólicos. Es por ello que en el presente trabajo de investigación se consideró como objetivo determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles y la capacidad antioxidante del extracto metanólico y de sus fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. La fracción de acetato de etilo mostró mayor contenido de fenoles totales ( $721,06 \pm 4,40$  GAE/g de extracto), flavonoides ( $239,72 \pm 9,10$  QE/g de extracto) y flavonoles ( $137,48 \pm 4,70$  QE/g de extracto) ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Mientras que, la fracción metanólica mostró mayor capacidad antioxidante ( $804,09 \pm 0,97$ ;  $822,51 \pm 5,67$  y  $784,17 \pm 2,21$   $\mu$ moles ET/g de muestra, para los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP, respectivamente) ( $p < 0,05$ ). Se concluye que la fracción de acetato de etilo del extracto metanólico demostró poseer un alto contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles, mientras que, la fracción metanólica demostró tener una alta capacidad antioxidante.

**Palabras Claves:** Antioxidante, género *Senecio*, *Senecio nutans* Sch. Bip., compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, DPPH, ABTS, FRAP.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una amplia diversidad de la flora a nivel mundial que permite el uso de estas plantas como medicinales de manera tradicional, estas son fundamentales para mitigar problemas de salud, estas son utilizadas por la manera tradicional cubriendo sus necesidades primarias de atención en salud. Un uso primordial de las plantas recae en el uso de sus compuestos químicos derivados de sustancias vegetales promisorias, de modelos estructurales para contribuir con creación de nuevos productos sintéticos y/o semi sintéticos que cubran los espacios terapéuticos faltantes.

En el Perú posee un área geográfica considerado uno de los lugares con una alta biodiversidad a nivel mundial, donde las plantas más utilizadas por la población en mayor proporción son herbáceas. Las especies herbáceas del género *Senecio* se encuentran ampliamente distribuidos en la geografía nacional, abarcando zonas costeras, lomas, matorrales xerofíticos y resaltando en los valles interandinos hasta la puna, donde de los pobladores lo utilizan con fines curativos. Durante los últimos años se propusieron diversos estudios que expliquen la fisiología del envejecimiento y fisiopatología de diversas enfermedades degenerativas como: Cáncer, cataratas, artritis reumatoidea, diabetes mellitus, aterosclerosis, hipertensión arterial, y algunos tipos de anemia; estos estudios han demostrado que el daño oxidativo generado en nuestro cuerpo aumentan con el pasar de los años y disminuye la capacidad antioxidante innata del organismo lo que predispone a padecer la enfermedades mencionadas.

Actualmente hay diversos estudios que atribuyen a los compuestos fenólicos y sus derivados que son responsables de la actividad antioxidante, que se conoce como la capacidad de inhibir o prevenir la oxidación de un sustrato oxidable. Estudios realizados de la especie *Senecio nutans* Sch. Bip o *Senecio graveolens* concluyen la existencia de compuestos químicos como: taninos, azúcares reductores, fenoles, flavonoides, saponinas, glicósidos y es por ello que debido a la evidencia

de la alta presencia de compuestos fenólicos este trabajo se centra en la finalidad de determinar la actividad antioxidante de las fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol, obtenidas del extracto metanólico de *Senecio nutans* Sch. Bip. “wiska taya”, definiéndose la actividad antioxidante como: la capacidad para inhibir o prevenir la oxidación de un sustrato con características oxidables y de un punto biológico capacidad para proteger a sistemas biológicos de los agentes causales de su deterioro oxidativo. Se realizaron ensayos para determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles; y su actividad antioxidante se determinó *in vitro* mediante tres ensayos, el secuestro del radical libre 1,1 – difenil – picril – hidrazilo (DPPH), secuestro del catión radical del ácido 2,2’ – azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico (ABTS<sup>o+</sup>) del extracto metanólico de *Senecio nutans* Sch. Bip., y de sus fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico, respectivamente.

### **Objetivo general**

Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides, flavonoles y la capacidad antioxidante del extracto metanólico de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip., y de sus fracciones *n* - hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles de cada una de las fracciones.
- Precisar la capacidad antioxidante mediante los ensayos de captación de radicales libres 1,1 – difenil – picril – hidrazilo (DPPH), ácido 2,2’ – azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico y el poder antioxidante reductor de hierro (FRAP), de cada una de las fracciones.
- Relacionar la capacidad antioxidante de cada fracción obtenida con el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En un estudio se logró determinar el potencial y toxicidad del extracto de las fracciones de *S. westermanii* Dusén, frente a la *Artemia salina*, se reportaron compuestos presentes como alcaloides, flavonoides, iridoides, esteroides, triterpenos en el tracto etanólico y la existencia de flavonoides en las fracciones de cloroformo, acetato de etilo y la fracción hidroalcohólica restante. La actividad antioxidante se determinó mediante el método de secuestro del radical DPPH, evidenciándose que la fracción de acetato de etilo tuvo mayor actividad antioxidante en comparación con el ácido ascórbico (vitamina C) y el flavonoide rutina.<sup>1</sup>

Otro estudio logró determinar la actividad antiinflamatoria y antioxidante de compuestos fenólicos aislados de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. "wiskataya", utilizándose el método de secuestro del radical DPPH donde las concentraciones de 150 µg/mL y 200 µg/mL mostraron más del 50% de actividad secuestradora del DPPH, por otro lado, se resalta que tuvieron un me respuesta en la actividad antiinflamatoria los compuestos fenólicos aislados de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip.<sup>2</sup>

Se logró realizar la determinación de la capacidad antioxidante de las fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico del extracto metanólico obtenidos de las hojas de *Senecio rufescens* DC, obteniéndose como resultado que la fracción metanólica mostró una alta capacidad secuestradora del radical DPPH, ABTS y mayor capacidad reductora del hierro (FRAP) con respecto a las fracciones obtenidas.<sup>3</sup>

Un estudio acerca del contenido de fenoles y flavonoides totales en hojas de tres especies pertenecientes al género *Senecio* y posteriormente determinar su actividad antioxidante *in vitro*, donde se evidenció que el extracto etanólico de la especie *S. adenophylloides* Sch. Bip. mostró un mayor contenido de fenoles

totales, flavonoides y una mejor capacidad secuestradora de radicales libres DPPH, ABTS y, mayor capacidad reductora del hierro (FRAP); con respecto a las especies *Senecio graveolens* Wedd y *Senecio collinus* DC.<sup>4</sup>

También se logró determinar la caracterización de los componentes bioactivos y la aceptabilidad organoléptica del filtrante a base de chachacoma, donde se sabe que la chachacoma presenta sinonimias (*Senecio nutans* Sch. Bip. o *Senecio graveolens*). Como resultado se evidenció la existencia de compuestos bioactivos como: saponinas, flavonoides, taninos, saponinas, azúcares reductores y glicósidos, así mismo se llegó a la conclusión que el uso del filtrante a base de chachacoma son esenciales para conllevar una buena salud e incluso prevenir y eliminar diferentes enfermedades y que al mismo tiempo el filtrante tuvo una aceptabilidad organoléptica moderada hacía el público consumidor.<sup>5</sup>

Otro estudio evaluó el efecto antiinflamatorio, analgésico y antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *S. canescens* (Humb. & Bonpl.) Cuatrec. "vira vira", donde se evaluó la actividad antioxidante *in vitro*, mediante el método de secuestramiento del radical DPPH, donde como resultado se obtuvo un IC<sub>50</sub> de 62.95 µg/mL para el extracto hidroalcohólico. Mientras tanto que la actividad antioxidante *in vivo*, se evidenció que las enzimas superóxido dismutasa (SOD) y glutatión peroxidasa (GPx) mostraron una disminución significativa con respecto al control.<sup>6</sup>

Otro hallazgo bibliográfico que estudió tres especies del género *Senecio* provenientes del noroeste argentino, reportó que la infusión y decocción de la especie *S. nutans* Sch. Bip., presentó mayor contenido de: fenoles totales (20,5 y 25,2 mg GAE/g hoja seca), flavonoides (8,7 y 7,1 mg QE/g dL) y ácido cafeoilquínicos (15,9 y 18,6 mg CAE/g dL), respectivamente. Con respecto a la actividad antioxidante la infusión y decocción de la especie *S. viridis* var. *viridis* Phill., mostró mejores resultados para los métodos de DPPH (IC<sub>50</sub> 36,0 y 34,2 µg/mL) y ABTS (IC<sub>50</sub> 20,6 y 20,8 µg/mL), respectivamente; la infusión y decocción de *S. nutans* Sch. Bip. mostró mejores resultados para métodos de blanqueo de β-caroteno-linolenato (67% y 84%) y para la prueba de reducción de Mo (VI) a Mo (V) (28 y 36 µg/AE, para equivalentes de ácido ascórbico; 54 y 71 µg/QE, para equivalentes a quercetina), respectivamente.<sup>7</sup>

## 2.2. *Senecio nutans* Sch. Bip.

### 2.2.1. Clasificación taxonómica

#### 2.2.1.1. Clasificación taxonómica según el sistema Cronquist A. 1998

<b>REINO</b>	: PLANTAE
<b>DIVISIÓN</b>	: MAGNOLIOPHYTA
<b>CLASE</b>	: MAGNOLIOPSIDA
<b>SUB CLASE</b>	: ASTERIDAE
<b>CLASE</b>	: ASTERALES
<b>FAMILIA</b>	: ASTERACEAE
<b>GÉNERO</b>	: <i>Senecio</i>
<b>ESPECIE</b>	: <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.
<b>NOMBRE VULGAR</b>	: “wiska taya”, “chachacoma”

**Fuente:** Certificado emitido por la bióloga Laura Aucasime Medina de la Facultad de Ciencias Biológicas, UNSCH 2021. (Anexo 1)

#### 2.2.2. Sinonimia

*Senecio graveolens* Wedd., *Senecio psychrophilus* Wedd., *Senecio nutans* Sch. Bip. ex boda, *Senecio graveolens* ar. *psiloachaenius* Cabrera.<sup>8-10</sup>

#### 2.2.3. Descripción botánica

Es un arbusto de 20 – 50 cm de altura, fragante, glabro, resinoso, densamente ramoso; cubierto de hojas hasta el ápice. Sus hojas se presentan de forma oblonga – lineares, sésiles, alternas, margen dentado y revoluto, de 3 – 12 mm de longitud, por 2 – 7 mm de ancho. Su inflorescencia presenta capítulos discoideos, terminales; involucro acampanado, de 6 – 7.5 mm de longitud por 5 – 6 mm de diámetro; 8 – 10 brácteas involucrales, con una mancha negra en el dorso. Presenta flores isomorfas, tubulosas, amarillo – rojizas. Su fruto es un aquenio cilíndrico, glabro o papiloso.<sup>11</sup>

#### 2.2.4. Hábitat

Esta especie se encuentra en suelos arenosos – arcillosos, en campos abiertos; adaptado a un ambiente bioclimáticos alto andino (puna).<sup>2</sup>

#### 2.2.5. Distribución

Especie nativa y endémica que crece entre los 3500 – 5000 msnm en la zona del altiplano de Bolivia, Perú, Chile, y Argentina.<sup>11</sup>

#### 2.2.6. Composición química

Las hojas contienen catequinas, flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, azúcares reductores, cumarinas, aminos (aminoácidos), cardenólidos, alcaloides, antocianidinas, esteroides, mucílagos, lactonas, triterpenos, saponinas y

glicósidos.<sup>2,12,13</sup> Entre los ácidos fenólicos se han identificado: 5-acetilsalicilaldehído, 4-hidroxi-3-(3'-hidroxiisopentil) acetofenona.<sup>14</sup>

Asimismo, se han identificado compuestos aromáticos como la dihidroeuvarina; 4-hidroxi-3- (isopenten-2,1) acetofenona; 3-hidroxi-2,2-dimetil-6- acetilcromona y dos derivados de la phidroxiacetofenona: 5-acetilsalicilaldehido y 4-hidroxi3-(3'-hidroxiisopentil) acetofenona.<sup>11</sup> También contiene aceite esencial en el cual se ha evidenciado la presencia de hidrocarburos monoterpenos, monoterpenos oxigenados, hidrocarburos sesquiterpenos, sesquiterpenos oxigenados y compuestos relacionados a terpenos.<sup>15</sup> En otro estudio se identificó 25 compuestos presentes en el aceite esencial, donde predominaron los monoterpenos ( $\alpha$ -felandreno,  $\alpha$ -terpineno, sabineno,  $\Delta^3$ -careno y  $p$ -cimeno).<sup>16</sup>

### **2.2.7. Estudios farmacológicos realizados**

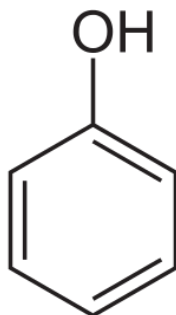
Entre los estudios que se han realizado a las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., han demostrado que presentaron propiedades antiinflamatorias<sup>2</sup>, vasodilatadoras<sup>17</sup>, antioxidantes<sup>2,4,7,13,18</sup>, antibacteriana<sup>13,15</sup>, hipotensoras<sup>17,19</sup>, antihipertensiva<sup>19</sup>, anticancerígenas<sup>20,21</sup> y antimicótica<sup>22</sup>.

### **2.2.8. Propiedades y usos medicinales**

Se usa de manera tradicional como infusión de hojas y ramas de la planta para combatir malestares como cólicos estomacales, también para mitigar malestares de mal de altura conocido como “soroche” o “puna”. Así mismo, puede ser usado en vapor o sahumero para problemas como el romadizo y resfrío fuerte, se ha evidenciado que las hojas secas trituradas untadas con Mentholatum® alivian dolores.<sup>11</sup>

## **2.3. Compuestos fenólicos**

Las plantas sintetizan diversos compuestos denominados metabolitos secundarios, uno de los metabolitos con alta relevancia son los compuestos fenólicos, éstas moléculas se caracterizan por presentar uno o más grupos hidroxilos unidos al anillo aromático<sup>23</sup>, estas moléculas son conocidas como polifenoles o fenilpropanoides sintetizados en las especies vegetales mediante de la ruta del shiquimato (ácido shikímico), cumpliendo una función metabólica importante desde el crecimiento, reproducción e interviniendo en funciones como la protección frente a patógenos externos y estrés oxidativo generado por la radiación UV y depredadores.<sup>24</sup>



**Figura 1.** Estructura básica del fenol.<sup>24</sup>

### **2.3.1. Clasificación de los compuestos fenólicos**

#### **2.3.1.1. Fenoles simples**

Son compuestos que presentan en dos posiciones (1,2; 1,3 y 1,4) o tres posiciones (1,3,5 y 1,2,3) un grupo hidroxilo en el anillo aromático. Compuestos como: catecol, resorcinol, hidroquinona, floroglucinol y 4 – metilresorcinol.<sup>24</sup>

#### **2.3.1.2. Ácidos fenólicos**

Se presentan en dos sub grupos:

- **Ácidos hidroxibenzóicos:** dispone de un grupo carboxílico (grupo ácido) y grupo hidroxilo (una o más) unidos al anillo aromático. Ejemplo: ácido vanílico y ácido gálico.
- **Ácidos hidroxicinámicos:** Se caracterizan por la presencia del grupo CH-CH-COOH en reemplazo del grupo COOH presente en los ácidos hidroxibenzóicos. Ejemplo: ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido clorogénico, ácido p – cumárico y sus derivados glicosilados<sup>24</sup>.

#### **2.3.1.3. Cumarinas**

Se caracterizan por la asociación del fenol a un heterociclo oxigenado como la umbeliferona.<sup>24</sup>

#### **2.3.1.4. Xantonas, estilbenos y benzofenonas**

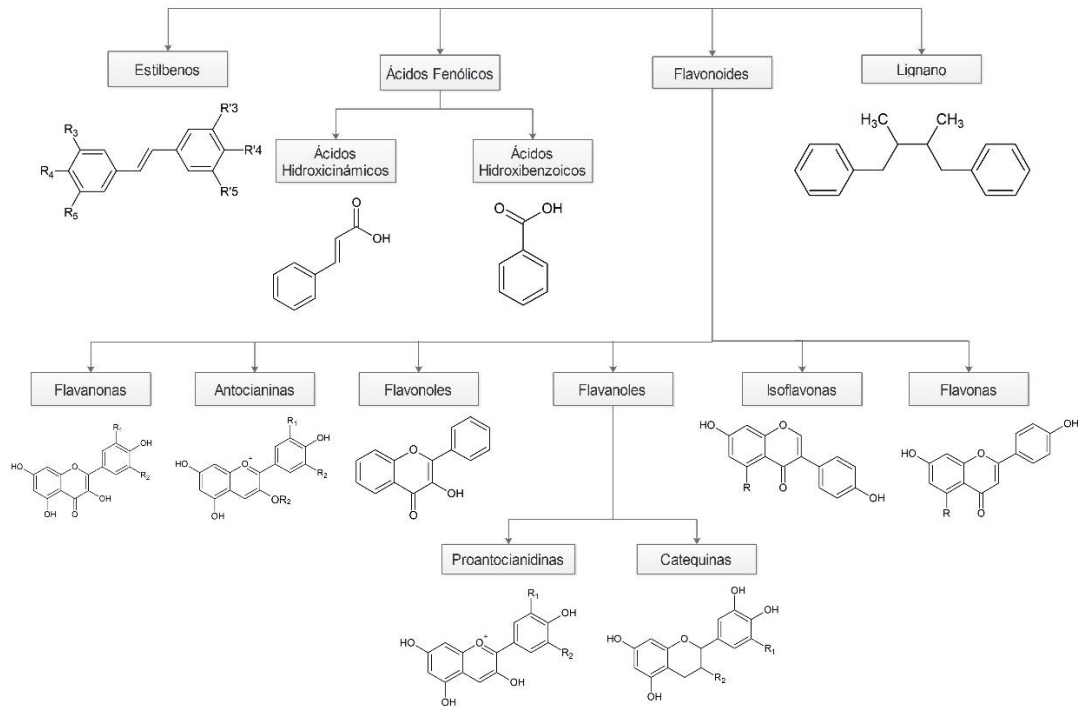
Se encuentran naturalmente en diversas plantas y se caracterizan por tener dos anillos aromáticos unidos por una cetona, heterocíclicas o grupos vinilo, como el resveratrol (estilbeno).<sup>24</sup>

#### **2.3.1.5. Quinonas**

Son caracterizados por la presencia de un anillo diona que está totalmente conjugado, contando con sub grupos como la ubiquinona, tal como, la coenzima Q10 y antraquinonas con dos anillos fenólicos como la emodina.<sup>24</sup>

### 2.3.1.6. Lignanos y ligninas

Son dímeros que se derivan a partir de los alcoholes cinámicos y de la fenilalanina, con presencia en diversos alimentos. Las ligninas son polímeros fenólicos complejos considerados los segundos biopolímeros de mayor presencia en los vegetales después de la celulosa.<sup>24</sup>



**Figura 2.** Representación esquemática de la clasificación de los compuestos fenólicos según Manach y col.<sup>25</sup>

### 2.3.2. Propiedades biológicas

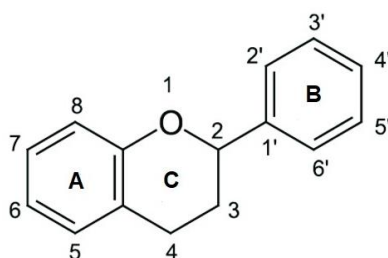
Constituyen un grupo amplio de compuestos antioxidantes responsables de reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares debido a sus propiedades vasodilatadoras, promueven al crecimiento y desarrollo de la microbiota intestinal benéfica e inhiben a las bacterias patógenas, cuentan con efectos antiinflamatorios, disminuyen la absorción de azúcares simples mejorando algunas características de la diabetes tipo II, contribuyen en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson, Alzheimer y esclerosis lateral amiotrófica; y cabe resaltar que la actividad con más relevancia y estudio es su capacidad para neutralizar radicales libres evitando efectos oxidativos, inflamatorios y cancerígenos.<sup>26</sup>

## 2.4. Flavonoides

Son compuestos originados por el metabolismo secundario de las plantas, a partir de la vía de reacciones del ácido shikímico y la vía de los policétidos<sup>4</sup>. Los flavonoides constituyen una de las subfamilias más grandes de polifenoles naturales, que debido a sus propiedades biológicas evidenciadas experimentalmente los convierten en candidatos para poder explicar una relación entre el consumo de determinados productos vegetales y la disminución de padecer determinadas enfermedades degenerativas crónicas.<sup>27</sup>

### 2.4.1. Estructura química

La mayoría de los flavonoides mantienen una estructura de fenil-benzo- $\gamma$ -pirona o fenil- $\gamma$ -cromona<sup>27</sup>, conocidos también como compuestos fenólicos diaril-13 propánicos, debido a que tiene la estructura del tipo C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (bencénicos) unidos entre sí por una cadena de tres carbonos cicladas a través de un oxígeno. De los tres anillos que presenta, la estructura A se origina por la ruta de los policétidos y la B y C<sub>3</sub> son originadas a partir de la ruta del ácido shikímico.<sup>28</sup> La diversidad de flavonoides, se debe al grado de oxidación y la presencia de radicales sustituyentes del anillo C, dentro de cada grupo de se pueden distinguir por la sustitución en los anillos A y B, es por ello que se han identificado alrededor de 400 compuestos diferentes.<sup>27</sup> Usualmente los flavonoides en los vegetales se encuentran unidos a azúcares, en preferencia en la posición C<sub>3</sub>, en menor frecuencia al C<sub>7</sub> del anillo A, se encuentran asociados formando compuestos como o-glicósidos, comúnmente asociada a la D-glucosa, seguido de la D-galactosa, la L-ramnosa, L-arabinosa, la D-xilosa. La parte sin azúcar se le denomina aglicona.<sup>29</sup> (Figura 3)



