



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

[http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



AT 2025-FFBB-071

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

**Compuestos bioactivos y actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, flores, tallos y frutos) de *Solanum nitidum* "ñuñungay"**

Presentado por:

**QUISPE QUINTANA LUIS ENRIQUE**

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 12% por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20164835

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 11 de agosto de 2025

Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Compuestos bioactivos y actividad antioxidante del extracto  
etanólico de las partes aéreas(hojas, flores,tallos y frutos) de  
*Solanum nitidum* "ñuñungay"

**Línea de Investigación:**

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

**AUTOR**

Bach. Quispe Quintana Luis Enrique.

Ica-Perú  
2025

### **Dedicatoria**

A Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento de mi formación profesional.

A mis padres y familia por su amor y apoyo incondicional, siendo los motivos fundamentales de mi vida, quienes son símbolos de admiración y motivación por el esfuerzo y la perseverancia que los caracteriza.

A mi pareja e hija quienes han sido mi apoyo y han creído en mí desde un principio hasta el final.

### **Agradecimiento**

A el Dr. Jorge A. García Ceccarelli, por las enseñanzas, consejos y el apoyo durante mi etapa universitaria, por la motivación y guiarme durante todo el trayecto de mi trabajo de investigación, así mismo a los docentes que me brindaron su apoyo para la culminación de mi trabajo de investigación

## Índice

Portada .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	5
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	9
I. Introducción.....	10
II. Estrategia metodológica .....	31
III. Resultados.....	46
IV. Discusion .....	54
V. Conclusión .....	57
VI. Recomendaciones .....	58
VII. Referencias bibliográfica.....	59
VIII.Anexos .....	64

## Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las partes aéreas de la especie <i>Solanun nitidum</i> “ñuñungay”. .....	46
Tabla 2. Metabolitos secundarios del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie <i>Solanun nitidum</i> “ñuñungay”.....	47
Tabla 3. Lectura de absorbancia de las diluciones del patrón de trolox por el método de DPPH .....	48
Tabla 4. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie <i>Solanun nitidum</i> “ñuñungay” por el método DPPH. ....	49
Tabla 5. Valores de absorbancia de las diluciones patrones de trolox por el método FRAP .....	50
Tabla 6. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie <i>Solanun nitidum</i> “ñuñungay” por el método FRAP.....	51
Tabla 7. Lectura de absorbancia de las disoluciones de trolox por el método de ABTS..	52
Tabla 8. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto ” por el método ABTS. ....	53

## Índice de figuras

Figura 1. Diversidad de frutos de las diferentes especies del género <i>Solanum</i> .....	19
Figura 2. Planta de la especie <i>Solanum nitidum</i> en lugar de recolección .....	20
Figura 3. Distribución de <i>Solanum nitidum</i> en América.....	21
Figura 4. Flor de la especie <i>Solanum nitidum</i> .....	23
Figura 5. Tipos de antioxidantes presentes en el organismo.....	25
Figura 6. Mecanismo de acción de los antioxidantes.....	26
Figura 7. Clasificación de antioxidantes en el organismo .....	27
Figura 8. Fuentes de formación de radicales libres. ....	29
Figura 9. Representación esquemática del estrés oxidativo .....	30
Figura 10. Ubicación geográfica de la provincia de Sucre, departamento de Ayacucho..	36
Figura 11. Correlación entre las concentraciones de trolox en mM y % de inhibición del radical DPPH .....	48
Figura 12. Correlación entre las concentraciones de extracto en mg/mL y % de inhibición del radical DPPH .....	49
Figura 13. Curva de calibración del patrón para la establecer la actividad antioxidante por el método FRAP.....	50
Figura 14. Curva entre concentración del extracto etanólico de la especie de las partes aéreas de la especie <i>Solanum nitidum</i> “ñuñungay” y TEAC (mM).....	51
Figura 15. Curva de cuantificación de trolox para la actividad antioxidante por el método ABTS .....	52
Figura 16. Curva entre concentración de extracto etanólico de la especie y capacidad antioxidante equivalente a trolox como mM. ....	53
Figura 17. Recolectando la especie <i>Solanum nitidum</i> .....	64