**Figura 3.** Estructura básica de los flavonoides.<sup>30</sup>

### 2.4.2. Clasificación

Los flavonoides presentan una clasificación de acuerdo a su variación estructural, se consideran subfamilias como: auronas, flavononas, isoflavonas, neoflavonoides, flavan 3 – oles, catequinas, leucoantocianinas, antocianidinas, deoxiantocianidinas y antocianinas.<sup>24</sup> (Tabla 1)

### **2.4.3. Actividad terapéutica**

La amplia diversidad de flavonoides evidencia un campo muy amplio en la investigación para determinar sus actividades terapéuticas. La actividad anticancerígena donde estos compuestos intervienen *in vitro* y por diferentes mecanismos en el proceso oncogénico, lo que hace posible la utilización de estos compuestos en las primeras fases del cáncer o en la inhibición de etapas posteriores de progresión o invasión.<sup>27</sup>

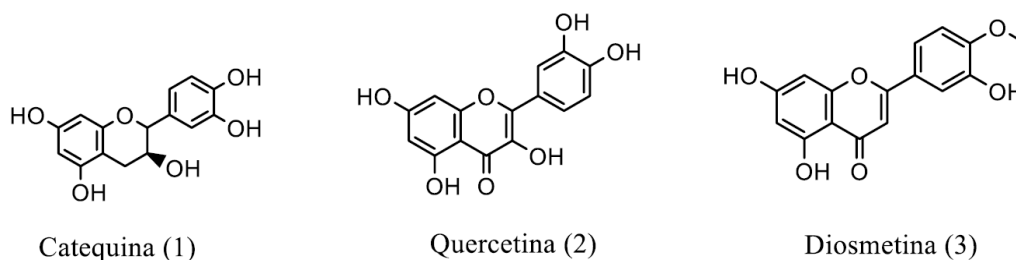
La capacidad antioxidante de los flavonoides se evidencia en diversos estudios al tener afinidad para enlazarse a las enzimas transportadoras de hormonas y de ADN, así mismo, pueden quelar iones metálicos ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ), son catalizadores en el transporte de electrones y neutralizar radicales libres, farmacológicamente debido al mecanismo fitoquímico de estos compuestos se logró usar en patologías como cardiopatías, diabetes mellitus, úlceras, infecciones virales, antiinflamatorios, antialérgicos, antitrombóticos; y protege a la vitamina E de la fotooxidación e inhibe oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL).<sup>31</sup>

### **2.4.4. Relación estructura – actividad de los flavonoides**

La estructura que predispone los flavonoides, son determinantes para la actividad biológica que cumplen, donde una estructuración de la molécula genera mayor actividad antioxidante son: el cambio de 3'4' – orto dihidroxi en el anillo (como la catequina, quercetina y luteolina); también la distribución de las clases hidroxilos que presentan una disposición meta en los carbonos 5 y 7 del anillo (apigenina y kaempferol); y la presencia del doble enlace para carbonos 2 y 3 en unión con los grupos 4 – ceto y 3 – hidroxilo para el anillo C (quercetina).<sup>32</sup> (Figura 4)

Los flavonoides que presentan cambios de hidroxilos en una disposición 3' y 4' para el anillo B muestran una mejor actividad como antioxidante, esto se debe a la presencia de un doble enlace entre los carbonos 2 y 3, en la posición 3 con un grupo OH abierto, y en lugar 4 de la clase carbonilo (Figura 4). Con lo mencionado, el flavonoide que cumple con las mejores características para actuar como un antioxidante más efectivo, viene a ser la quercetina, este flavonoide es superior a la vitamina C y E por cinco veces, como también posee una hidrosolubilidad idéntica a esta última.<sup>33</sup>





**Figura 4.** Características estructurales de los flavonoides relevantes para la actividad antioxidante.<sup>34</sup>

La estructura base que poseen los flavonoides, suelen alterarse con la adición o reducción de grupos hidroxilos, metilación con grupos hidroxilos o en el núcleo del flavonoide, formación de biflavonoides (dimerización), creación de bisulfatos y lo más relevante donde se presenta la glicosilación dentro de los grupos hidroxilos en cargados en la productividad de flavonoides O-glicósidos o en el núcleo del flavonoide (produciendo C – flavonoides), también resaltar que las especies vegetales presentan en mayor cantidad flavonoides O – glicósidos, donde uno o más grupos hidroxilos están anexados a azúcares.<sup>32</sup>

**Tabla 1.** Ejemplo de flavonoides, su estructura y parte de su sustitución.

Flavonoide	Estructura anillo C	Parte de sustitución
<b>Flavanona</b>	naringina	5,4'-OH;7-O-Neo <sup>a</sup>
	hesperidina	5,3'-OH;4'-OMe <sup>a</sup>
	eriodictiol	5,7,3',4'-OH
<b>Flavona</b>	tangeritina	5,6,7,8,4'-OMe <sup>a</sup>
	luteolina	5,7,3',4'-OH
	apigenina	5,7,4'-OH
<b>Flavonol</b>	kaempferol	5,7,3,4'-OH
	quercetina	5,7,3,3',4'-OH
	rutina	5,7,3',4'-OH;3-o-Rut <sup>a</sup>
<b>Isoflavonoides</b>	genisteina	5,7,4'-OH
	Diadzeina	7,4'-OH
	orobol	5,7,3',4'-OH
<b>Antocianidinas</b>	apigenidina	5,7,4'-OH
	luteolinidina	5,7,3,4'-OH
	cianidina	3,5,7,3',4'-OH
<b>Auronas</b>	sulfuretina	6,3',4'-OH
	leptosidina	6,3',4'-OH;7-OMe <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Neo: neohesperidosa; Me: metilo, Rut: rutinosa

Fuente: Cartaya O., 2001.<sup>32</sup>

## 2.5. Radicales libres

Químicamente es definido como toda especie química, que presenta carga o no, que dentro de su estructura atómica suelen presentar un electrón desapareado o impar en el orbital externo, ocasionándole una gran inestabilidad<sup>35</sup>. El radical en busca de estabilizarse llega a sustraer electrones de moléculas estables, ocasionando a su vez que la molécula estable que cedió su electrón se convierta en radical libre generando una reacción en cadena que destruye las células.<sup>36</sup>

Principales especies prooxidantes:

- Radical hidroxilo ( $\text{HO}^\cdot$ )
- Peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
- Anión superóxido ( $\text{O}_2^-$ )
- Oxígeno singlete ( $^1\text{O}_2$ )
- Oxígeno nítrico (NO)
- Peróxido (ROO)
- Semiquinona (Q)
- Ozono

### 2.5.1. Fuentes que generan radicales libres<sup>37</sup>

- **Fuentes externas:** Tabaquismo, alcoholismo, contaminación atmosférica, carcinógenos y mutágenos; herbicidas y insecticidas; la sobreexposición a rayos UV, reactores nucleares; sustancias químicas usados en el procesamiento de alimentos, medicamentos en general; contaminación ambiental; también los pensamientos negativos producto de avaricia, celos, ira, y odio.
- **Fuentes internas:** Fagocitosis, metabolismo celular del oxígeno, peroxidación lipídica.

### 2.5.2. Efectos farmacológicos de los radicales libres

Biológicamente son formados en nuestro organismo por diversos mecanismos ocasionan problemas como cardiopatías isquémicas y el infarto agudo de miocardio esto se debe a un exceso de radicales libres donde inicia con un evento aterosclerótico a causa de que el radical libre sustrae un electrón de una grasa poli – insaturada del colesterol conocida como lipoproteína de baja densidad (LDL), este evento ocasiona daño al endotelio lo que origina formación de nuevos radicales libres desencadenando un problema generalizado.<sup>38</sup>

En el caso de la diabetes mellitus a los radicales libres se les relacionan que el estrés oxidante que producen genera complicaciones diabéticas a causa del daño

de los radicales libres y que en personas diabéticas la hiperglucemia crónica aumenta la formación de radicales libres.<sup>38</sup>

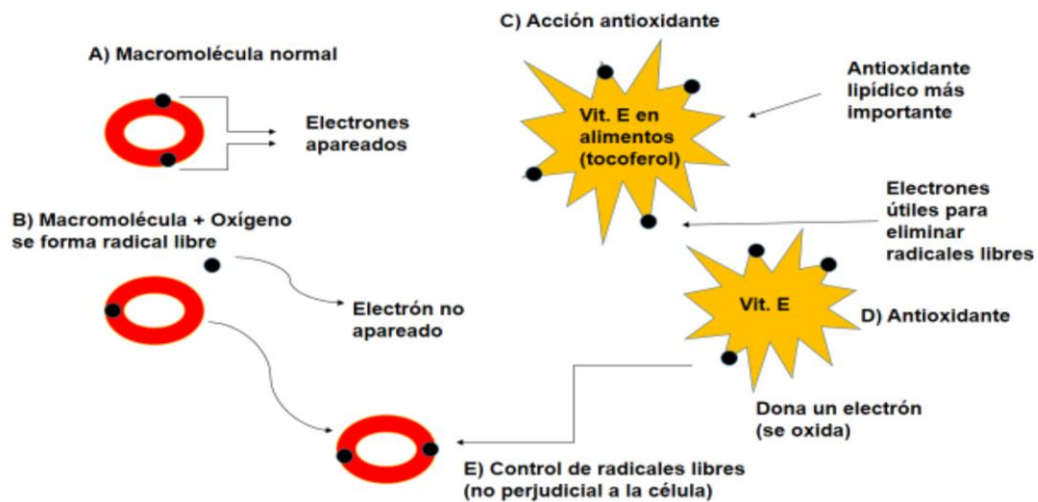
El estrés oxidativo y el proceso tumoral se encuentran íntimamente relacionados ya que estudios desde 1990 evidenciaron que algunos agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, desarrollan un papel importante para la formación de segundos mensajeros responsables para la activación, diferenciación y proliferación celular, una característica de las células tumorales destaca el aumento del peróxido de hidrógeno, y el sistema antioxidante innato se ve disminuida generando susceptibilidad a presentar alteraciones moleculares ocasionando la proliferación y diseminación de las células tumorales.<sup>38</sup>

## **2.6. Antioxidantes**

Se define a los antioxidantes como toda sustancia capaz de retrasar y prevenir la oxidación de cualquier sustrato oxidable a pesar de encontrarse a concentraciones muy bajas con respecto al sustrato oxidable<sup>39</sup>. El cuerpo humano cuenta con una red de antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos.

- **Antioxidantes no enzimáticos:** Vitamina C o ácido L – ascórbico, vitamina E, carotenos, coenzima Q10, polifenoles, glutatión, ácido lipoico.
- **Antioxidantes enzimáticos:** Superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa.
- **Otros antioxidantes:** Vitaminas del complejo B, omega 3 y 5, aminoácidos (arginina, histidina y glicina), proteínas (lactoferrina, albúmina, ceruloplasmina, transferrina y bilirrubina), minerales (cinc, hierro, cobre, selenio, cromo).

Se evidencia la capacidad antioxidante de sustancias obtenidas de fuente exógena como los polifenoles que son ampliamente estudiados, tal es el caso de los flavonoides presentes en la uva a quien se le atribuyó la capacidad de inhibir la susceptibilidad de las LDL a oxidarse, estos polifenoles se encuentran en frutos secos, frutos tipos bayas de color y cítricos; presentes en forma de taninos, fitoestrógenos, catequinas, antocianidinas, proantocianidinas, citroflavonoides, isoflavonoides; que evidencian una actividad antioxidante elevada.<sup>40,41</sup> Existe una fuerte relación de los polifenoles con los antioxidantes enzimáticos, donde se les considera potentes antioxidantes con capacidad de neutralizar radicales libres (superóxido, radicales lipídicos y oxígeno singlete), y que a su vez estimula la producción de la enzima superóxido dismutasa, que es un agente antioxidante enzimático de gran jerarquía con efecto protector en el organismo.<sup>39</sup>



**Figura 5.** Interacción entre radicales libres y moléculas antioxidantes.<sup>40</sup>

### 2.7. Medición de actividad antioxidante

Debido al incremento de los estudios de diversos compuestos sobre su comportamiento como agentes antioxidantes, se desarrollaron diversos métodos analíticos para determinar la actividad antioxidante. Los mecanismos por el cual los agentes antioxidantes ejercen su acción es por captura de radicales libres, quelación de metales, formación de complejos, actividad reductora, activación de sistemas biológicos antioxidantes; en un extracto obtenido existe una mezcla de diversos compuestos cada uno con diferente mecanismo antioxidante produciendo un sinergismo en la actividad antioxidante, y es por eso, que es necesario distintos análisis para poder considerar un mecanismo de acción de los antioxidantes presentes.<sup>42</sup>

Los compuestos antioxidantes cumplen la acción estabilizadora de radicales libres mediante dos mecanismos, transferencia de átomos de hidrógeno (TAH) que son: ORAC, TRAP, DCFH-DA, ensayo de crocina; y el segundo método es la transferencia de electrones (TE) que son: FRAP, DPPH y DMPB. Mientras que el ensayo de ABTS cumple un mecanismo mixto de TE y TAH.<sup>43-45</sup>

**Tabla 2.** Clasificación de los ensayos para determinar la actividad antioxidante de acuerdo al modelo de reacción.

<b>Categoría</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Medida</b>	<b>Técnica</b>
<b>Transferencia de átomos de hidrógeno (TAH)</b>	Capacidad de absorción del radical oxígeno (ORAC)	Inhibición de la caída de fluorescencia de PE/FL	Fluorimetría
	Parámetro antioxidante de captura total de radicales (TRAP)	Oxígeno consumido	Electrodo de oxígeno
	DCFH-DA	Inhibición de oxidación de DCFH-DA	Espectrofotometría - Fluorimetría
	Ensayo Crocina	Inhibición de oxidación de Crocina	Espectrofotometría
<b>Transferencia de electrones (TE)</b>	Poder de reducción antioxidante del hierro (FRAP)	Reducción TPTZ-Fe <sup>3+</sup> a TPTZ-Fe <sup>2+</sup>	Espectrofotometría
	1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH)	Reducción del radical DPPH	Espectrofotometría
	N, N- dimetil-p-fenilendiamina (DMPB)	Reducción del DMPB <sup>+</sup>	Espectrofotometría
<b>Mixtos (TAH &amp; TE)</b>	ácido 2,2'azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS <sup>•+</sup> )	Descenso de ABTS <sup>•+</sup>	Espectrofotometría

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Farmacognosia, de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### **3.2. Definición de la población y muestra**

##### **3.2.1. Población**

Hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip.

##### **3.2.2. Muestra**

Un kilogramo de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip., recolectadas en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho a una altura de 4130 msnm, localizada exactamente a una latitud  $-13.381865^{\circ}$  y longitud  $-74.477772^{\circ}$ . (Anexo 2)

El tipo de muestreo fue por conveniencia.

##### **3.2.3. Unidad de análisis**

Extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. y las fracciones de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol obtenidas a partir del extracto metanólico.

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

##### **3.3.1. Recolección de la muestra vegetal**

Las hojas fueron recolectadas en horas de la mañana durante el mes de diciembre de 2021, seleccionándose las hojas que estén en buen estado de conservación, siendo guardadas en cajas de cartón para su transporte al Laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. (Anexo 3)

Una parte de la muestra colectada fue enviada al despacho de la Bióloga Laura Aucasime para su certificación botánica correspondiente.

### **3.3.2. Deseccación**

Las hojas fueron separadas de los tallos y previa limpieza colocadas sobre una base de papel Kraft, mantenidas a la sombra a temperatura ambiente, volteándose constantemente hasta lograr un secado uniforme y así evitar que la humedad lo deteriore. Luego se procedió a la molienda con un molino doméstico (licuadora) hasta conseguir un polvo fino, luego fue conservado en un frasco de vidrio ámbar en refrigeración. (Anexo 4)

### **3.3.3. Obtención de extracto metanólico**

100 g de muestra pulverizada fueron colocados en un matraz y extraídos con 2 L de metanol por maceración dinámica por un período de cuatro horas con la ayuda de un agitador magnético, realizándose este proceso por dos veces, se filtró el extracto, se reunieron los filtrados para luego ser concentrado en un evaporador rotatorio (BUCHI R300), hasta obtener sequedad. El extracto seco se conservó en refrigeración a 4°C, hasta su uso. Se determinó el porcentaje de rendimiento del extracto en relación a los 100 g de muestra seca en polvo. (Anexo 4)

### **3.3.4. Fraccionamiento del extracto metanólico por cromatografía en columna**

Se utilizó una columna cromatográfica de vidrio de 1.5 x 60 cm empacada con 25 g de silica gel 60 para columna cromatográfica (70 – 230 mesh, Merk ®) eluída con *n* – hexano. Se pesó 1,3 g del extracto metanólico se mezcló con silica gel de columna y se colocó sobre la columna cromatográfica. Se procedió a realizar eluciones sucesivas con 100mL de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol, respectivamente. Se colectó las fracciones obtenidas y se concentró en un evaporador rotatorio (BUCHI R300) hasta obtener un extracto seco, los cuales fueron conservadas en refrigeración a 4°C hasta su uso. Se peso los extractos obtenidos y se determinó el porcentaje de rendimiento con referencia a los 1,3 g de extracto metanólico utilizado para el fraccionamiento. (Anexo 5)

### **3.3.5. Tamizaje fitoquímico**

Se siguió el procedimiento descrito por Miranda (2002)<sup>46</sup>, el cual consiste en reacciones de precipitación y coloración para identificar los metabolitos secundarios presentes en un extracto. (Anexo 7)

### **3.3.6. Determinación del contenido de fenoles totales**

Se utilizó el método del reactivo de Folin – Ciocalteu.<sup>47</sup> Se preparó la muestra a una concentración de 1mg/mL con metanol. En un tubo de ensayo se tomó 150 µL de muestra y se mezcló con 150 µL del reactivo Folin – Ciocalteu (Merk ®)

0,25N; seguido de 2400  $\mu$ L de agua destilada, se mezcló durante 5 min y se dejó en reposo por 3 min. Seguido se adicionó 300  $\mu$ L de solución de carbonato de sodio 1N. La mezcla se llevó a incubación en oscuridad por 2 h a temperatura ambiente. Se realizó las lecturas de la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 725 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. Se elaboró una curva de calibración con el estándar ácido gálico (0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0  $\mu$ g/mL) Todos los ensayos fueron realizados por una triple repetición. Los resultados son expresados como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g Ext.). (Anexos 8, 14, 15, 16)

### **3.3.7. Determinación del contenido de flavonoides**

Se realizó según el método descrito por Zhishen y col.<sup>48</sup>, con algunas modificaciones. Se preparó la muestra a una concentración de 1mg/mL con metanol. En un tubo de ensayo se mezcló 500  $\mu$ L del extracto con 500  $\mu$ L de agua destilada y 150  $\mu$ L de nitrito de sodio al 5%. Después de 5 min, se añadió 150  $\mu$ L de cloruro de aluminio al 10%. Luego de 6 min, se añadió 2 mL de hidróxido de sodio al 4%. Finalmente se completó hasta 5 mL con agua destilada y se homogenizó la mezcla en un vortex; se dejó reposar durante 15 min a temperatura ambiente en ausencia de luz. Se realizó las lecturas de la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 510 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. Se preparó una curva de calibración fue a partir de estándar quercetina (40,0; 80,0; 120,0; 160,0; 200,0  $\mu$ g/mL). Todos los ensayos se realizaron por una triple repetición. Los resultados son expresados en miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto (mg QE/g Ext.). (Anexos 9, 17, 18 ,19)

### **3.3.8. Determinación del contenido de flavonoles**

Se realizó por método descrito por Miliauskas y col.<sup>49</sup>, Se utilizó la muestra a una concentración de 1mg/mL con metanol. En un tubo de ensayo se añadió 500  $\mu$ L de muestra, 500  $\mu$ L de agua destilada, después se mezcló con 2 mL de cloruro de aluminio (al 4%) y 6 mL de acetato de sodio (al 5%). Se dejó en reposo por 2,5 horas a 20°C. Se realizó las lecturas de la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 440 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. Se preparó una curva de calibración fue a partir de estándar quercetina (0,0; 4,0; 6,0; 8,0; 16,0; 20,0  $\mu$ g/mL). Se realizaron todos los ensayos por una triple repetición. Los resultados son



expresados en miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto (mg QE/g Ext.). (Anexos 10, 20, 21, 22)

### **3.4. Determinación de la capacidad antioxidante**

#### **3.4.1. Método de la actividad secuestradora del radical 1,1 – difenil – picril – hidrazilo (DPPH)**

Se procedió a realizar de acuerdo al método descrito por Brand – Williams y col., modificado por Thaipog y col.<sup>47</sup>, para el cual se utilizó la muestra a una concentración de 1mg/mL con metanol. Se preparó la solución patrón (SP) del radical libre DPPH de 20mg/mL en metanol. A partir de allí se preparó la solución de trabajo (ST), diluyendo de 10 mL de SP con 45 mL de metanol, realizando una lectura de la absorbancia inicial a 515 nm, ajustándose a  $1,1 \pm 0.02$  con metanol. Se tomó en un tubo de ensayo 150  $\mu$ L de la muestra, seguido se añadió 2850  $\mu$ L de ST para luego homogenizar en un vortex. La muestra fue incubada en la oscuridad por 24 h. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. El porcentaje de actividad secuestradora del radical libre se calculó de acuerdo a la siguiente relación:

$$\% \text{ de actividad secuestradora del DPPH} = \left[ \frac{A_{DPPH} - A_{Mp}}{A_{DPPH}} \right] \times 100$$

En donde  $A_{DPPH}$  y  $A_{Mp}$  corresponde a la absorbancia inicial del DPPH y muestra, respectivamente.

Además, se dispuso de una curva estándar a partir de una solución stock conteniendo 12,5 mg de Trolox en 50 mL de metanol, se tomó alícuotas de (1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 mL) aforados en una fiola de 10mL con metanol y fueron agitadas durante 5 min. Se tomó 150  $\mu$ L de cada dilución para luego ser mezclado' con 2850  $\mu$ L de ST para después homogenizarlas en un vortex, se dejó en incubación durante 24 h. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. Todos los ensayos se realizaron por triplicado. Los resultados fueron expresados como  $\mu$ moles equivalentes a Trolox por gramo de extracto ( $\mu$ moles ET/g Ext.). (Anexos 11, 23, 24, 25)

#### **3.4.2. Método del secuestro del catión radical del ácido 2,2' – azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico (ABTS<sup>•+</sup>)**

Se procedió a realizar el ensayo de acuerdo al método descrito por Arnao y col., modificado por Thaipog y col.<sup>47</sup> La muestra se preparó a una concentración de

1mg/mL con metanol. Se preparó la solución patrón de ABTS (SP), constituida por 40,6 mg de ABTS aforado en 10 mL con agua destilada y 7 mg de persulfato aforado en 10 mL de agua destilada, ambas disoluciones fueron mezcladas en un frasco ámbar y resguardados en oscuridad durante 12 h. La solución de trabajo (ST) se preparó tomando 1 mL de SP diluido con 60 mL de metanol, realizando una lectura de la absorbancia inicial a 734 nm, ajustándose a  $1,1 \pm 0.02$  con metanol. Se tomo 150  $\mu$ L de muestra en un tubo de ensayo, se añadió 2850  $\mu$ L de ST para luego homogenizar en un vortex, se dejó en reposo por 2 horas. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 734 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 150 – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. El porcentaje de actividad secuestradora del radical libre se calculó de acuerdo a la siguiente relación:

$$\% \text{ de actividad secuestradora del ABTS} = \left[ \frac{A_{ABTS} - A_{Mp}}{A_{ABTS}} \right] \times 100$$

En donde  $A_{ABTS}$  y  $A_{Mp}$  corresponde a la absorbancia inicial del ABTS y la muestra, respectivamente.

Además, se dispuso de una curva estándar a partir de una solución stock conteniendo 12,5 mg de Trolox en 50 mL de metanol, de la cual se tomó alícuotas de (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mL) aforados en una fiola de 10mL con metanol y fueron agitadas durante 5 min. Se tomaron 150  $\mu$ L de cada dilución y se mezcló con 2850  $\mu$ L de ST para después homogenizarla en un vortex, se dejó en incubación en la oscuridad durante 2 h. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 734 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Todos los ensayos se realizaron por triplicado. Los resultados fueron expresados como  $\mu$ moles equivalentes a Trolox por gramo de extracto ( $\mu$ moles ET/g Ext.). (Anexos 12, 26, 27, 28)

### **3.4.3. Método de reducción de hierro (FRAP)**

Se procedió a realizar el ensayo de acuerdo al método descrito por Benzie y Strain modificado por Thaipog y col.<sup>47</sup> Se preparó la muestra a una concentración de 1mg/mL con metanol. Se preparó una solución patrón (SP) constituida por tres soluciones: la primera solución (S1) es un buffer acetato pH 3,6 (310 mg de acetato de sodio y 1,6 mL de ácido acético aforado en 100 mL de agua destilada), la segunda solución (S2) se preparó con 31,2 mg de 2,5,6 – tripiridil – s – triazina (TPTZ) aforado en una fiola de 10 mL con HCl 40 mM y la tercera solución (S3)

se preparó con 54,1 mg de cloruro férrico aforado en una fiola de 10 mL con metanol. La solución de trabajo (ST) se preparó en una proporción de 25:2,5:2,5 de las soluciones S1, S2 y S3 respectivamente; se llevó a baño maría a 37°C durante media hora. Se tomó 150 µL de muestra en un tubo de ensayo, se añadió 2850 µL de ST para luego homogenizarla en un vortex, se dejó en reposo por 2 horas. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 593 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Además, se dispuso de una curva estándar a partir de una solución stock conteniendo 12,5 mg de Trolox aforados en 50 mL de metanol, de la cual se tomó alícuotas de (0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 mL) aforados en una fiola de 10 mL con metanol y fueron agitadas durante 5 min. Se tomaron 150 µL de cada dilución y se mezcló con 2850 µL de ST para después homogenizarlas en un vortex, dejadas en incubación en la oscuridad durante 30 minutos. Se realizó las lecturas correspondientes de las absorbancias de las muestras a 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Todos los ensayos se realizaron por triplicado. Los resultados fueron expresados como µmoles equivalentes a Trolox por gramo de extracto (µmoles ET/g Ext.). (Anexos 13, 29, 30, 31)

### **3.5. Análisis de datos**

Los resultados obtenidos fueron expresados como el promedio  $\pm$  desviación estándar obtenidas de tres repeticiones por réplica, realizándose tres réplicas. Las diferencias entre el contenido de fenoles totales, flavonoides, flavonoles y la capacidad antioxidante por los ensayos del DPPH, ABTS y FRAP de los extractos, serán evaluadas mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé con un nivel de confianza de 95% ( $p < 0,05$ ), todo el procedimiento fue desarrollado con el programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versión 26,0 en español.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 3.** Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico total y las fracciones de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico del extracto metanólico de hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Ayacucho 2022.

Metabolitos secundarios	Extracto metanólico	Fracciones			
		<i>n</i> – hexano	Diclorometano	Acetato de Etilo	Metanol
Fenoles	+	+	+	+	+
Flavonoides	+	-	-	+	+
Azúcares reductores	+	-	-	+	+
Aminoácidos	+	-	-	+	+
Cumarinas	+	-	-	+	-
Terpenos	+	+	+	-	-
Resinas	+	+	+	+	-
Alcaloides	+	+	-	-	-
Catequinas	+	-	-	-	+

**LEYENDA:**

- (-) : Ausencia  
 (+) : Presencia

**Tabla 4.** Rendimiento del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. y de sus fracciones. Ayacucho 2022.

<b>Extracto y/o fracción</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>Peso seco de extracto y/o fracción (g)</b>	<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>
<b>Extracto metanólico total</b>	100	27.44	27.44*
<b>Fracción <i>n</i> – hexano</b>	1,3	0.1	7,69**
<b>Fracción diclorometano</b>	1,3	0.3	23,08**
<b>Fracción acetato de etilo</b>	1,3	0,1	7,69**
<b>Fracción metanólica</b>	1,3	0,5	38,46**

**LEYENDA:**

\* Rendimiento obtenido a partir de 100 gramos de muestra de hojas secas de *S. nutans* Sch. Bip.  
 \*\* Rendimiento obtenido a partir de 1,3 gramos del extracto metanólico total de hojas de *S. nutans* Sch. Bip.

**Tabla 5.** Contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles en el extracto metanólico total y las fracciones de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Ayacucho 2022.

Extracto / Fracción	Fenoles totales (mg GAE/g de extracto)	Flavonoides (mg QE/g de extracto)	Flavonoles (mg QE/g de extracto)	Relación	
				Flavonoides / Fenoles Totales	Flavonoles / Flavonoides
<b>Extracto metanólico total</b>	620,68 ± 4,30 <sup>c</sup>	345,77 ± 8,27 <sup>e</sup>	56,41 ± 0,88 <sup>d</sup>	0.56	0.16
<b>Fracción <i>n</i> – hexano</b>	154,47 ± 8,50 <sup>a</sup>	ND	ND	-	-
<b>Fracción diclorometano</b>	439,58 ± 5,95 <sup>b</sup>	34,16 ± 7,29 <sup>b</sup>	31,88 ± 2,29 <sup>b</sup>	0.08	0.93
<b>Fracción acetato de etilo</b>	721,06 ± 4,40 <sup>e</sup>	239,72 ± 9,10 <sup>d</sup>	137,48 ± 4,70 <sup>e</sup>	0.33	0.58
<b>Fracción metanólica</b>	682,36 ± 3,60 <sup>d</sup>	189,59 ± 7,88 <sup>c</sup>	45,68 ± 1,74 <sup>c</sup>	0.28	0.24
<b>Valor p</b>	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-

Los resultados son expresados a partir del promedio ± desviación estándar. (DE) de tres réplicas.

Las letras diferentes en superíndice, significan diferentes respuestas o diferencias significativas entre las muestras.

**Tabla 6.** Capacidad antioxidante del extracto metanólico total y las fracciones de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Ayacucho 2022.

Extracto / Fracción	DPPH		ABTS		FRAP (µmoles ET/g de muestra)
	%	µmoles ET/g de muestra	%	µmoles ET/g de muestra	
<b>Extracto metanólico total</b>	90,85 ± 0,29 <sup>d</sup>	800,11 ± 2,53 <sup>d</sup>	46,78 ± 0,39 <sup>c</sup>	662,76 ± 5,45 <sup>c</sup>	635,73 ± 1,83 <sup>d</sup>
<b>Fracción <i>n</i> – hexano</b>	6,51 ± 0,29 <sup>a</sup>	50,20 ± 2,61 <sup>a</sup>	17,21 ± 0,21 <sup>b</sup>	249,33 ± 2,95 <sup>b</sup>	114,44 ± 1,31 <sup>b</sup>
<b>Fracción diclorometano</b>	7,70 ± 0,22 <sup>b</sup>	60,76 ± 1,93 <sup>b</sup>	15,88 ± 0,16 <sup>a</sup>	230,76 ± 2,26 <sup>a</sup>	37,95 ± 1,20 <sup>a</sup>
<b>Fracción acetato de etilo</b>	44,92 ± 0,27 <sup>c</sup>	391,78 ± 2,36 <sup>c</sup>	56,66 ± 0,48 <sup>d</sup>	800,44 ± 6,68 <sup>d</sup>	599,15 ± 1,57 <sup>c</sup>
<b>Fracción metanólica</b>	91,29 ± 0,11 <sup>e</sup>	804,09 ± 0,97 <sup>e</sup>	58,24 ± 0,41 <sup>e</sup>	822,51 ± 5,67 <sup>e</sup>	784,17 ± 2,21 <sup>e</sup>
<b>Valor <math>\rho</math></b>	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

Los resultados son expresados a partir del promedio ± desviación estándar. (DE) de tres réplicas.

Las letras diferentes en superíndice, significan diferentes respuestas o diferencias significativas entre las muestras.



## V. DISCUSIÓN

La **Tabla 3**, evidencia los resultados obtenidos a partir del tamizaje fitoquímico que fue realizado al extracto metanólico y fracciones y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *S. nutans* Sch. Bip., recolectadas en el distrito de Vinchos - Huamanga, donde el extracto metanólico y la fracción metanólica presentaron una presencia muy abundante para fenoles, flavonoides, azúcares reductores, aminoácidos; seguido de la fracción acetato de etilo con presencia abundante para fenoles, flavonoides y azúcares reductores; las fracciones *n* – hexano y diclorometano evidencian una presencia abundante para terpenos; mientras que, la fracción *n* – hexano mostró una presencia para alcaloides. (Anexo 7) Si bien es cierto los alcaloides son extraídos en gran mayoría por diclorometano a condiciones específicas<sup>50</sup>, sin embargo, en nuestro reporte se evidencia que los alcaloides dieron positivo en la fracción de *n* – hexano, lo que probablemente podría indicar que los alcaloides presentes en el extracto tuvieron una afinidad al solvente de baja polaridad, tal como se indica en un estudio donde todas las formas de alcaloides pirrolizidinicos tienen una ligera solubilidad en solventes no polares (*n* – hexano)<sup>51</sup>, y tal como se indica que en especies del género *Senecio* hay evidencia de alcaloides pirrolizidinicos.<sup>14</sup> Por otro lado, la fracción diclorometano muestra una reacción positiva para resinas y terpenos, esto corrobora lo que indica Yang Y., y col.<sup>14</sup>, que las especies del género *Senecio* presentan monoterpenos, diterpenos, sesquiterpenos y triterpenos, a su vez estos componentes son de baja polaridad y extraídos con diclorometano, sin embargo, también observamos que el fracción de acetato de etilo también hay una reacción positiva para resinas, que probablemente se debe a que no se llegó a agotar completamente los compuestos resinosos con diclorometano. Existen reportes de muestras recolectadas en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica, donde en una infusión a partir de hojas, tallos y flores de *S. nutans* Sch. Bip., se evidenció la presencia moderada

para azúcares reductores, flavonoides, glicósidos y una presencia buena para saponinas y taninos<sup>5</sup>, por otro lado, también se reportan que en los extractos hidroalcohólicos de hojas de *S. adenophylloides*, *S. graveolens* Weed (*S. nutans* Sch. Bip., recolectada en Chuschi, Cangallo) y *S. collinus* DC; una presencia abundante para fenoles y una presencia significativa para flavonoides<sup>4</sup>, también dos estudios de un extracto hidroalcohólico de hojas secas *S. nutans* Sch. Bip., recolectadas del distrito de Chipao – Lucanas, evidenciaron una cantidad moderada de fenoles, taninos, alcaloides, flavonoides, sesquiterpenos y cumarinas<sup>13,22</sup>, todos los estudios fitoquímicos han determinado presencia positiva para compuestos fenólicos y flavonoides, todas las especies vegetales con presencia de estos compuestos son una fuente probable de antioxidantes<sup>52</sup>. También existen reportes del screening fitoquímico en otras especies del género *Senecio*, como en *S. westermanii* Dusen, en el cual en su extracto alcohólico se reveló presencia de iridoides, flavonoides, alcaloides, triterpenos / esteroides, aminogrupos y heterósidos de saponinas<sup>1</sup>, por otro lado, también se reporta la presencia moderada de alcaloides, triterpenoides/esteroides; y una presencia abundante para saponinas, núcleos esteroidales, compuestos fenólicos y flavonoides en un extracto hidroalcohólico de partes aéreas de *S. canescens*<sup>6</sup>.

En la **Tabla 4**, se muestra el rendimiento de un 27,44% de extracto metanólico a partir de una muestra de 100 g de hojas, un porcentaje considerable obtenido por extracción dinámica por agotamiento; mientras que, en las fracciones se obtuvieron 7,69 % de *n* – hexano, un 23,08 % diclorometano, un 7,69 % acetato de etilo y un 38,46 % metanol de una muestra de 1,3 g. El fraccionamiento realizado facilitó lograr separar los componentes químicos que están presentes en el extracto metanólico con solventes de diferentes polaridades, arrastrando por la columna a los componentes que afinidad tienen al solvente, donde se evidenció que se obtuvo un mayor porcentaje de la fracción metanólica y un menor porcentaje las fracciones *n* – hexano y diclorometano. Justil H. y col.<sup>53</sup>, evidencian que mientras mas aumenta la polaridad del solvente, también aumentará el rendimiento del extracto. Existen reportes de que hay compuestos como diterpenos, monoterpenos, triterpenos y sesquiterpenos presentes en gran cantidad en especies pertenecientes al género *Senecio*<sup>14</sup>; por lo que estos compuestos pueden ser más solubles en diclorometano y esto conllevó a un porcentaje de rendimiento significativo. Por otro lado, la especie *S. rufescens* DC.,

su fracción metanólica obtuvo un 40% de rendimiento que indica superioridad con respecto a nuestro reporte.

En la **Tabla 5**, se reporta el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles presentes en el extracto metanólico a partir de las partes aéreas de *S. nutans* Sch. Bip., obteniéndose como resultado  $620,68 \pm 4,30$  mg GAE/g Ext.;  $345,77 \pm 8,27$  mg QE/g de extracto y  $56,14 \pm 0,88$  mg QE/g Ext., respectivamente. Para cada fracción de acuerdo a la separación por polaridad realizada, se obtuvo como resultado un mayor contenido de fenoles en las fracciones acetato de etilo ( $721,06 \pm 4,40$  mg GAE/g Ext.) y la fracción metanólica ( $682,36 \pm 3,60$  mg GAE/g Ext.), respectivamente. También se resalta que la fracción acetato de etilo ( $239,9,10 \pm 9,10$  QE/g Ext.) y la fracción metanólica ( $189,59 \pm 7,88$  QE/g Ext.), evidenciaron un mayor contenido de flavonoides, finalmente solo la fracción acetato de etilo evidenció un mayor contenido de flavonoles ( $139,30 \pm 1,48$  QE/g Ext.). La fracción acetato de etilo mostró mayor cantidad de los tres compuestos que posiblemente se deba a que tenga compuestos unidos a azúcares formando glicósidos lo que le brindan una mayor afinidad para separarse con este solvente. Las diferencias estadísticas entre el contenido presente de los tres compuestos del extracto metanólico y de sus fracciones fueron significativas ( $p < 0,05$ ). (Anexos 8, 9, 10, 16, 19, 22, 32, 33).

En nuestros resultados podemos observar la presencia de compuestos fenólicos en el tamizaje y la cuantificación de compuestos fenólicos en las fracciones *n* – hexano y diclorometano, esto se debe probablemente a que el extracto metanólico total posee ciertos compuestos fenólicos afines al *n* – hexano y diclorometano, tal como indica Pérez-Nájera V., y col.<sup>54</sup>; que existen flavonoides de menor polaridad como (isoflavonas, flavanonas, flavonas y flavonoles), que se extraen con diclorometano; esto corrobora que se obtuvo como resultado mínimo la presencia de flavonoles en la fracción de diclorometano. Así mismo, probablemente nuestro extracto presenta compuestos afines al *n* – hexano y diclorometano y por ello en la cuantificación de fenoles y flavonoides reportan un resultado mínimo. También resaltar que existen compuestos resinosos fenólicos, tal como los estudia Langenheim J.<sup>55</sup>, estas resinas fenólicas probablemente estén presentes en el extracto del *S. nutans* Sch. Bip, y por ese motivo adicional también resulte positivo para fenoles en el tamizaje y su respectiva cuantificación.

Existen literaturas que reportan el contenido de fenoles totales y flavonoides a partir del extracto hidroalcohólico de tres especies *S. adenophylloides*, *S. graveolens* Weed y *S. collinus* DC, donde evidenciaron resultados cuyos rangos estuvieron entre  $63,07 \pm 0,25$ ,  $40,55 \pm 1,01$  y  $30,47 \pm 0,45$  mg GAE/g de extracto para fenoles totales por cada especie respectivamente, resaltando la especie *S. adenophylloides* con mayor contenido de fenoles con respecto a las otras dos especies<sup>4</sup>. Por otro lado, Surco-Laos P, y col.<sup>13</sup>, reporta un contenido de fenoles totales ( $67,91 \pm 0,29$  mg GAE/g de extracto), de un estudio de extracción hidroalcohólica de *S. nutans* Sch. Bip., también, Lizarraga E. y col.<sup>7</sup>, en su estudio de los extractos liofilizados acuosos de *S. nutans* Sch. Bip., obtenidos mediante infusión y decocción, reportaron un contenido de fenoles totales ( $20,5 \pm 0,2$  y  $25,2 \pm 0,4$  mg GAE/dL, para infusión y decocción, respectivamente), sin embargo, no se puede hacer comparaciones porque en la literatura el contenido de fenoles totales, siempre se reporta como mg GAE/ g de extracto seco o mg GAE/g de muestra seca. Con respecto a otras especies del género *Senecio*, Albayraq S. y col.<sup>56</sup>, recolectaron cuatro especies del género *Senecio* (*S. fluviatilis*, *S. nemorensis*, *S. pseudo-orientalis* y *S. racemosus*) en Turquía, donde reportaron el contenido de fenoles sobresaliendo la especie *S. racemosus* con mayor contenido de fenoles totales. Otro reporte de la especie *S. anteuphorbium* recolectada en la ciudad de Sidi – Ifni al suroeste de Marruecos por Lahlou F. y col.<sup>57</sup>, reportaron el contenido de fenoles de acuerdo a la forma de extracción, obteniéndose: extracción por soxhlet, maceración con metanol, decocción y maceración acuosa observándose que la extracción que se realizó por soxhlet presentó mayor contenido de fenoles. Otra literatura evidenció el contenido de fenoles totales a partir del extracto metanólico y fracciones de hojas de *S. rufescens*, obteniéndose: la fracción metanólica y fracción acetato de etilo fracciones con mayor contenido fenólico<sup>3</sup>. Otro estudio reporta una cuantificación inferior a nuestro con respecto a fenoles totales en la fracción de acetato de etilo de *S. clivicolus* Weed,<sup>58</sup> , otro extracto de las partes aéreas de *S. vernalis* Waldst, & Kit., también reporto un contenido de fenoles totales<sup>59</sup> , otro estudio de las partes aéreas de *S. hoggariensis* Batt. & Trab., también reporta contenido de fenoles<sup>60</sup> , también para la fracción acetato de *S. angulatus* L.f., etilo mostró un contenido de fenoles totales, que comparado con nuestro estudio no lo supero en la cuantificación<sup>61</sup>, como también la especie *S. cilicius* Boiss., reportó un contenido fenoles en los extractos etanólico y metanólico donde se observa que nuestros

reportes muestran supremacía con respecto al contenido de fenoles de otras especies del género *Senecio*<sup>62</sup>.

En nuestro estudio, se observa que hay una variación en el contenido de fenoles totales obtenidos del extracto total y de cada una de las fracciones, hay evidencia de estudios que indican que la extracción de compuestos fenólicos está influida por el tipo de: compuesto fenólico, método de extracción y solvente utilizado<sup>54</sup>, claramente en nuestro estudio la fracción acetato de etilo y fracción metanólica ambos solventes con alta polaridad, mostraron un alto contenido de fenoles totales; mientras tanto la fracción *n* – hexano, solvente de baja polaridad presentó un bajo contenido de compuestos fenólicos. Existen diversos estudios que demuestran la correlación entre el contenido de fenoles totales con el aumento de la polaridad del solvente<sup>53,63,64</sup>, así mismo, el metanol es usado para extraer compuestos fenólicos polares y polares medios como: glucósidos de flavonoides y ácidos fenólicos<sup>65</sup>, por ello nuestro estudio de extracción metanólica reportó mejores resultados de contenido de fenoles totales, con respecto a las otras evidencias que reportan extracciones de tipo acuosa o hidroalcohólica, así como reporta Aguilar E. y col.<sup>3</sup>, que la fracción de metanol mostró mayor contenido de fenoles totales, lo que también concuerda con nuestros resultados. En el presente reporte acerca del contenido de fenoles totales indican aparentemente mayor contenido respecto a diferentes especies mencionadas del género *Senecio* halladas en la bibliografía.

En el caso de flavonoides, existen reportes que evidenciaron: 64,15 ± 1,99 mg QE/g Ext., 27,42 ± 1,55 mg QE/g Ext. y 26,20 ± 0,34 mg QE/g de Etx., de especies *S. adenophylloides*, *S. graveolens* Weed y *S. collinus* DC, respectivamente, sobresaliendo el *S. adenophylloides* con respecto a las otras especies. Lahlou F. y col.<sup>57</sup>, reportaron el contenido de flavonoides de acuerdo a la forma de extracción, obteniéndose: extracción metanólica mediante soxhlet, por maceración con metanol, decocción y por maceración acuosa, evidenciando que la extracción metanólica mediante soxhlet tiene el mayor contenido de flavonoides. Para otras especies del género *Senecio*, la literatura evidenció una variabilidad en el contenido de flavonoides de las hojas secas obtenida de la infusión y decocción de hojas de *S. viridis* Phill.<sup>7</sup>, como también el extracto metanólico de las hojas de *S. glaucus* subespecie *coronopifolius* (Marie) C. Alexander, también presenta flavonoides<sup>66</sup>. También, se reportó que a partir del extracto metanólico y sus

fracciones de las hojas de *S. rufescens*, obtuvieron resultados inferiores para la cuantificación de flavonoides con respecto a nuestros resultados. Otro estudio reportó un contenido de flavonoides a partir de la fracción acetato de etilo de las partes aéreas del *S. hoggariensis* Batt. & Trab<sup>60</sup>, la especie *S. cilicius* Boiss., también reporta un contenido flavonoides en los extractos etanólico y metanólico<sup>62</sup>. Sin embargo, en nuestro estudio se evidenció un contenido de flavonoides superior a otras especies del género *Senecio*. Los flavonoides que poseen en su estructura grupos hidroxilos no sustituidos o con azúcares obtienen un carácter polar que tienen una afinidad moderada con solventes polares (metanol), mientras que muchos flavonoides tienen mayor afinidad al solvente acetato de etilo<sup>32</sup>, es por ello que en nuestro estudio la fracción de acetato de etilo mostro un mayor contenido de flavonoides ( $239,72 \pm 9,10$  mg QE/g de extracto), con respecto a la fracción metanólica ( $189,59 \pm 7,88$  mg QE/g de extracto).

Por otro lado, este trabajo es el segundo estudio reportando el contenido de flavonoles en especies del género *Senecio*, reportándose  $56,41 \pm 0,88$ ;  $31,88 \pm 2,29$ ;  $139,30 \pm 1,48$  y  $44,81 \pm 2,14$  mg QE/g Ext., para el extracto metanólico y las fracciones diclorometano, acetato de etilo y metanólico, respectivamente. El primero reporte evidenció un contenido de flavonoles de:  $10,58 \pm 0,85$ ;  $6,48 \pm 0,34$ ;  $2,92 \pm 0,23$  y  $14,34 \pm 0,69$  mg QE/g Ext., para el extracto metanólico y fracciones diclorometano, acetato de etilo y metanólica, respectivamente; para el extracto metanólico de partes aéreas de *S. rufescens*<sup>3</sup>, sin embargo el contenido de flavonoles de nuestra especie *S. nutans* Sch. Bip., mostró superioridad con respecto a la especie *S. rufescens*.

Con respecto a los resultados observados de las diferentes especies del género *Senecio* mostraron una diferencia entre el contenido de fenoles totales y flavonoides, y se puede presumir que existen otros compuestos fenólicos, ejemplificando a ácidos fenólicos, compuestos derivados de los ácidos dicafeoilquínicos y del ácido clorogénico, etc., compuestos que por su naturaleza química también poseen una actividad secuestradora de radicales libres<sup>58</sup>.

De manera general se observa una gran variación en el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles con respecto a varias especies del género *Senecio*, esto se debe probablemente al habitat donde se desarrollan cada especie vegetal, como se sabe la cantidad de metabolitos secundarios está relacionado a la riqueza nutritiva de los suelos, estrés hídrico, temperatura,

ubicación geográfica, exposición a rayos solares; propios de cada habitat, esto implicaría que a condiciones agrestes para la especie vegetal esta desarrollará mayor contenido de polifenoles en respuesta para contrarrestar sus efectos negativos a las condiciones respuestas.

Prosiguiendo, en la **Tabla 6** se muestra los resultados de la capacidad antioxidante del extracto y sus respectivas fracciones obtenidas de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., donde los resultados evidencian que la fracción metanólica posee una mayor capacidad antioxidante (DPPH:  $91,29 \pm 0,08$  %;  $804,28 \pm 0,72$   $\mu$ moles ET/g de muestra; ABTS:  $58,24 \pm 0,41$  %;  $821,56 \pm 6,76$   $\mu$ moles ET/g de muestra; y FRAP:  $7841,17 \pm 2,21$   $\mu$ moles ET/g de muestra), seguido del extracto metanólico total (DPPH:  $90,85 \pm 0,29$  %;  $800,11 \pm 2,53$   $\mu$ moles ET/g de muestra; FRAP:  $635,15 \pm 1,57$   $\mu$ moles ET/g de muestra), mientras que por el método de ABTS fue seguido por la fracción acetato de etilo ( $56,66 \pm 0,48$  % y  $800,44 \pm 7,84$   $\mu$ moles ET/g de muestra). Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre la capacidad antioxidante entre cada una de las fracciones para los tres ensayos DPPH, ABTS y FRAP ( $p < 0,05$ ) (Anexos 11, 12, 13, 25, 28, 31, 34, 35, 36 y 37), respectivamente.

Por otro lado, mencionar que la representación de  $\mu$ moles ET/mL, bajo condiciones de nuestro ensayo se encontró que 800  $\mu$ moles del trolox inhibió un 90,44% el radical DPPH, lo que indica que los resultados obtenidos de las muestras de las fracciones representación equivalente de lo que se obtendría con el Trolox mismo, y eso por eso que la fracción metanólica tiene un 91,29% de inhibición que representa 804,09  $\mu$ moles ET, indicando similitud en la inhibición.

En un sentido lógico se podría presumir por sinergismo que el extracto metanólico total debería tener una superioridad en la capacidad antioxidante, sin embargo, se observa que en los ensayos DPPH y FRAP la fracción metanólica es superior a los resultados del extracto metanólico total y en el ensayo de ABTS las fracciones de metanol y acetato de etilos son superiores al extracto metanólico total, esto es debido a que el extracto metanólico total presenta compuestos son de baja, alta o no tienen capacidad antioxidante, esto hace que la muestra tomada englobe a todos esos componentes mencionados y que la reactividad con el radical libre se vea disminuida, por otro lado, los componentes del extracto al ser eluidos *n* – hexano y diclorometano, solventes que arrastran componentes de baja polaridad y capacidad antioxidante nula o baja, hace posible que los solventes siguientes

arrastran componentes polares y con buena actividad antioxidantes y al momento de tomar la muestras respectiva para realizar la reacción se puede decir con certeza que en su mayoría estos componentes tienen una fuerte actividad antioxidante que se reflejan en los resultados.

Con respecto a la relación entre el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante, se observó que la fracción metanólica obtuvo un mayor porcentaje de actividad antioxidante en el método de DPPH, pese a que obtuvo una baja cantidad en la cuantificación de fenoles totales con respecto a la fracción de acetato de etilo, este resultado inversamente proporcional se debe probablemente a los compuestos que son extraídos por los solventes presentan variabilidad en su poder secuestrador del radical libre, cabe mencionar que los compuestos fenólicos derivados del ácido cinámico, ácido cafeíco, ácido clorogénico, ácido ferúlico, ácido *p* – cumárico; que posiblemente estén contenidas en la fracción metanólica y que estos tengan una mayor actividad antioxidante, tal como reporta Acet T., y col.<sup>62</sup>; con respecto a los compuestos fenólicos presentes en la fracción de acetato de etilo que posiblemente estén presentadas en su forma glicosilada por lo cual su capacidad antioxidante disminuya.

En el caso de DPPH, fundamenta ser realizado en un medio orgánico en este caso metanólico, lo que implica que tienen a reaccionar con compuestos antioxidantes poco polares presentes en el extracto o fracción, el cual se mide espectrofotométricamente por la decoloración del color violeta a amarillo a una longitud de onda de 517 nm, mientras que en el caso de ABTS, el ensayo se desarrolla en un medio acuoso, por lo tanto el radical interacciona mas con compuestos hidrofílicos y lipofílicos, donde se evidencia que el catión ABTS<sup>•+</sup> que se ha formado en la reacción, sufre una decoloración de verde azulado intenso a un tonalidad verde azulado tenue, medido a una 734 nm, por último el ensayo de la capacidad reductora del catión Fe<sup>3+</sup> que se encuentra formando un complejo con el TPTZ evidenciando un color violáceo opaco, y que la coloración violácea se intensifica en consecuencia de la formación de Fe<sup>2+</sup> incrementando su absorbancia al ser leída a 593 nm.<sup>67</sup>, en otras palabras, tanto el método de DPPH y ABTS se fundamenta en la decoloración debido a hay presencia de antioxidantes quienes tuvieron la capacidad de dar protones a los dichos radicales libres, mientras que el FRAP se evidencia la intensificación de la coloración tras reducir al catión Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup>.



Palomino L., col.<sup>68</sup>, indica que en el método ABTS tiene una baja selectividad con respecto al método de DPPH, debido a que reacciona con cualquier compuesto aromático hidroxilado, sin embargo en el método DPPH no reacciona con compuestos flavonoides que carecen de grupos hidroxilos en el anillo B, ni con ácidos aromáticos que solo presente un solo grupo hidroxilo; así mismo, Arnao M., y col.<sup>69</sup>, y Trizitis G., y col.<sup>70</sup>, indican necesariamente que en el ensayo de DPPH los antioxidantes altamente hidrofóbicos muestran una baja reactividad frente al radical DPPH, mientras que en los ensayos del ABTS tienen una reactividad con compuestos lipofílicos e hidrofílicos, respectivamente; esto podría explicar que en nuestro estudio muestra que el porcentaje de actividad antioxidante de la fracción acetato de etilo en DPPH es superior al obtenido por ABTS, lo que indica que existe más componentes lipofílicos que hidrofílicos y esto hace que aumente el porcentaje de actividad en ABTS, mientras que en la fracción metanólica sucede lo contrario, en DPPH evidencia un alto porcentaje y esta se ve disminuida en ABTS lo que indica que hay una mayor cantidad de compuestos hidrofílicos que hidrofóbicos que evidencian un alto porcentaje en DPPH y que en ABTS se reduce en un 33% aproximadamente. También mencionar que la actividad antioxidante por ABTS la fracción acetato de etilo muestra  $56,66 \pm 0,48$  %;  $800,44 \pm 7,84$   $\mu$ moles ET/g de muestra, con respecto a los resultados obtenidos de la fracción acetato de etilo por DPPH muestra un resultado inferior con  $44,92 \pm 0,27$  %;  $391,78 \pm 2,36$   $\mu$ moles ET/g de muestra, superándolo casi en un 12% de actividad secuestradora, esto se debe a que probablemente exista mas compuestos lipofílicos que los hidrofílicos las cuales tienen reactividad con el radical ABTS.

Existen dos reportes en especies del género *Senecio*, donde se reporta la capacidad antioxidante mediante los métodos DPPH, ABTS y FRAP, en el primero reporte se evidenció que la fracción acetato de etilo mostró (DPPH:  $317,53 \pm 5,81$  mg ET/g de extracto; ABTS:  $409,53 \pm 9,53$  mg ET/g de extracto y FRAP:  $507,66 \pm 5,26$  mg ET/g Ext.), siendo valores superiores con respecto a las otras fracciones de estudio obtenidos del extracto de las partes aéreas de *S. clivicolus* Wedd<sup>58</sup>. Mientras que en el extracto obtenido de hojas de *S. rufescens* DC, a diferencia del primer reporte los valores elevados se mostraron en la fracción metanólica (DPPH:  $529,80 \pm 14,3$ ; ABTS:  $444,38 \pm 11,31$  y FRAP:  $406,86 \pm 24,58$  mg ET/g Ext.)<sup>3</sup>, del mismo modo en nuestro estudio también obtuvimos los mayores resultados en la fracción metanólica, difiriendo con los resultados del *S. clivicolus* Wedd., esta diferencia es posible que se deba a naturaleza y a la concentración de compuestos

presentes en las fracciones con actividad antioxidante y también al lugar de procedencia de las especies, mientras que el *S. clivicolus* Wedd, fueron recolectadas en Potosí (Bolivia) a una altitud de 3750 msnm, el *S. rufescens* fue obtenida de Cangallo (Ayacucho – Perú), a una altitud de 4756 msnm, mientras que nuestra especie fue recolectada en Vinchos (Ayacucho – Perú) a una altitud de 4130 msnm. También, Surco-Laos F. y col.<sup>13</sup>, reportaron la capacidad antioxidante de *S. nutans* Sch. Bip., proveniente de Lucanas, ABTS ( $10.31 \pm 0.09$  mM TE/g) y FRAP ( $17.72 \pm 0.11$  mM TE/g), sin embargo, no se puede hacer comparaciones porque en la literatura el contenido de fenoles totales, siempre se reporta como mg GAE/ g de extracto seco o mg GAE/g de muestra seca, también mencionar que nuestros resultados del *S. nutans* provenientes son superiores al proveniente de Lucanas, que probablemente se deba a condiciones climáticas o estacionales de recolección, puesto que esta condiciones influyen mucho en la síntesis de metabolitos en este caso, los polifenoles. Contamos con reportes de otras especies del género *Senecio*, el *S. cilicius* evidenció que su extracto etanólico presentó actividad antioxidante mediante ABTS y DPPH<sup>62</sup>, siendo resultados inferiores a los obtenidos. Por otro lado, el extracto de acetato de etilo del *S. inaequidens* *S. vulgaris*, evidenció un porcentaje de la capacidad antioxidante del radical DPPH<sup>71</sup>, que también son inferiores a nuestros resultados.

Consecuentemente, los resultados obtenidos del extracto y las fracciones a partir de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., muestran que las fracciones de acetato de etilo y metanólica contienen compuestos fenólicos y flavonoides quienes son responsables de la alta capacidad antioxidante, estos compuestos podrían estar libres denominados agliconas o asociados a azúcares denominados glicósidos.

Se evidencia que las especies *S. clivicolus* Wedd<sup>58</sup>, *S. cilicius*<sup>62</sup>, *S. scandens* Buch. – Ham.<sup>72,73</sup>, *S. brasiliensis*<sup>74</sup>, presentan ácidos fenólicos derivados del ácido dicafeoilquínicos, flavonoles un tipo de flavonoides y sus derivados glicosilados, quienes tienen una elevada capacidad antioxidante, los cuales probablemente podrían estar presentes en el extracto de nuestro estudio los cuales mostraron actividad secuestradora del radical libre. En consecuencia, podemos afirmar que los ácidos fenólicos, flavonoides y cumarinas presentes en la fracción metanólica a partir del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., son los responsables de la actividad antioxidante, el cual, se ha evidenciado en la presente investigación.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles; la capacidad antioxidante del extracto metanólico y las fracciones obtenidas a partir del extracto de hojas de *S. nutans* Sch. Bip., obteniéndose mejores resultados con los ensayos realizados en el extracto metanólico y las fracciones de acetato de etilo y metanólico, respectivamente.
2. La fracción acetato de etilo ( $721,06 \pm 4,40$  mg GAE/g de extracto) y la fracción metanólica ( $682,36 \pm 3,60$ ), mostraron mayor contenido de fenoles totales. El extracto metanólico ( $345,77 \pm 8,27$  mg QE/g de extracto) y la fracción de acetato de etilo ( $239,72 \pm 9,10$  mg QE/g de extracto), demostraron tener mayor contenido de flavonoides. Mientras que, la fracción de acetato de etilo ( $139,30 \pm 1,48$  mg QE/g de extracto) y el extracto metanólico ( $56,41 \pm 0,88$  mg QE/g de extracto), evidenciaron mayor contenido de flavonoles.
3. El extracto metanólico total ( $90,85 \pm 0,29$  %;  $800,11 \pm 2,53$   $\mu$ moles ET/g de muestra) y la fracción metanólica ( $91,29 \pm 0,11$  %;  $804,28 \pm 0,72$   $\mu$ moles ET/g de muestra) mostraron mejor actividad antioxidante para el ensayo de DPPH. Mientras que las fracciones de acetato de etilo ( $800,44 \pm 6,68$   $\mu$ moles ET/g de muestra y  $599,15 \pm 1,57$   $\mu$ moles ET/g de muestra) y metanólica ( $822,51 \pm 6,76$   $\mu$ moles ET/g de muestra y  $784,17 \pm 2,21$   $\mu$ moles ET/g de muestra), mostraron mejor actividad antioxidante para los ensayos de ABTS y FRAP, respectivamente.
4. La fracción de acetato de etilo presentó un mayor contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles, por tanto, se relaciona por su mayor actividad antioxidante para los ensayos de ABTS y FRAP, sin embargo, los fenoles totales, flavonoides y flavonoles del extracto metanólico y la fracción metanólica, se relacionan con una mayor actividad antioxidante para el ensayo de DPPH.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la identificación de los metabolitos secundarios presentes en cada una de las fracciones obtenidas del extracto metanólico de *S. nutans* Sch. Bip., responsables de la actividad antioxidante.
2. Evaluar la capacidad antioxidante utilizando métodos *in vivo* para confirmar su potencial antioxidante.
3. Realizar estudios farmacológicos y toxicológicos a cada fracción obtenido del extracto metanólico de *S. nutans* Sch. Bip., de esta manera poder evaluar su eficacia en alguna actividad farmacológica y seguridad toxicológica, todo de una manera más selectiva.
4. Profundizar los estudios mediante técnicas de HPLC para identificar compuestos separados en cada fracción obtenida del extracto metanólico de *S. nutans* Sch. Bip.
5. Realizar comparaciones respectivas con otras especies del género *Senecio* de nuestra región utilizando la metodología del fraccionamiento por diferentes solventes de polaridad creciente.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Merino F, Oliveira V, Paula C, Cansian F, Souza A, Zuchetto M, et al. Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 2015;17(4):1031-40.
2. García R. Actividad antiinflamatoria y antioxidante de los compuestos fenólicos aislados de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. "wiscataya". [Pre Grado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2018 [citado 2022 dic 6]. Available from: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4093>
3. Aguilar E, Bonilla P, Enciso E. Capacidad antioxidante de extractos obtenidos de las hojas de *Senecio rufescens* DC. Revista de la Sociedad Química del Perú [Internet]. 2020 mar 30 [citado 2022 dic 6];86(4):374-85. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2020000400374&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2020000400374&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
4. Vargas H, Aguilar E. Contenido de flavonoides y fenoles totales en hojas de tres especies del género *Senecio* y determinación de su actividad antioxidante *in vitro*. Ayacucho, 2017. [Pre grado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2018 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4156>
5. Apumayta J, Valderrama V. Caracterización de los componentes bioactivos y la aceptabilidad organoléptica del filtrante a base de chachacoma (*senecio graveolens*) [Pre grado] Universidad Nacional de Huancavelica; 2015 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2681672>
6. Chilquillo H, Cervantes R. Efecto antiinflamatorio, analgésico y antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Senecio canescens* (Humb. & Bonpl.) Cuatrec. "vira-vira" [Pre grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6416>
7. Lizarraga E, Castro F, Fernández F, de Lampasona M, Catalán C. Antioxidant, hemolytic and cytotoxic activities of *Senecio* species used in traditional medicine of northwestern Argentina. Nat. Prod. Commun. 2012;7(5):607-8.
8. Todd J, Dillon M. Sinopsis de *Senecio* (Senecioneae, Asteraceae) para el Perú. Arnaldoa: Revista del Herbario HAO [Internet]. 1996 [citado 2022 dic 8];4(1):23-46. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/124640>
9. Jørgensen P, Nee M, Beck S. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia [Internet]. Edición VII. Vol. 2. Missouri Botanical Garden Press; 2014 [citado 2022 dic 8]. 1-1744 p. Disponible en: <https://www.worldcat.org/es/title/catalogo-de-las-plantas-vasculares-de-bolivia/oclc/903175269>

10. Tropicos | Name - *Senecio nutans* [Internet]. [citado 2022 dic 10]. Disponible en: <https://tropicos.org/name/2707942>
11. Araya-Presa J, Squeo F, Barrientos L, Belmonte E, Mamani M, Arancio G. Manual de Plantas y Canciones Aymara [Internet]. 2003 sep [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <http://www.biouls.cl/aymara/documentos/Manual%20de%20Plantas%20y%20Canciones%20Aymara%20version%20120903.pdf>
12. Ore-Areche F, Muñoz-Alejo K. Estudio fotoquímico del filtrante de *Senecio graveolens* “Chachacoma”. Polo del Conocimiento [Internet]. 2021 sep 17 [citado 2022 dic 6];6(9):1962-71. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3150/html>
13. Surco-Laos F, Garcia JA, Bendezú MR, Laos-Anchante D, Panay-Centeno JF, Valle-Campos M, et al. *In vitro* antioxidant properties and antimicrobial activity of the ethanolic extract of *Senecio nutans* Sch. Beep. (Asteraceae). J Pharm Pharmacogn Res. 2022 nov 1;10(6):1026-36.
14. Yang Y, Zhao L, Wang YF, Chang M, Huo C, Gu Y, et al. Chemical and pharmacological research on plants from the genus *Senecio*. Chem Biodivers [Internet]. 2011 ene [citado 2022 dic 9];8(1):13-72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21259420/>
15. Ochoa K, Paredes L, Bejarano D, Silva R. Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (Wiskataya). Scientia Agropecuaria [Internet]. 2012 [citado 2022 dic 6];3(4):302. Disponible en: [www.sci-agropecu.unitru.edu.pe](http://www.sci-agropecu.unitru.edu.pe)
16. De Feo V, Soria E, Soria R, Senatore F. Chemical composition of essential oils of *Senecio nutans* Sch.-Bip. (Asteraceae). Flavour Fragr J [Internet]. 2003 may 1 [citado 2022 dic 8];18(3):234-6. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ffj.1204>
17. Paredes A, Palacios J, Quispe C, Nwokocha CR, Morales G, Kuzmicic J, et al. Hydroalcoholic extract and pure compounds from *Senecio nutans* Sch. Bip (Compositae) induce vasodilation in rat aorta through endothelium-dependent and independent mechanisms. J. Ethnopharmacol. 2016 nov 4;192:99-107.
18. Parra C, Soto E, León G, Salas CO, Heinrich M, Echiburú-Chau C. Nutritional composition, antioxidant activity and isolation of scopoletin from *Senecio nutans*: support of ancestral and new uses. Nat Prod Res. 2018 mar 19;32(6):719-22.
19. Cifuentes F, Paredes A, Palacios J, Muñoz F, Carvajal L, Nwokocha C, et al. Hypotensive and antihypertensive effects of a hydroalcoholic extract from *Senecio nutans* Sch. Bip. (Compositae) in mice: Chronotropic and negative inotropic effect, a nifedipine-like action. J Ethnopharmacol. 2016 feb 17;179:367-74.
20. Ticona L, Cano-Adamuz N, Serban A, Sánchez Á. Inhibition of HIF-1 $\alpha$  through Suppression of NF- $\kappa$ B Activation by Compounds Isolated from

- Senecio graveolens*. *Planta Medica International Open*. 2020 abr;7(01):e1-11.
21. Echiburú-Chau C, Alfaro-Lira S, Brown N, Salas C, Cuellar M, Santander J, et al. The selective cytotoxicity elicited by phytochemical extract from *Senecio graveolens* (Asteraceae) on breast cancer cells is enhanced by hypoxia. *Int J Oncol* [Internet]. 2014 abr 1 [citado 2022 dic 6];44(4):1357-64. Available from: <http://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijo.2014.2302/abstract>
  22. Trillo Y. Actividad antimicótica del extracto etanólico de *Senecio Nutans* «Chachacoma» [Pre grado]. Universidad San Luis Gonzaga; 2021 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3445>
  23. Gordo M. Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [Internet]. 2018 feb 26 [citado 2022 dic 6];9(1):81-104. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1968/2366>
  24. Peñarrieta J, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química* [Internet]. 2014 [citado 2022 dic 6];31(2):68-81. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006>
  25. Santamaría L, Muñoz R, González B, Felipe F. Identificación de reductasas de ácidos hidroxicinámicos y sus derivados en *Lactobacillus plantarum* WCFS1 [Pre grado]. Universidad Complutense de Madrid; 2018 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/172479>
  26. Rojas F. Revisión bibliográfica de compuestos fenólicos, su efecto en la salud, métodos de encapsulación y digestión simulada *in vitro* [Internet]. Universidad de Chile; 2021 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185432>
  27. Álvarez E, Orallo F. Actividad biológica de los flavonoides (I). Acción frente al cáncer. *Offarm: farmacia y sociedad* [Internet]. 2003 [citado 2022 dic 6];22(10):130-40. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5325496>
  28. López T. Flavonoides. *Offarm* [Internet]. 2002 abr 1 [citado 2022 dic 6];21(4):108-13. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-flavonoides-13028951>
  29. Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp*. 2002 nov;17(6):271-8.
  30. Pérez G. Los Flavonoides: Antioxidantes y Prooxidantes. *Revista Cubana de Investigación Médica*. 2003 mar;22(1).
  31. Limón D, Díaz A, Mendieta L, Luna F, Zenteno E, Guevara J, et al. Los Flavonoides: Mecanismo de acción, Neuroprotección y efectos

- farmacológicos. Mensaje Bioquímico [Internet]. 2010 [citado 2022 dic 6];34:143-54. Disponible en: <http://bq.unam.mx/mensajebioquimico>
32. Cartaya O, Reynaldo I. Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. Cultivos Tropicales [Internet]. 2001 abr 1 [citado 2022 dic 6];22(2):5-15. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=02585936&v=2.1&it=r&iid=GALE%7CA146790746&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
  33. Jiménez C, Martínez E, Fonseca J. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. Revista de la Facultad de Medicina UNAM [Internet]. 2009 [citado 2023 ene 13];52(2):73-5. Disponible en: [www.medigraphic.com](http://www.medigraphic.com)
  34. Santafe D, Novillo F. Relación de la estructura química de los flavonoides con la actividad antioxidante. [Pregrado]. Universidad Central de Ecuador; 2022 [citado 2023 ene 13]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26153>
  35. Venereo J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cuba Med Mil [Internet]. 2002 jun [citado 2022 dic 6];31(2):126-33. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31\\_2\\_02/MIL09202.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_2_02/MIL09202.htm)
  36. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea (Concepción) [Internet]. 2006 [citado 2022 dic 6];(494):161-72. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  37. Anco L, Gálvez F. Evaluación de la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto etanólico de las hojas de *Senecio hyoseridifolius* Wedd (Llancahuasha) frente a cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa* [Pre grado]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2020 [citado 2022 dic 6]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4982>
  38. Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Revista Médica de la Universidad Veracruzana. 2010 oct 8;10(2):32-9.
  39. Mariaca C, Zapata M, Uribe P. Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias Oxidation and antioxidants: facts and controversies. Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología. 2016;24:162-73.
  40. Coronado M, Vega y León S, Gutiérrez R, Vázquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana Antioxidants: present perspective for the human health. Rev Chil Nutr. 2015 jun;42(2):212.
  41. Elejalde J. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. Anales de Medicina Interna. 2001 jun 18;18(6):326-35.



42. Herrera O. Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata* cav. «lucraco» en línea celular de cáncer de próstata DU-145 [Pre grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014 [citado 2022 dic 7]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3757>
43. Kuskoski EM, Asuero A, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology* [Internet]. 2005 dic [citado 2022 dic 7];25(4):726-32. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?lang=es>
44. Huet C, Martín M. Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras [Pre grado]. Universidad Complutense; 2017.
45. Reguillo M, Martín M. Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas [Pre grado]. Universidad Complutense; 2015 [citado 2022 dic 7]. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/MARIA%20DEL%20CARME N%20REGUILLO%20MU%C3%91OZ.pdf>
46. Cuéllar A, Miranda M. Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales | ISBN 978-959-07-1795-6 - Libro [Internet]. 1.ª ed. Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela; [citado 2022 dic 7]. Available from: <https://isbn.cloud/9789590717956/manual-de-practicas-de-laboratorio-farmacognosia-y-productos-naturales/>
47. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006 sep 1;19(6-7):669-75.
48. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 1999 mar 1;64(4):555-9.
49. Miliauskas G, Venskutonis PR, van Beek TA. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem*. 2004 abr 1;85(2):231-7.
50. Zamora J, García P, Ruíz M, Salcedo E, Rodríguez R. Composición y concentración de alcaloides en *Lupinus exaltatus* Zucc. durante su crecimiento y desarrollo. *Interciencia* [Internet]. 2009 [citado 2023 ene 15];34(9):672-6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913149013>
51. Al-Subaie SF, Alowafeer AM, Mohamed ME. Pyrrolizidine Alkaloid Extraction and Analysis: Recent Updates. *Foods* 2022 [Internet]. 2022 nov 30 [citado 2023 ene 15];11(23):3873. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/23/3873/htm>
52. Zhang Y, Tang H, Zheng Y, Li J, Pan L. Optimization of ultrasound-assisted extraction of poly-phenols from *Ajuga ciliata* Bunge and evaluation of

- antioxidant activities in vitro. *Heliyon* [Internet]. 2017 [citado 2022 dic 8];e02733. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02733>
53. Justil H, Chávez J, Cárdenas R, Ramos JA, Ñañez del Pino D, Vásquez Á, et al. Antioxidant Capacity and Protective Effect of Aqueous and Hydroalcoholic Extracts of *Senecio rhizomatus* Rusby «Llancahuasi» on Erythrocytes Subjected to Oxidative Stress. *Pharmacognosy Journal*. 2021 mar 1;13(2):516-27.
  54. Pérez-Nájera V, Lugo-Cervantes E, Gutiérrez-Lomelí M, Del-Toro-Sánchez CL. Extracción de compuestos fenólicos de la cáscara de Lima (*Citrus limetta* Risso) y determinación de su actividad antioxidante. *Biotecnia* [Internet]. 2013 dic 30 [citado 2022 dic 8];15(3):18. Disponible en: <https://redib.org>
  55. Langenheim J. *Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany* [Internet]. 1ra ed. Vol. 1. Hong Kong: Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany; 2003 [citado 2023 ene 16]. 21-50 p. Disponible en: <https://biblioasesorbogota.files.wordpress.com/2013/04/plantas-de-resina-el-ambar.pdf>
  56. Albayrak S, Aksoy A, Yurtseven L, Yaşar A. A Comparative Study on Antioxidant and Antibacterial Activities of Four *Senecio* Species From Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite* [Internet]. 2016 jul 14 [citado 2022 dic 7];2(2):26-36. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280245232\\_A\\_Comparative\\_Study\\_on\\_Antioxidant\\_and\\_Antimicrobial\\_Activities\\_of\\_Four\\_Senecio\\_Species\\_from\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/280245232_A_Comparative_Study_on_Antioxidant_and_Antimicrobial_Activities_of_Four_Senecio_Species_from_Turkey)
  57. Lahlou F, Hmimid F, Loutfi M, Bourhim N. Antioxidant Activity Phenolics Flavonoids and Proanthocyanidins Content of *Senecio anteuphorbium*. *International Journal of Biochemistry Research* [Internet]. 2014 jul 14 [citado 2022 dic 7];4(6):550-8. Disponible en: <http://imsear.searo.who.int/handle/123456789/157904>
  58. Faraone I, Rai DK, Chiummiento L, Fernandez E, Choudhary A, Prinzo F, et al. Antioxidant Activity and Phytochemical Characterization of *Senecio clivicolus* Wedd. *Molecules: A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry* [Internet]. 2018 sep 29 [citado 2022 dic 7];23(10):2497. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30222922/>
  59. Doğan N, Doğan C, Süntar İ. Extraction Optimization of *Senecio vernalis* Waldst. & Kit and determination of anti- $\alpha$ -amylase/ $\alpha$ -glucosidase, anti-lipase and antioxidant activities. *Trak Univ J Nat Sci* [Internet]. 2021 [citado 2022 dic 7];22(2):245-53. Disponible en: <http://dergipark.org.tr/>
  60. Arab Y, Sahin B, Ceylan O, Zellagui A, Olmez OT, Kucukaydin S, et al. Assessment of in vitro activities and chemical profiling of *Senecio hoggariensis* growing in Algerian Sahara. *Biodiversitas* [Internet]. 2022 jul 6 [citado 2022 dic 9];23(7):3498-506. Disponible en: <https://smujo.id/biodiv/article/view/11232>

61. Boussetla A, Keskinaya H, Bensouici C, Lefahal M, Atalar MN, Akkal S. LC-ESI/MS-phytochemical profiling with antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of Algerian *Senecio angulatus* L.f. extracts. *Nat Prod Res.* 2021;37:123-129
62. Acet T, Çorbacı C, Özcan K. Phenolic contents and biological activities of two endemic plants in Turkey. *South African Journal of Botany.* 2021 dic 1;143:457-61.
63. Lapornik B, Prošek M, Wondra AG. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *J Food Eng.* 2005 nov 1;71(2):214-22.
64. Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. *Food Chem.* 2006 ene 1;99(4):835-41.
65. Babbar N, Oberoi HS, Sandhu SK, Bhargav VK. Influence of different solvents in extraction of phenolic compounds from vegetable residues and their evaluation as natural sources of antioxidants. *Journal of Food Science and Technology* 2012 51:10 [Internet]. 2012 jun 19 [citado 2022 dic 9];51(10):2568-75. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-012-0754-4>
66. Mohamed SA. Phytochemical and Biological study of (*Senecio glaucus* subsp. *coronopifolius*) (Maire) C. Alexander growing in Egypt. *Al-Azhar Journal of Pharmaceutical Sciences* [Internet]. 2015 sep 1 [citado 2022 dic 7];52(2):283-98. Disponible en: [https://ajps.journals.ekb.eg/article\\_12566.html](https://ajps.journals.ekb.eg/article_12566.html)
67. Mercado-Mercado G, de La L, Carrillo R, Wall-Medrano A, Alberto López Díaz J, Álvarez-Parrilla E. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr Hosp.* 2013;28(1):36-46.
68. Palomino, Lady, García C, Gil J, Rojano B, Durango D. Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia (Colombia). *Vitae (Medellín).* 2009;16(3):388-95.
69. Arnao MB, Cano A, Acosta M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem.* 2001 may 1;73(2):239-44.
70. Tirzitis G, Bartosz G. Determination of antiradical and antioxidant activity: Basic principles and new insights. *Acta Biochim Pol* [Internet]. 2010 [citado 2023 ene 17];57(2):139-42. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/44584719\\_Determination\\_of\\_antiradical\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_Basic\\_principles\\_and\\_new\\_insights](https://www.researchgate.net/publication/44584719_Determination_of_antiradical_and_antioxidant_activity_Basic_principles_and_new_insights)
71. Conforti F, Loizzo MR, Statti G, Houghton P, Menichini F. Biological properties of different extracts of two *Senecio* species. *Int J Food Sci Nutr*

- [Internet]. 2006 feb [citado 2022 dic 10];57(1-2):1-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16849109/>
72. Wang D, Huang L, Chen S. *Senecio scandens* Buch-Ham.: A review on its ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacology, and toxicity. *J Ethnopharmacol.* 2013 ago 26;149(1):1-23.
  73. Leu YL, Lin CL, Kuo PC. Constituents from *Senecio scandens* and their antioxidant bioactivity. *Archives of Pharmacal Research* 2011 34:3 [Internet]. 2011 may 6 [citado 2022 dic 10];34(3):377-82. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12272-011-0304-z>
  74. Confortin TC, Todero I, Luft L, Schmaltz S, Ferreira DF, Barin JS, et al. Extraction of bioactive compounds from *Senecio brasiliensis* using emergent technologies. *3 Biotech* 2021 11:6 [Internet]. 2021 may 21 [citado 2022 dic 10];11(6):1-14. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-021-02845-1>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Certificado de identificación botánica de *Senecio nutans* Sch. Bip., Ayacucho 2021.

## **CONSTANCIA**

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


El Bach. en Farmacia y Bioquímica, Sr. Alfredo Robinson, GARCIA NOA, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

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	:	ASTERALES
FAMILIA	:	ASTERACEAE
GENERO	:	Senecio
ESPECIE	:	<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.
N. V..	:	" wiska taya ", "chachacoma"

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

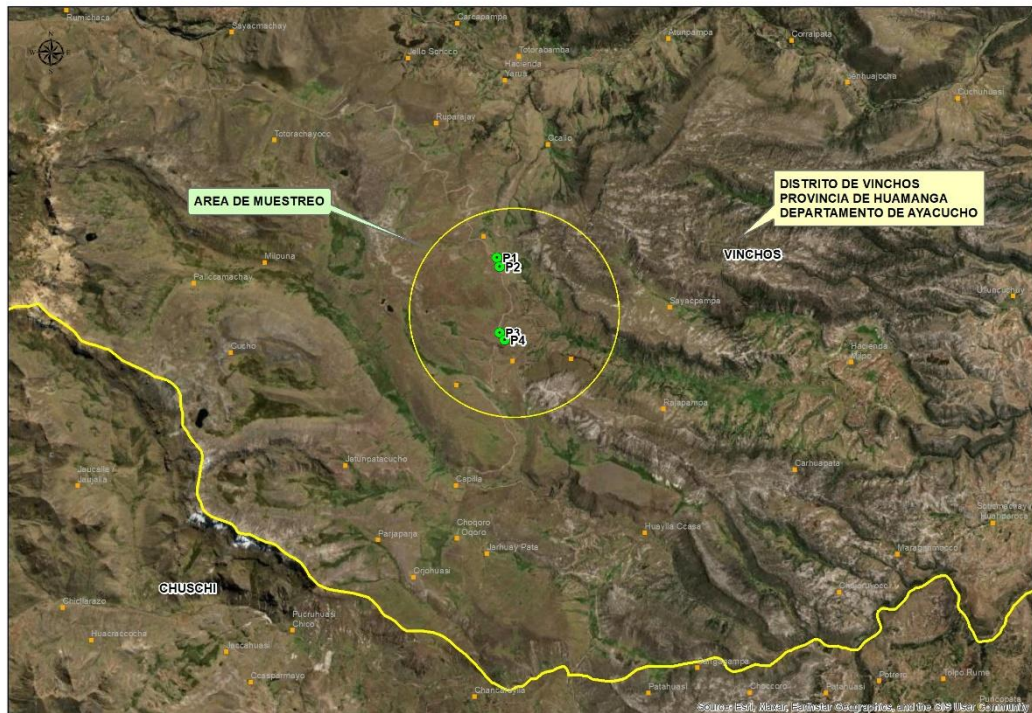
Ayacucho, 22 de Noviembre del 2021

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

**Anexo 2.** Recolección de la muestra de *Senecio nutans* Sch. Bip., en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga. del Departamento de Ayacucho. Ayacucho – 2022.



**Anexo 3.** Ubicación geográfica de la zona de recolección de *Senecio nutans* Sch. Bip., en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho. Ayacucho 2022.





**Anexo 4.** Secado y obtención del extracto metanólico de hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



Secado en papel craft



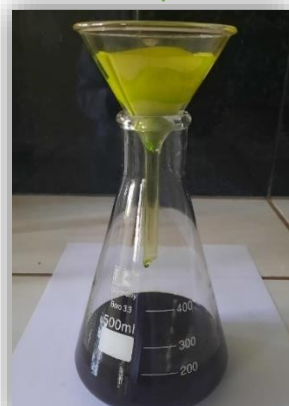
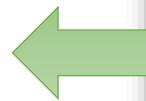
Deshojado excluyendo tallos y flores



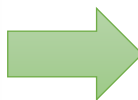
Extracción dinámica por 4 h



Pesado de 100 g de muestra seca

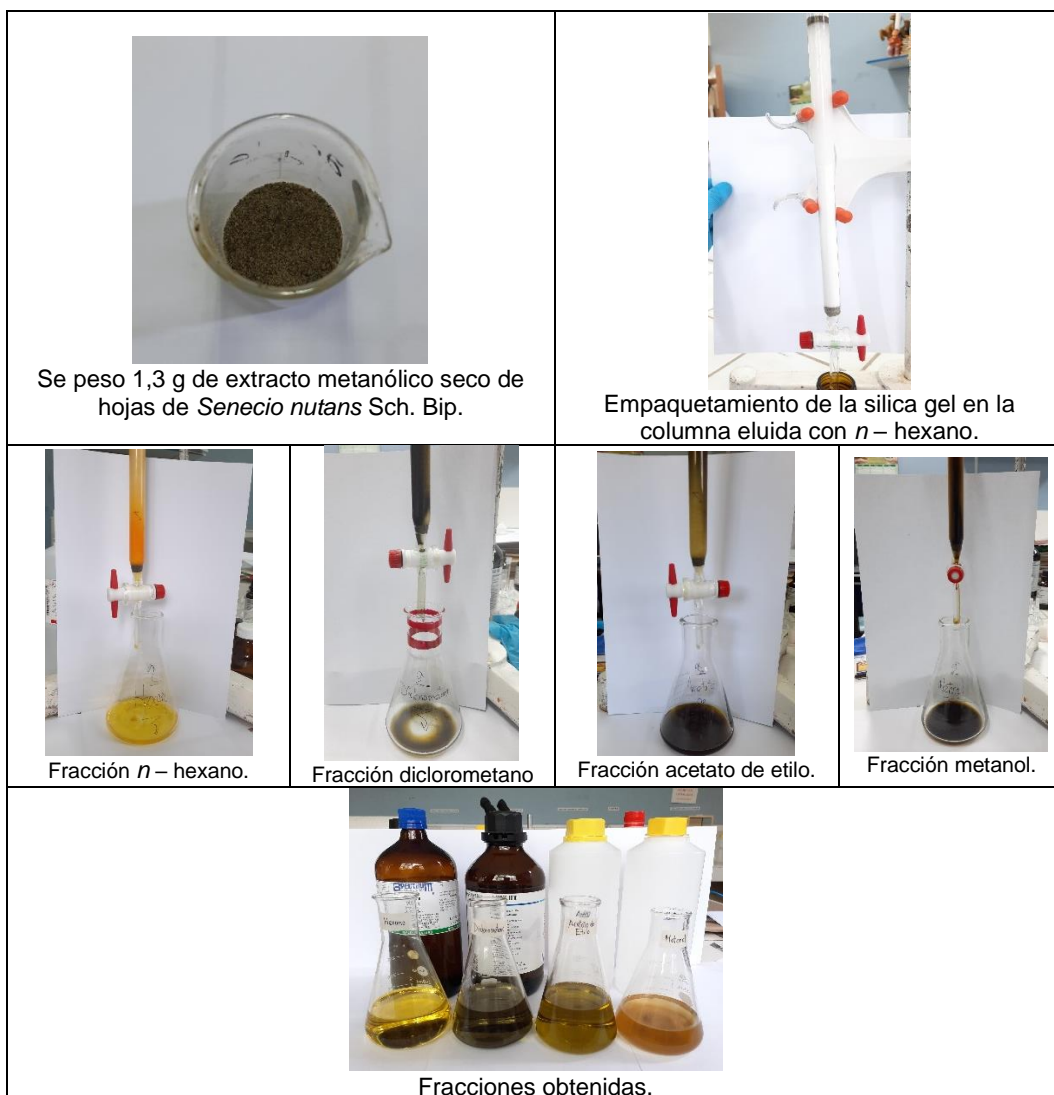


Filtrado de extracto



Evaporación del exceso de solvente

**Anexo 5.** Obtención de las fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



**Anexo 6.** Preparación de las soluciones de trabajo a partir del extracto metanólico fracciones de *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.

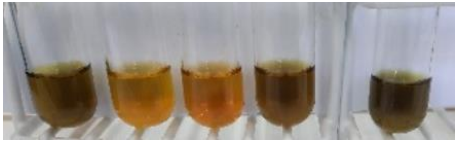


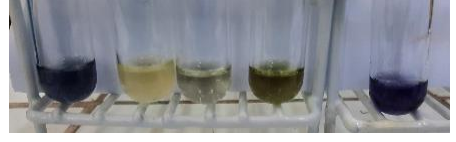
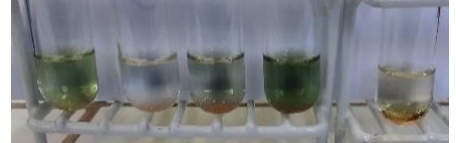




Concentración a 1mg/mL.

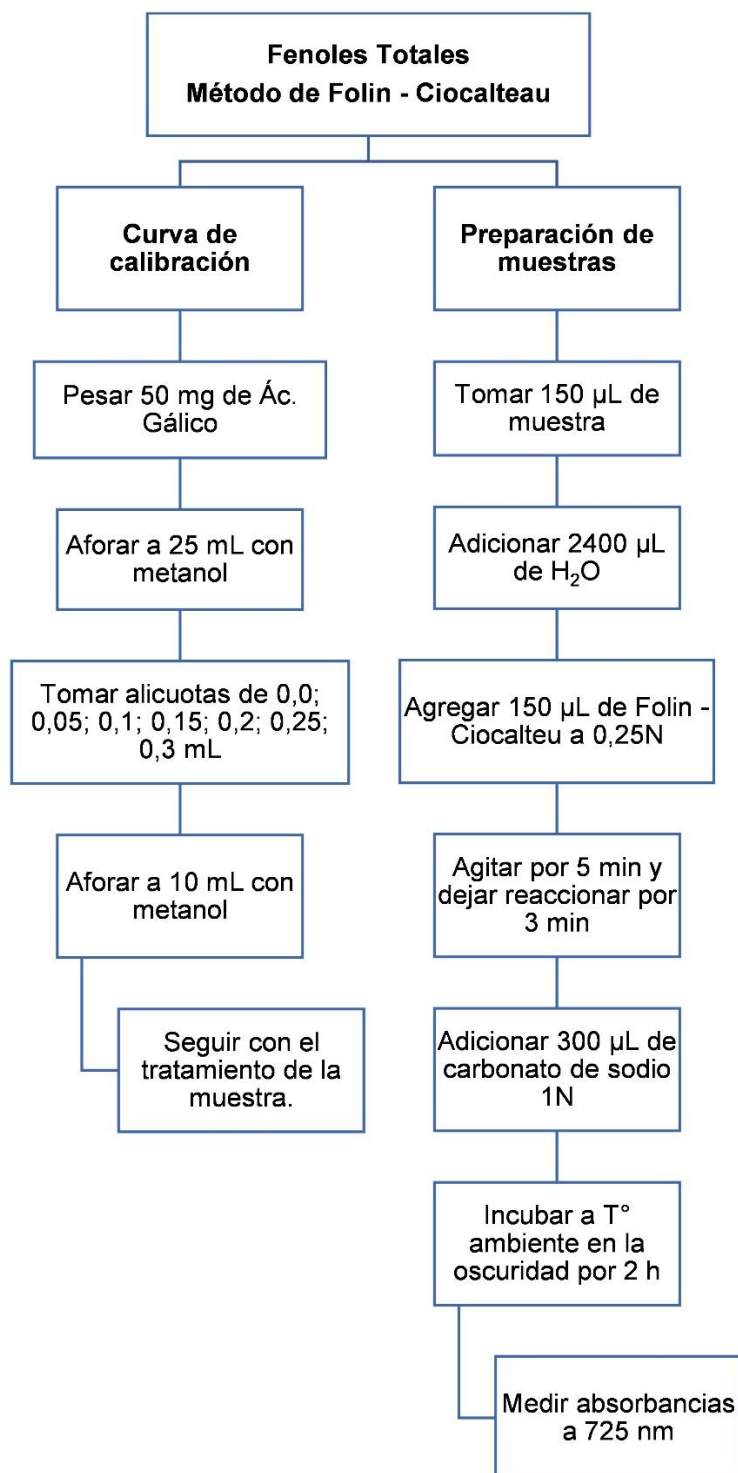


Conservadas en frascos ámbar.

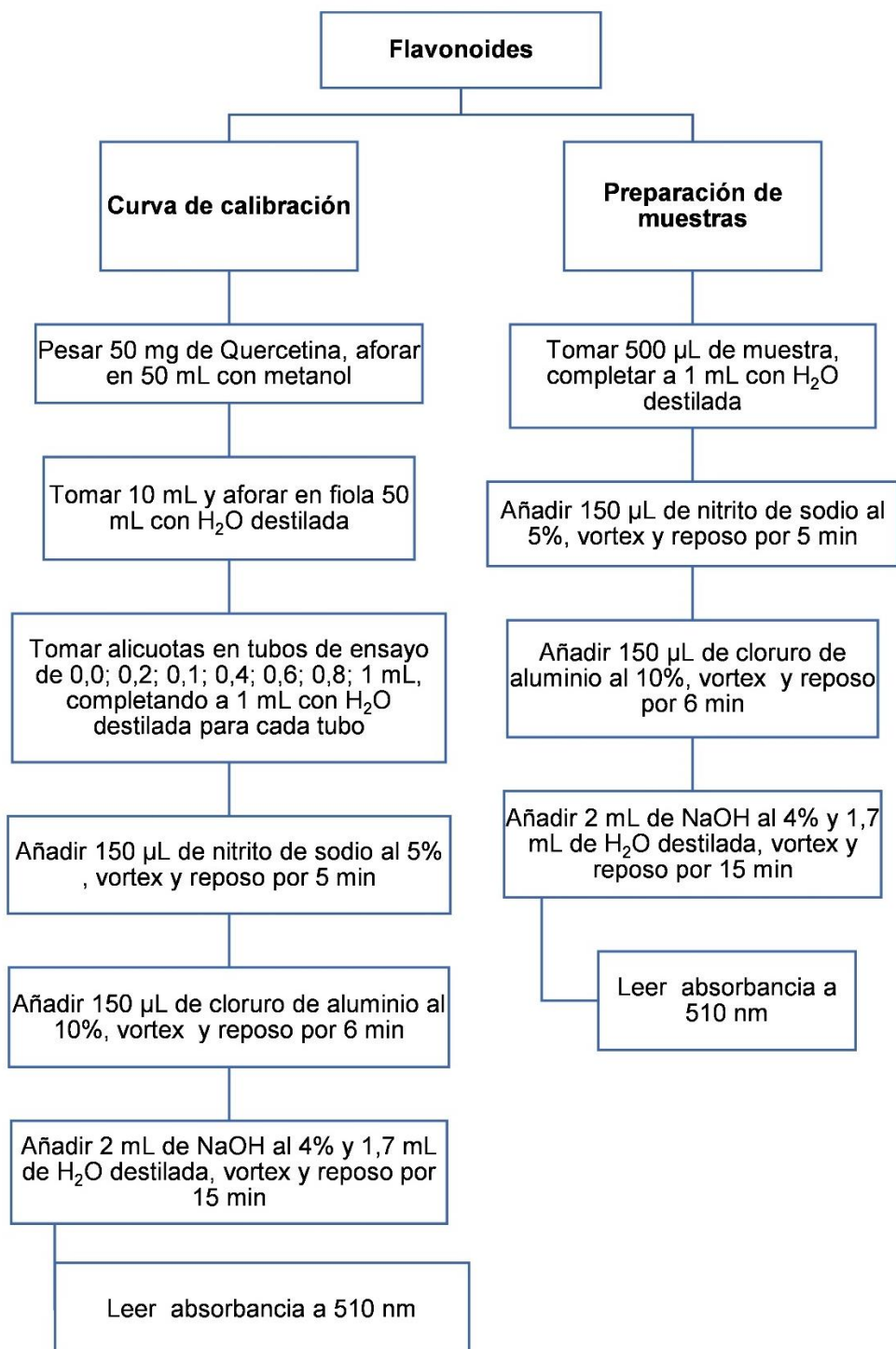
## Anexo 7. Procedimiento de tamizaje fitoquímico

Ensayo	Reactivos	Característica positiva	Resultado
<b>Cloruro Férrico</b>	2mL de muestra + 3 gotas cloruro férrico	- Rojo – vino (comp. fenólicos). - Verde – intenso (taninos pirocatecólicos)	
<b>Shinoda</b>	2mL de muestra + 4 gotas de HCl + pedazo de Mg.	Coloración amarillo, naranja, carmelita o rojo.	
<b>Azúcares reductores Benedict</b>	2mL de muestra + 4 gotas de solución benedict en baño maría	Coloración naranja	
<b>Aminoácidos Ninhidrina</b>	2mL de muestra + 2mL de ninhidrina al 2% en baño maría	Color azul violáceo.	
<b>Terpenos</b>	2mL de muestra + 1mL de anhídrido acético + gotas de ácido sulfúrico	- Rosado – azul rápido - Verde intenso – visible rápido - Verde oscuro – negro final	
<b>Resinas</b>	2mL de muestra + 10mL agua destilada	Presencia de precipitado como opalescencia	
<b>Mayer</b>	2mL de muestra + HCl + reactivo de Mayer.	- Presencia de opalescencia, turbidez definida o precipitado coposo.	

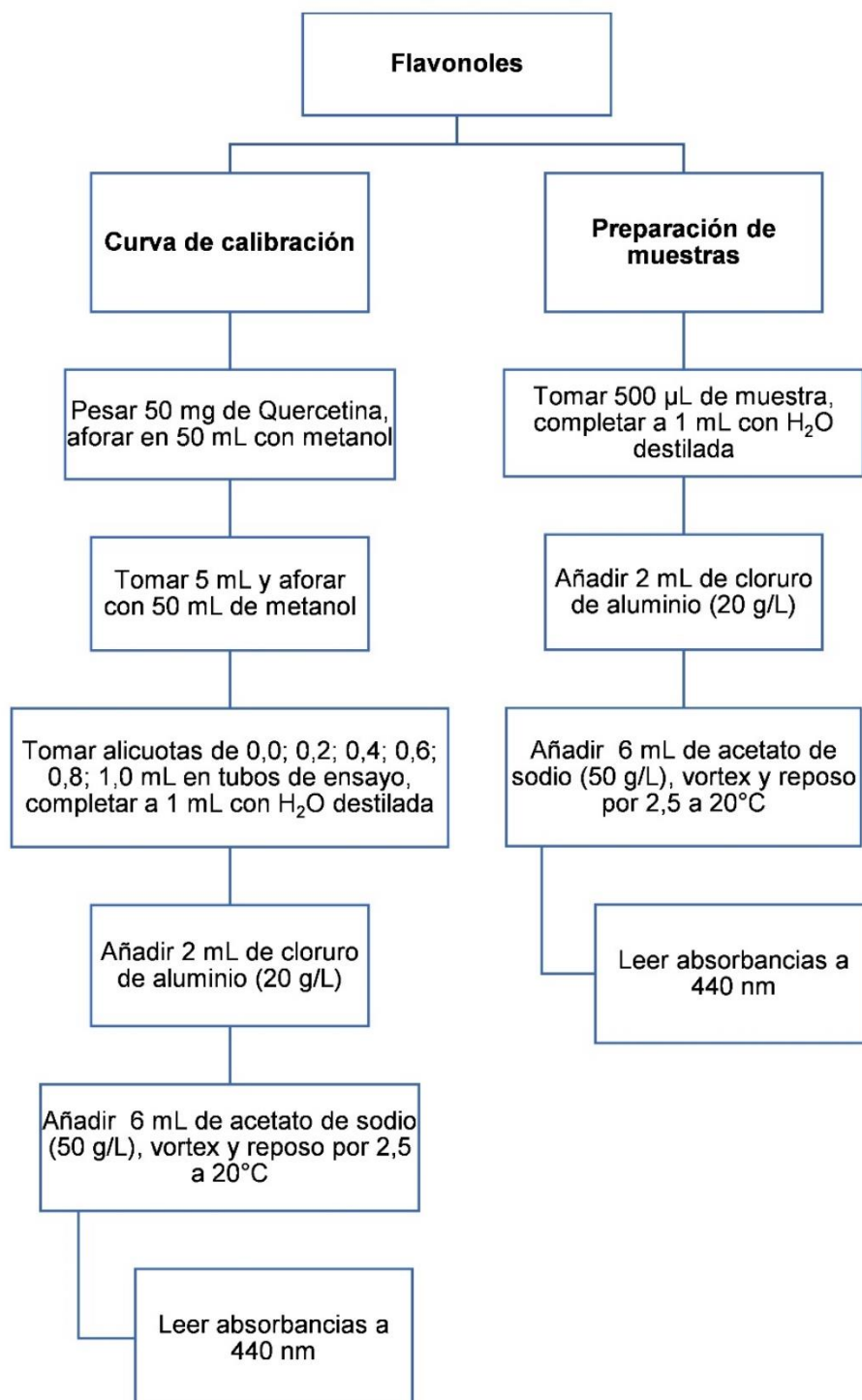
**Anexo 8.** Procedimiento para la determinación del contenido de fenoles totales del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



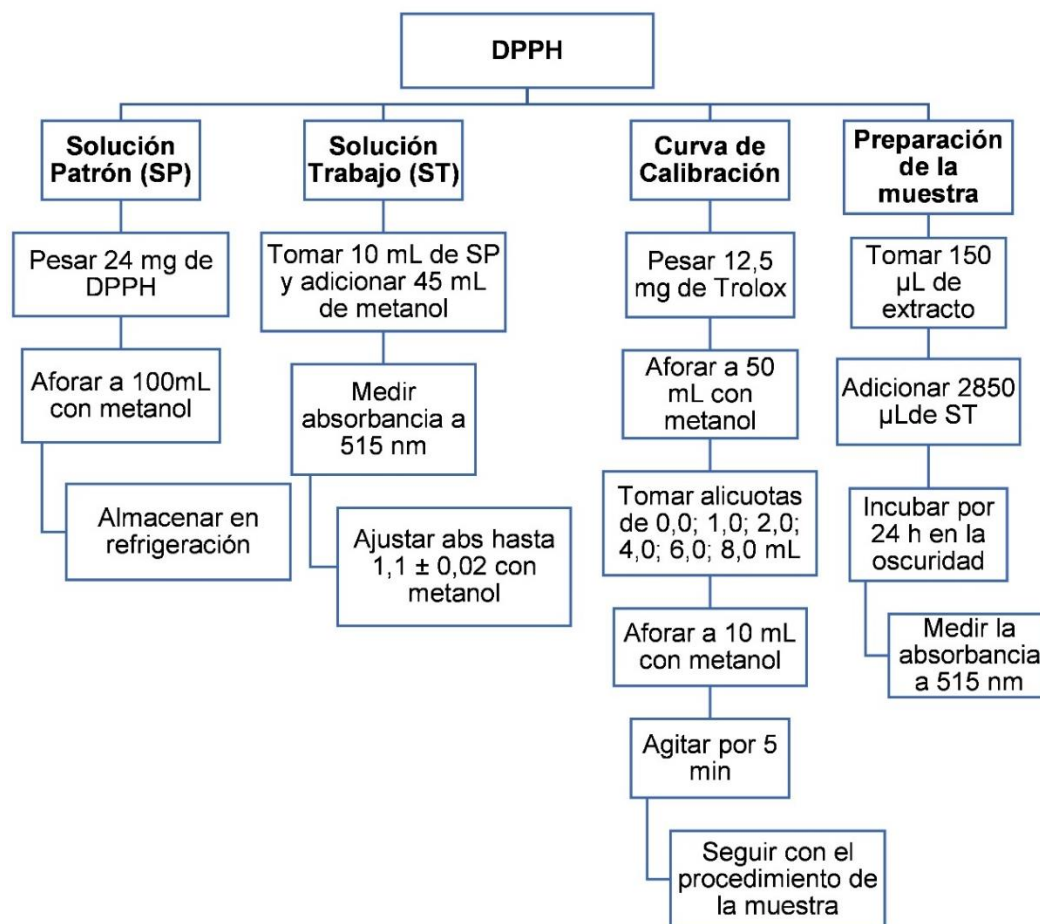
**Anexo 9.** Procedimiento para la determinación del contenido de flavonoides del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



**Anexo 10.** Procedimiento para la determinación del contenido de flavonoles del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.

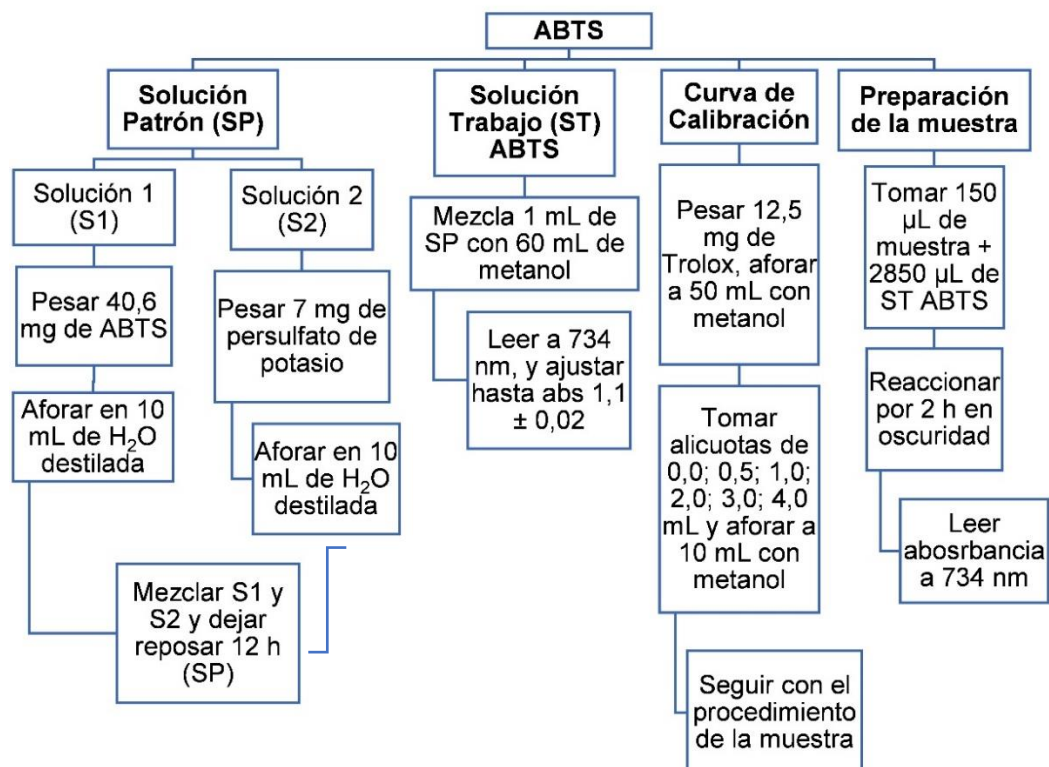


**Anexo 11.** Procedimiento para la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH, del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.

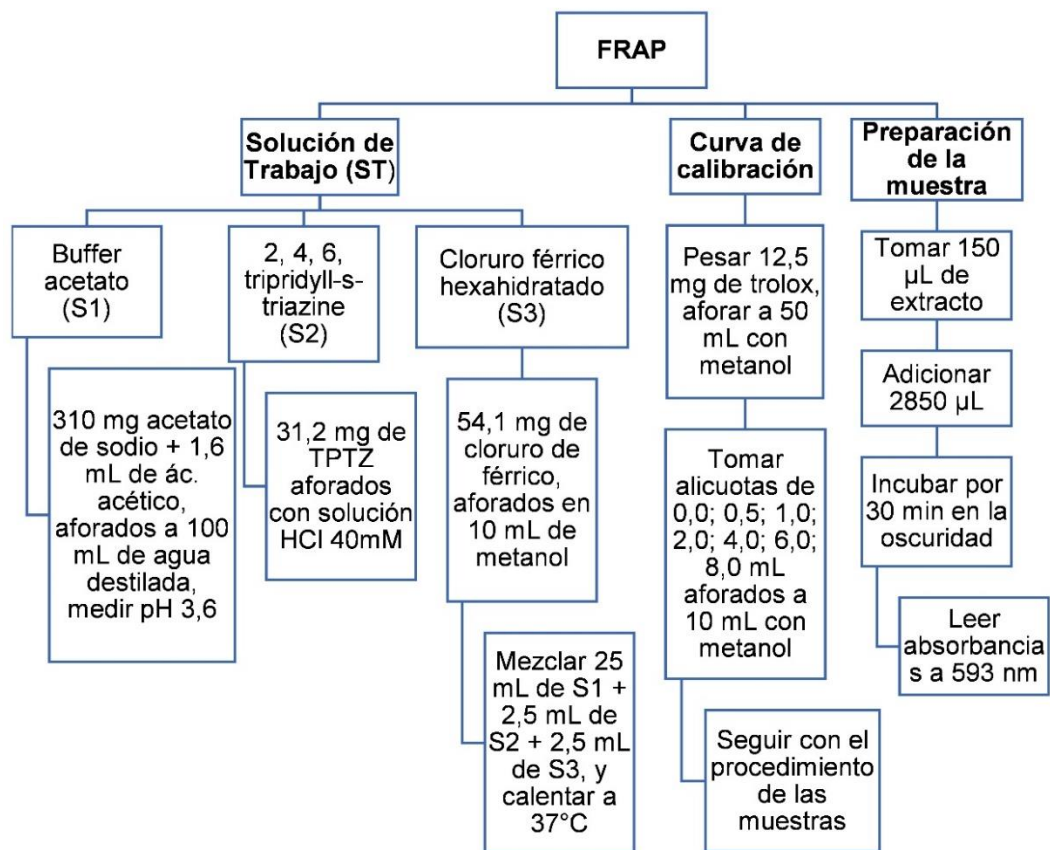




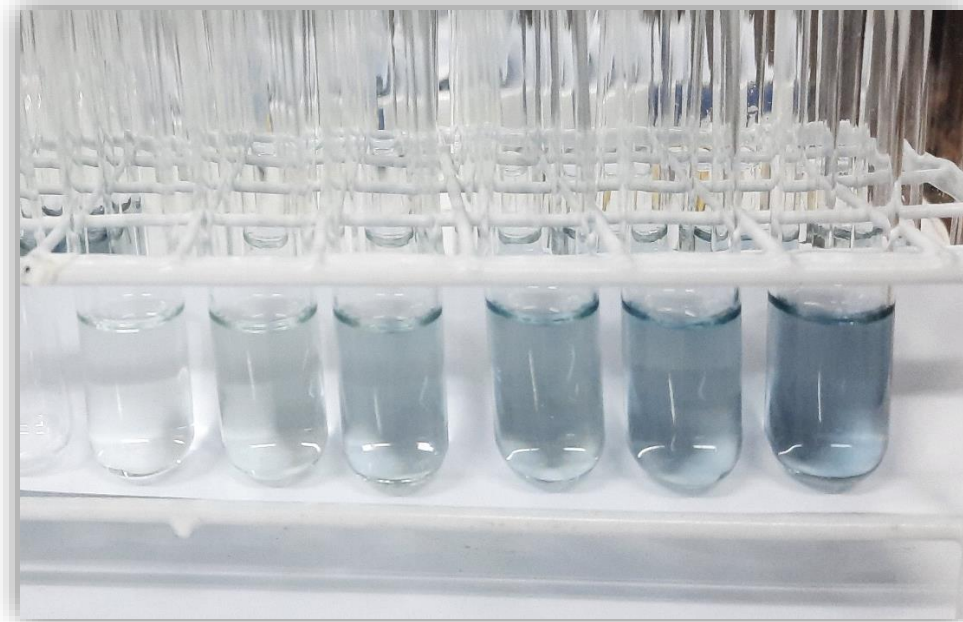
**Anexo 12.** Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de ABTS, del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



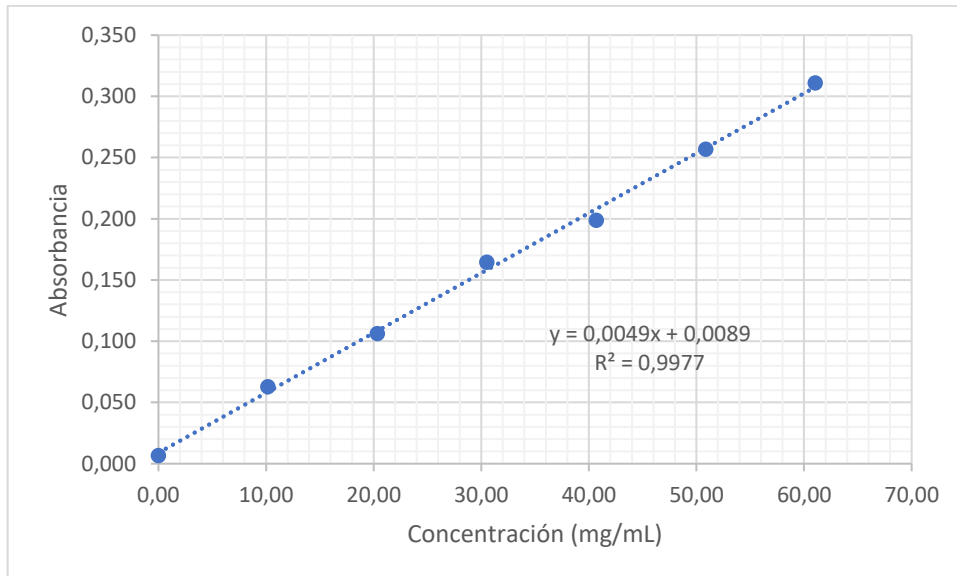
**Anexo 13.** Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP, del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



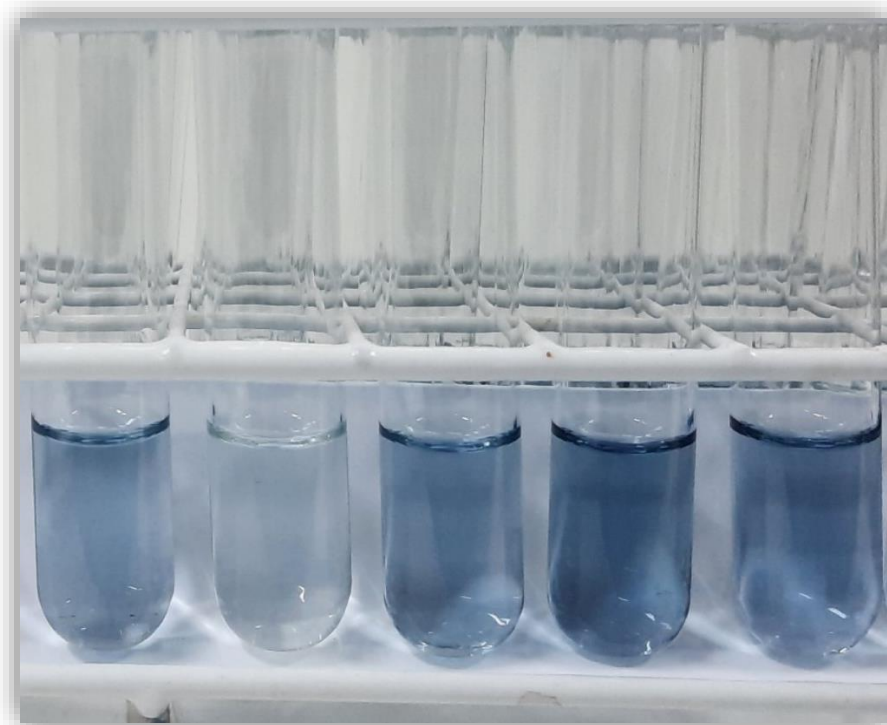
**Anexo 14.** Diluciones del ácido gálico para elaborar la curva de calibración para la determinación del contenido de fenoles totales. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



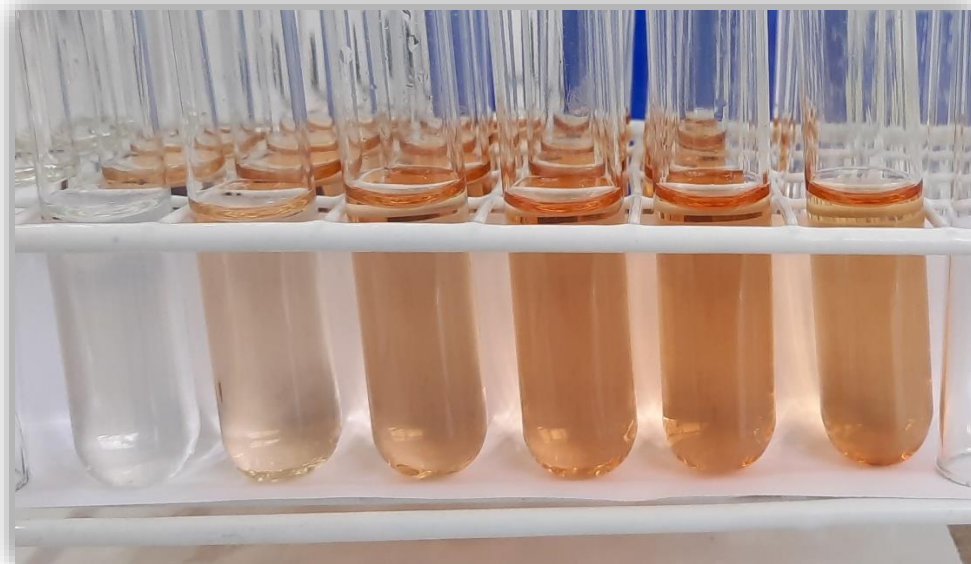
**Anexo 15.** Elaboración de la curva de calibración de ácido gálico para realizar la determinación del contenido de fenoles totales. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



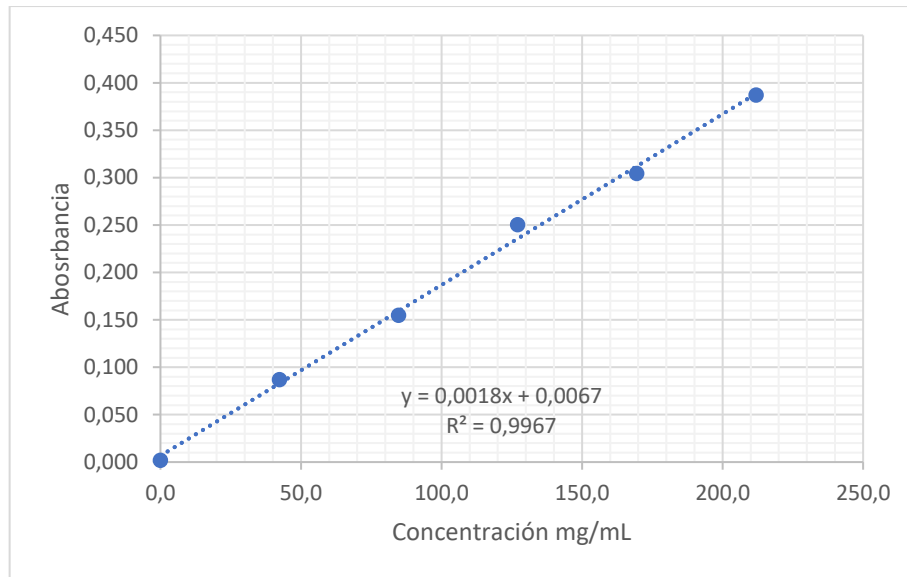
**Anexo 16.** Muestras para realizar la determinación del contenido de fenoles totales del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



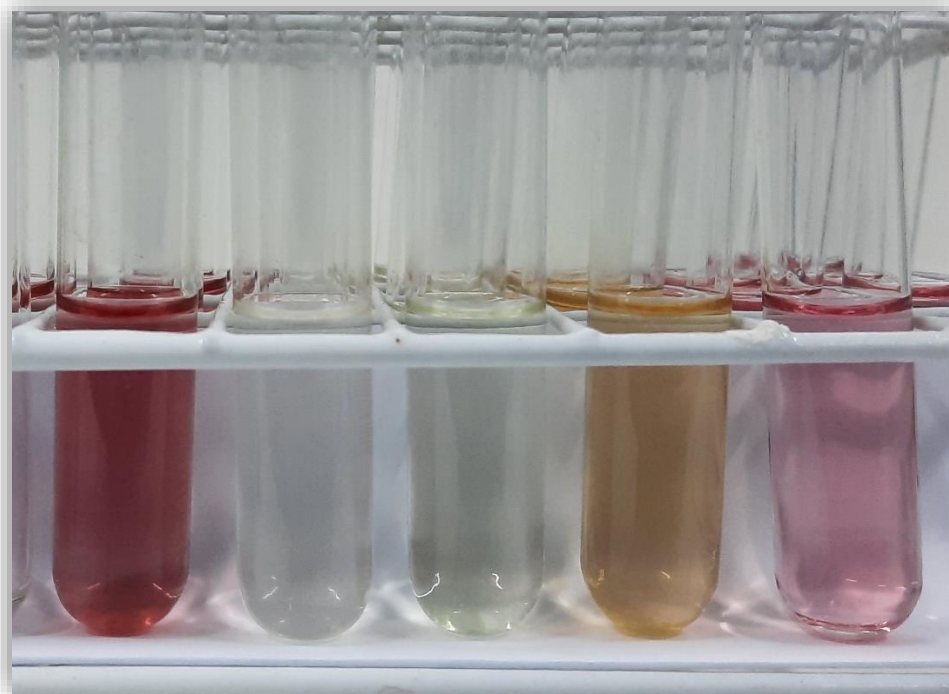
**Anexo 17.** Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para realizar la determinación del contenido de flavonoides. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



**Anexo 18.** Elaboración de la curva de calibración de quercetina para realizar la determinación del contenido de flavonoides. Ayacucho – 2022.

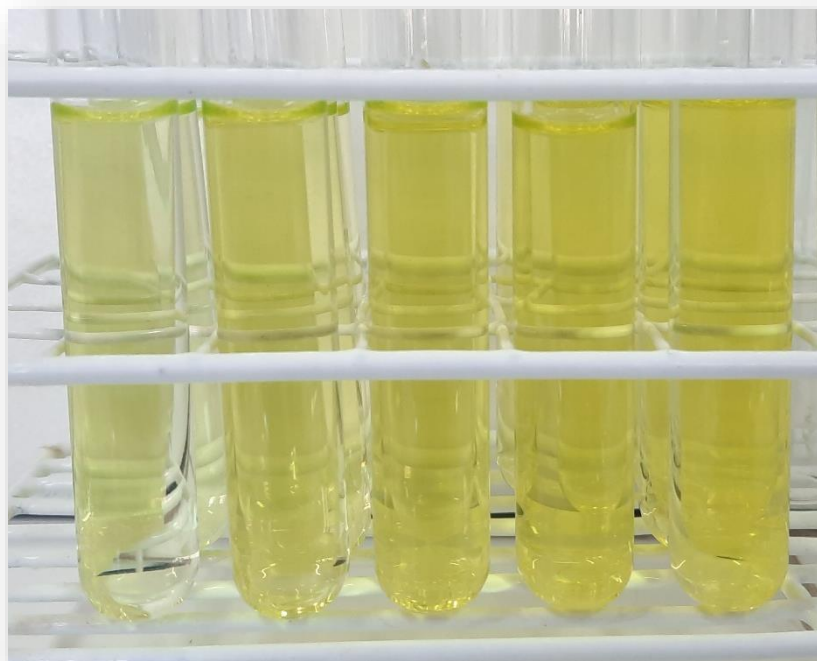


**Anexo 19.** Muestras para la determinación del contenido de flavonoides del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *S. nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.

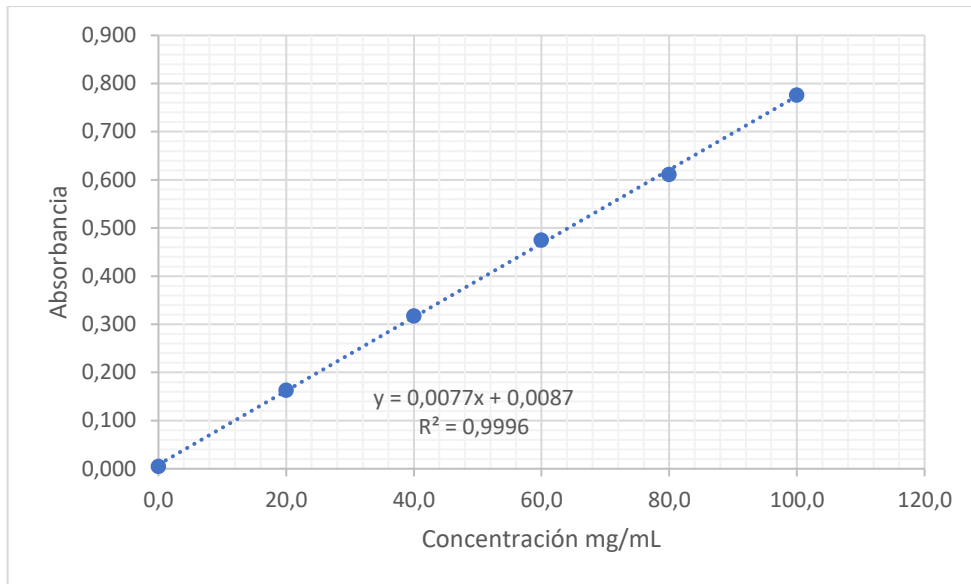




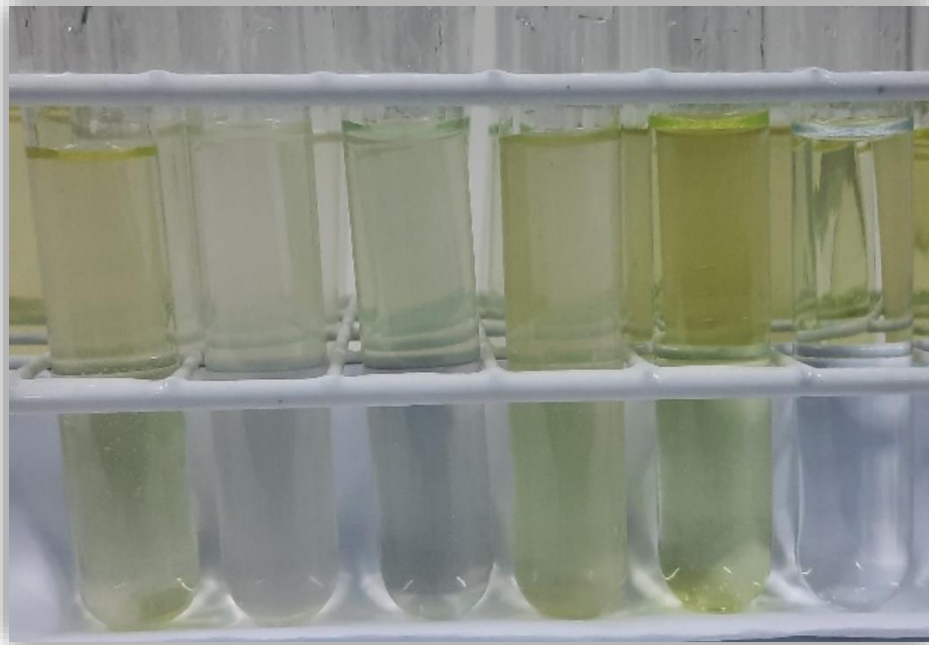
**Anexo 20.** Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para realizar la determinación del contenido de flavonoles. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.



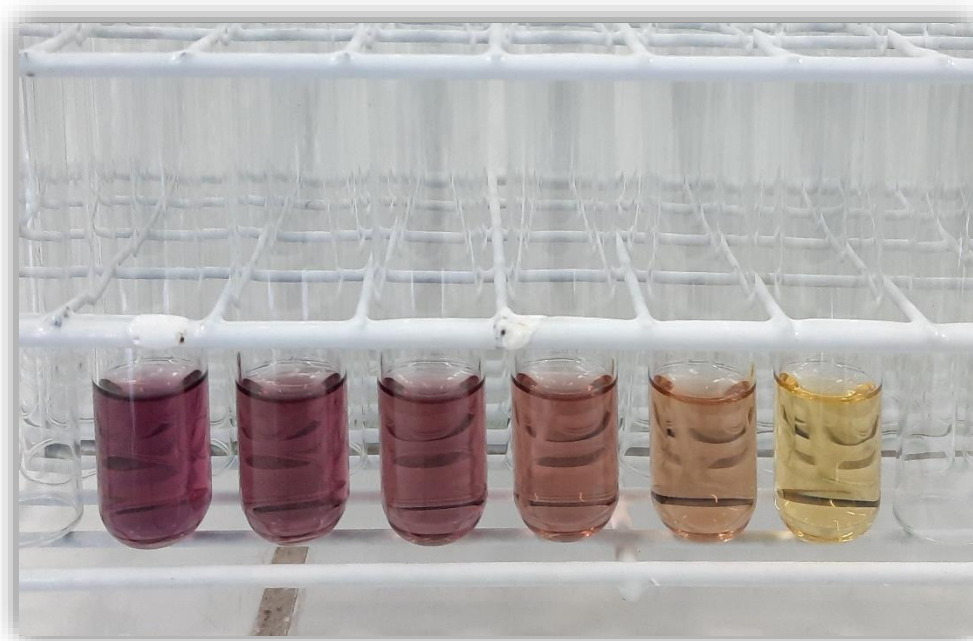
**Anexo 21.** Elaboración de la curva de calibración de quercetina para realizar la determinación del contenido de flavonoles. Ayacucho – 2022.



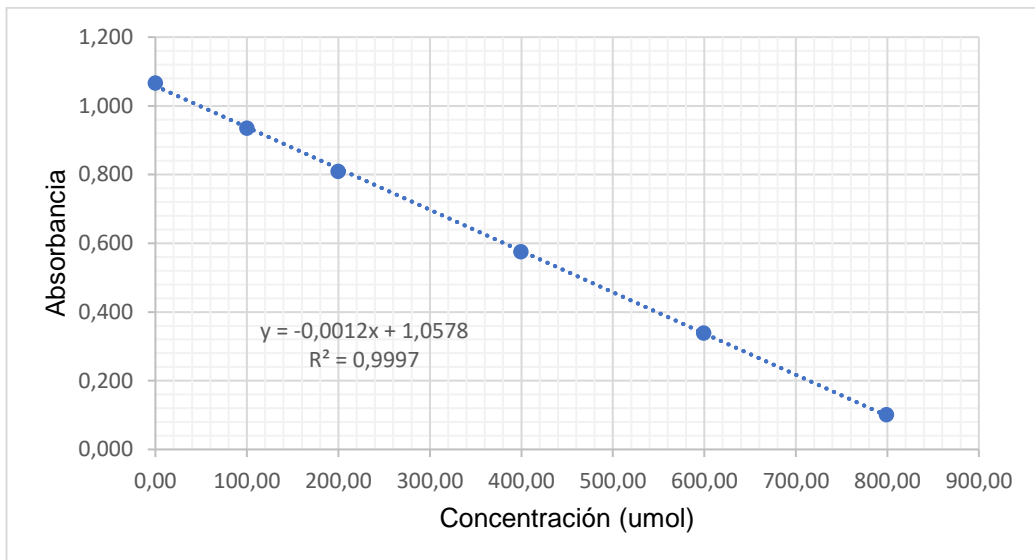
**Anexo 22.** Muestras realizadas para la determinación del contenido de flavonoles del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



**Anexo 23.** Diluciones según el método del radical DPPH para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



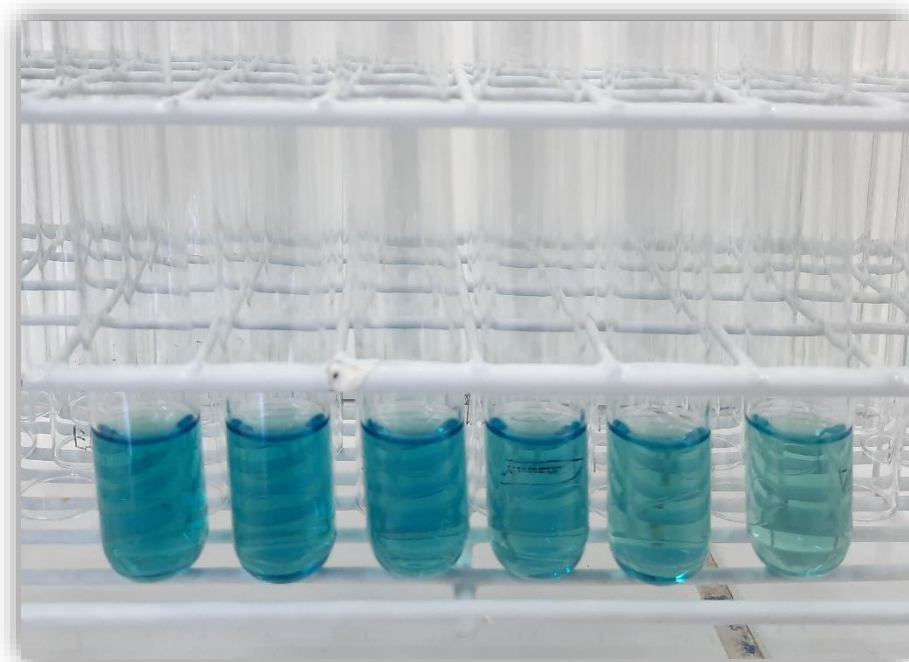
**Anexo 24.** Elaboración de la curva de calibración para realizar determinación de la actividad antioxidante, de acuerdo al método DPPH en función a las concentraciones de Trolox. Ayacucho – 2022.



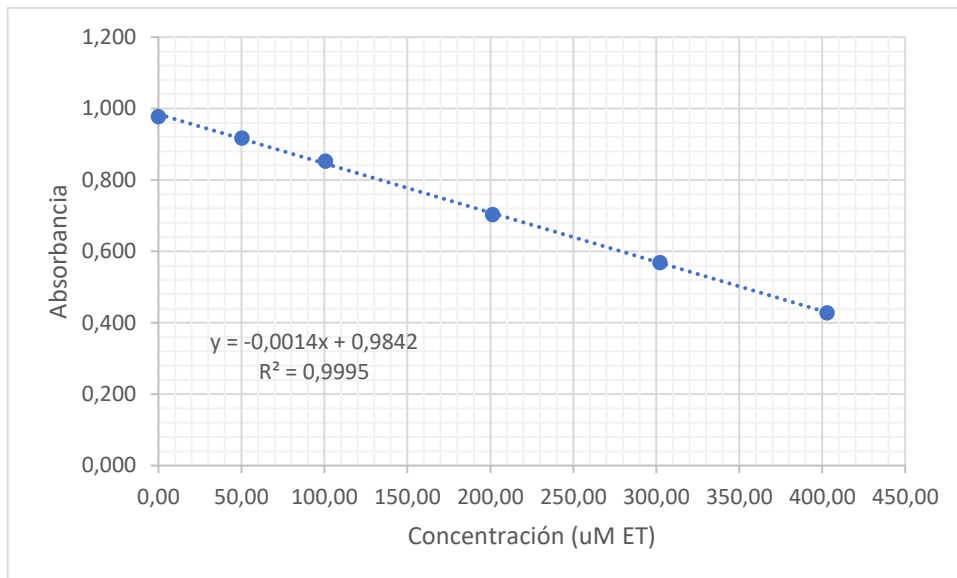
**Anexo 25.** Muestras para realizar la determinación de la actividad antioxidante mediante el método del radical DPPH del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.



**Anexo 26.** Diluciones según el método del ABTS para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho - 2022.



**Anexo 27.** Elaboración de la curva de calibración para realizar la determinación de la actividad antioxidante, de acuerdo al método ABTS en función de las concentraciones de Trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho – 2022.

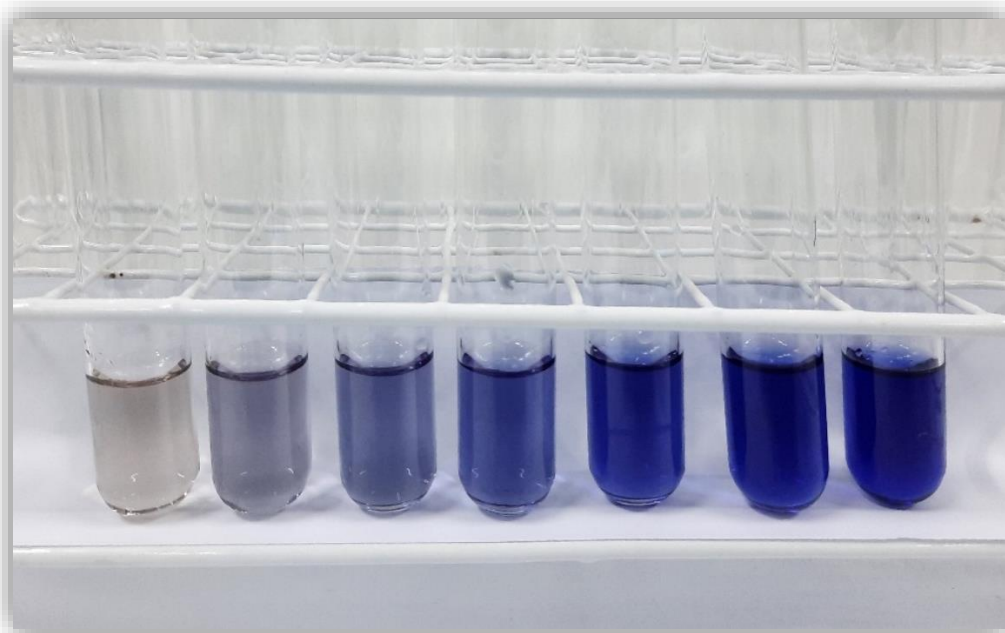




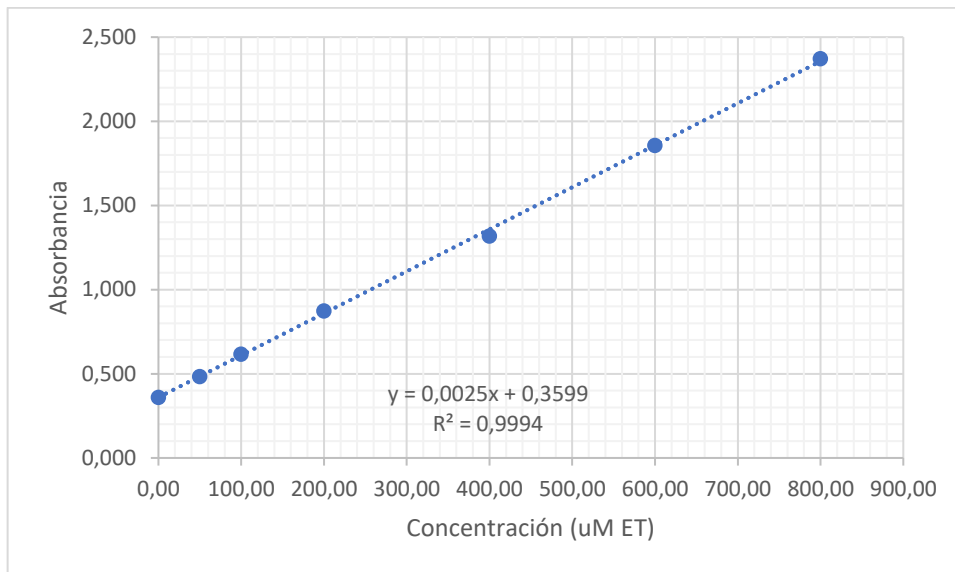
**Anexo 28.** Muestras para realizar la determinación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip., Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.



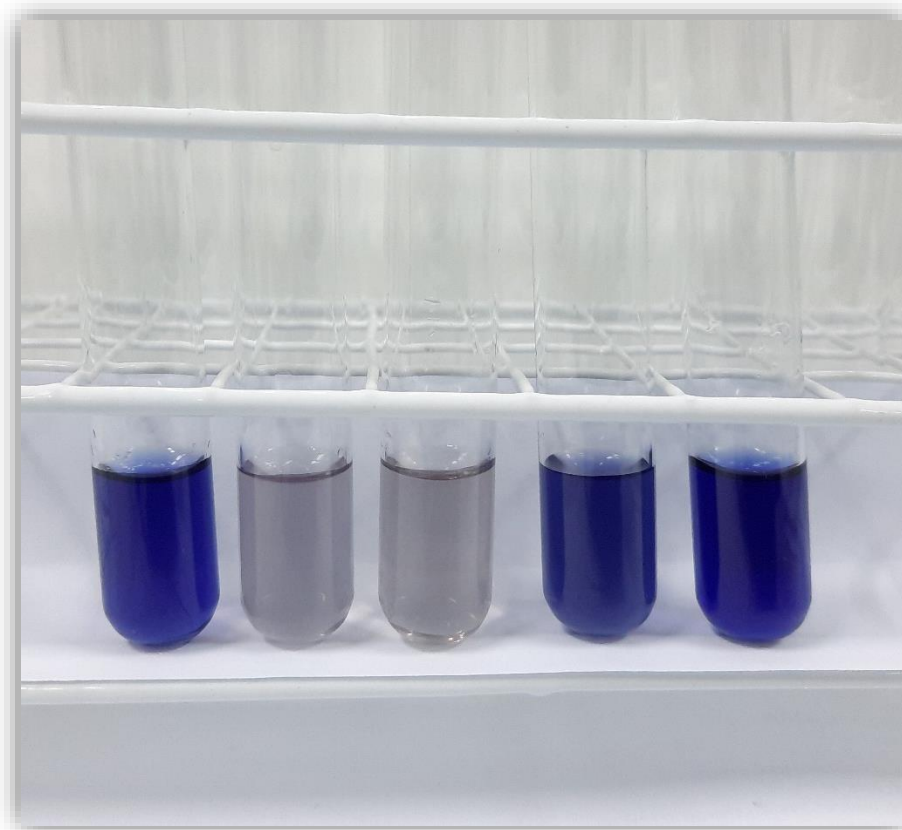
**Anexo 29.** Diluciones realizadas según el método FRAP para elaborar la curva de calibración del trolox. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022



**Anexo 30.** Elaboración de la curva de calibración para realizar la determinación de la actividad antioxidante, según el método de FRAP en función de las concentraciones de Trolox. Ayacucho 2022.



**Anexo 31.** Muestras realizadas para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP, del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Laboratorio de Farmacognosia. Ayacucho 2022.



**Anexo 32.** Análisis de la varianza del contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles del extracto metanólico de las hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip y de sus fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y de metanol. Ayacucho, 2022.

**ANOVA**

**Fenoles Totales**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1966522,226	4	491630,556	11255,229	,000
Dentro de grupos	1747,208	40	43,680		
Total	1968269,433	44			

**ANOVA**

**Flavonoides**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	748420,339	4	187105,085	3513,122	,000
Dentro de grupos	2130,357	40	53,259		
Total	750550,696	44			

**ANOVA**

**Flavonoles**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	96934,056	4	24233,514	9464,887	,000
Dentro de grupos	102,414	40	2,560		
Total	97036,470	44			

**Anexo 33.** Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa del contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Ayacucho, 2022.

**Fenoles Totales**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Hexano	9	152,3511				
Diclorometano	9		439,5778			
Extracto Metanólico Total	9			620,6800		
Metanol	9				682,3567	
Acetato de Etilo	9					721,0578
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**Flavonoides**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Hexano	9	,0000				
Diclorometano	9		34,1600			
Metanol	9			189,5900		
Acetato de Etilo	9				239,7167	
Extracto Metanólico Total	9					345,7656
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**Flavonoles**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Hexano	9	,0000				
Diclorometano	9		31,8811			
Metanol	9			44,8100		
Extracto Metanólico Total	9				56,4111	
Acetato de Etilo	9					139,3000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

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

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

**Anexo 34..** Análisis de la varianza de la actividad antioxidante mediante el método DPPH, ABTS y FRAP del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Ayacucho, 2022.

**ANOVA**

**umoIET.DPPH**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5029928,823	4	1257482,206	293685,163	,000
Dentro de grupos	171,269	40	4,282		
Total	5030100,093	44			

**ANOVA**

**umoIET.ABTS**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3069124,190	4	767281,048	25758,635	,000
Dentro de grupos	1191,493	40	29,787		
Total	3070315,684	44			

**ANOVA**

**umoIET.FRAP**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4046200,235	4	1011550,059	382518,930	,000
Dentro de grupos	105,778	40	2,644		
Total	4046306,012	44			

**Anexo 35.** Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa de la actividad antioxidante mediante el método DPPH, ABTS y FRAP del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Ayacucho, 2022.

**umoIET.DPPH**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Hexano	9	50,0189				
Diclorometano	9		60,7589			
Acetato de Etilo	9			391,7767		
Extracto Metanólico Total	9				800,1111	
Metanol	9					804,2778
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**umoIET.ABTS**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Diclorometano	9	230,7622				
Hexano	9		249,3333			
Extracto Metanólico Total	9			660,7622		
Acetato de Etilo	9				800,4456	
Metanol	9					821,5556
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**umoIET.FRAP**

**Scheffe<sup>a</sup>**

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Diclorometano	9	37,6400				
Hexano	9		114,4400			
Acetato de Etilo	9			599,1511		
Extracto Metanólico Total	9				635,1511	
Metanol	9					784,1733
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

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

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



**Anexo 36.** Análisis de la varianza del porcentaje de la capacidad secuestradora del radical DPPH y ABTS del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Ayacucho, 2022.

### ANOVA

#### Porcntj.DPPH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	58468,701	4	14617,175	295890,909	,000
Dentro de grupos	1,976	40	,049		
Total	58470,677	44			

### ANOVA

#### Porcntj.ABTS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12161,184	4	3040,296	25908,914	,000
Dentro de grupos	4,694	40	,117		
Total	12165,878	44			

**Anexo 37.** Prueba de comparaciones múltiples de Scheffe para determinar la diferencia significativa del porcentaje de la capacidad secuestradora del radical DPPH y ABTS del extracto metanólico y fracciones *n* – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol del extracto metanólico de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. Ayacucho, 2022.

### Porcntj.DPPH

Scheffe<sup>a</sup>

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Hexano	9	10,3500				
Diclorometano	9		11,5100			
Acetato de Etilo	9			47,2000		
Extracto Metanólico Total	9				91,2244	
Metanol	9					91,6700
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

### Porcntj.ABTS

Scheffe<sup>a</sup>

Fracción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
Diclorometano	9	26,0900				
Hexano	9		27,2500			
Extracto Metanólico Total	9			53,3100		
Acetato de Etilo	9				61,9144	
Metanol	9					63,2400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

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

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

### Anexo 38. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
Capacidad antioxidante de extractos de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. "wiska taya". Ayacucho, 2021.	¿Cuál será la capacidad antioxidante de los flavonoles y la capacidad antioxidante del extracto de metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. y de las fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico?	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides, flavonoles y la capacidad antioxidante del extracto de metanólico de las hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., y de las fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanólico.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles de cada una de las fracciones.</li> <li>Precisar la capacidad antioxidante mediante los ensayos de captación de radicales libres 2,2 – difenilpicril – 1 – hidrazilo (DPPH); 2,2´ azino – bis(3 – etilbenzotiazolin) – 6 – sulfónico (ABTS) y por el poder antioxidante reductor de hierro (FRAP), de cada una de las fracciones.</li> <li>Relacionar la capacidad antioxidante de cada fracción obtenida con el contenido de fenoles totales, flavonoides y flavonoles.</li> </ul>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> Las fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol obtenidas del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., tienen igual contenido fenoles totales, flavonoides, flavonoles y capacidad antioxidante.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> Las fracciones <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol obtenidas del extracto metanólico de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip., tienen diferente contenido fenoles totales, flavonoides, flavonoles y capacidad antioxidante.</p>	<p><b>Aspectos Botánicos:</b> Especie <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. "wiska taya", clasificación taxonómica, descripción botánica, composición química, actividades biológicas.</p> <p><b>Flavonoides:</b> Son compuestos generados por el metabolismo secundario de las plantas, originadas a partir de la ruta del ácido shikímico y de la ruta de los policétidos. Son la sub clase más amplia y abundante de los compuestos fenólicos con una distribución en plantas vasculares, evidencian una amplia variedad en sus propiedades terapéuticas para su estudio.</p> <p><b>Antioxidante:</b> Se define a un antioxidante como cualquier sustancia que retrasa o previene la oxidación de un sustrato oxidable a pesar de estar presente en concentraciones más bajas que el sustrato.</p>	<p><b>Variables independientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de fenoles totales.</li> <li>Contenido de flavonoides.</li> <li>Contenido de flavonoles.</li> <li>Poder secuestrador del radical DPPH.</li> <li>Poder secuestrador del radical ABTS.</li> <li>Poder de reducción antioxidante del hierro (FRAP).</li> </ul> <p><b>Variables Dependientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. "wiska taya"</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Básico –Descriptivo</p> <p><b>Población y Muestra:</b> Hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip. "wiska taya" Cantidad: 10 kg.</p> <p><b>Unidad experimental:</b> Extracto concentrado de fracciones de <i>n</i> – hexano, diclorometano, acetato de etilo y metanol de hojas de <i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.</p> <p><b>Análisis estadístico:</b> Se procederá a realizar el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Scheffe con el fin de demostrar la existencia de diferencias significativas entre los extractos con un nivel de significancia de <math>p &lt; 0,05</math>.</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 - 001 - 2023**

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: “ **Capacidad antioxidante de extractos de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. “wiska taya”. Ayacucho, 2021”**

Autor: Bach. **Alfredo Robinson GARCÍA NOA**

Asesor: Profesor **Enrique Javier AGUILAR FELICES**

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, 20 de enero de 2023

Firmado  
digitalmente por  
Mg Enrique Javier  
AGUILAR FELICES  
Fecha: 2023.01.20  
17:31:41 -05'00'

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



**UNSCH**

FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



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

(04-2023-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:

**Capacidad antioxidante de extractos de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. “wiska taya”. Ayacucho, 2021.**

**Presentado por: Bach. GARCÍA NOA, Alfredo Robinson**

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **27% 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, 24 de enero del 2023

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

Docente. Instructor  
Segunda instancia

cc.  
Archivo.

# Capacidad antioxidante de extractos de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. “wiska taya”. Ayacucho, 2021

*por* Alfredo Robinson García Noa

---

**Fecha de entrega:** 24-ene-2023 10:42p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1998911455

**Nombre del archivo:** TESIS\_GARCIA\_NOA\_Alfredo\_Robinson.pdf (3.61M)

**Total de palabras:** 19570

**Total de caracteres:** 105141

# Capacidad antioxidante de extractos de hojas de Senecio nutans Sch. Bip. "wiska taya". Ayacucho, 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="http://revistas.sqperu.org.pe">revistas.sqperu.org.pe</a> Fuente de Internet	8%
3	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.utp.edu.co">repositorio.utp.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://dokumen.tips">dokumen.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://jppres.com">jppres.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://revistasocolderma.org">revistasocolderma.org</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.mona.uwi.edu">www.mona.uwi.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://www.biouls.cl">www.biouls.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://ojs.ucp.edu.pe">ojs.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://tnsroindia.org.in">tnsroindia.org.in</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://www.herbmedpharmacol.com">www.herbmedpharmacol.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.polodelconocimiento.com">www.polodelconocimiento.com</a> Fuente de Internet	<1 %



21	Submitted to International Medical University Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Anglo-Chinese School (Independent) Trabajo del estudiante	<1 %
24	<a href="http://www.horizonepublishing.com">www.horizonepublishing.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Nouran EL-Shafey, Nabil Mustafa, Ali El-Shekih. "Cytotoxic effects of zinc oxide nanoparticles and ethanolic extract of mureer plant in renal tissue via apoptosis mechanism induction with the promising protective role of gallic acid in rats", Bulletin of Faculty of Science, Zagazig University, 2023 Publicación	<1 %
26	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repository.udca.edu.co">repository.udca.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://convergenceseditorial.com.br">convergenceseditorial.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %

30	<a href="https://dspace.espoch.edu.ec">dspace.espoch.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="https://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1 %
33	<a href="https://repositorio.una.ac.cr">repositorio.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="https://revistas.javeriana.edu.co">revistas.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://www.cio.mx">www.cio.mx</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo  
 Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 30 words