Figura 18. Partes aereas de la especie <i>Solanum nitidum</i> que incluye hojas, tallos, inflorescencia y fruto .....	64
Figura 19. Secado de la especie en estudio .....	65
Figura 20. Macerado de la especie.....	65
Figura 21. Extracto etanolico seco de las partes aereas de <i>Solanum nitidum</i> .....	66
Figura 22. Reaccion de identificacion de fenoles .....	66
Figura 23. Reaccion de identificacion aminoacidos libres .....	67
Figura 24. Reacciones de identificacion de alcaloides .....	67
Figura 25. Colocando el extracto para la reaccion de Shinoda.....	68
Figura 26. Determinacion de cenizas.....	68
Figura 27. Diluciones para la determinacion de actividad antioxidante .....	69
Figura 28. Acondicionando la especie para el secado. ....	69
Figura 29. Recolectado el extracto fluido.....	70
Figura 30. Certificación botánica de la especie .....	71

## Resumen

En la actualidad es una práctica común el uso de plantas medicinales costumbre heredada desde tiempos ancestrales, la búsqueda de especies con potencial antioxidante se ha incrementado, como una necesidad para paliar o combatir diversas enfermedades, muchas veces sin ningún fundamento científico. El Perú es un territorio de gran diversidad en la flora nativa, debido a sus microclimas y en donde muchas especies no han sido estudiadas. Este estudio se realizó teniendo como objetivo de demostrar la presencia de compuestos bioactivos y la actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitidum* “ñuñungay”, especie endémica de la zona de Poma en el distrito de Sucre en la región Ayacucho. El extracto se obtuvo por maceración, haciendo uso de etanol de 96° como solvente; la determinación de los compuestos bioactivos se efectuó por un screening fitoquímico mediante el uso de reacciones de coloración y/o precipitación. La actividad antioxidante se determinó por los métodos DPPH, FRAP y ABTS. Se encontró presencia de compuestos de naturaleza flavonoides, triterpenos/esteriodes, alcaloides, compuestos fenólicos, taninos entre otros; la actividad antioxidante por el método del radical DPPH se tuvo un IC50 equivalente a 3,43 mg de extracto; en el método de radical libre ABTS se hallado un valor 17,1 mg equivalente a 1mM de trolox y en el método FRAP se obtuvo un valor 2,61 mg equivalente a 1 mM de trolox. Como conclusión el extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitidum* “ñuñungay” presenta una actividad antioxidante de moderada a buena, la cual está relacionada con la presencia encontrada de los compuestos bioactivos detectados.

**Palabras clave:** *Solanun nitidum*, Compuestos bioactivos, DPPH, FRAP, ABTS.

## Abstract

The use of medicinal plants, a custom inherited from ancient times, is now a common practice. The search for species with antioxidant potential has increased, as a necessity to alleviate or combat various diseases, often without any scientific basis. Peru is a territory of great diversity in native flora due to its microclimates, where many species have not been studied. This study was conducted to demonstrate the presence of bioactive compounds and the antioxidant activity of the ethanolic extract of the aerial parts of *Solanum nitidum* "ñuñungay," a species endemic to the Poma area in the Sucre district of the Ayacucho region. The extract was obtained by maceration, using 96° ethanol as a solvent; the determination of bioactive compounds was carried out by phytochemical screening through the use of coloration and/or precipitation reactions. The antioxidant activity was determined by the DPPH, FRAP and ABTS methods. The presence of compounds of flavonoid nature, triterpens/steroids, alkaloids, phenolic compounds, tannins, among others, was found; the antioxidant activity by the DPPH radical method had an IC50 equivalent to 3.43 mg of extract; in the ABTS free radical method, a value of 17.1 mg equivalent to 1 mM of trolox was found, and in the FRAP method, a value of 2.61 mg equivalent to 1 mM of trolox was obtained. In conclusion, the ethanolic extract of the aerial parts of *Solanum nitidum* "Ñuñungay" exhibits moderate to good antioxidant activity, which is related to the presence of the detected bioactive compounds.

Keywords: *Solanum nitidum*, Bioactive compounds, DPPH, FRAP, ABTS.

## I. Introducción

En la medicina tradicional abundan varias especies vegetales medicinales con propiedades antioxidantes empleadas para el manejo de diversas enfermedades, pero muchas veces su uso cuenta con escaso o nulos estudios que justifiquen su empleo con una base científica. En diversos países en desarrollo, muchas especies se utilizan como verduras, frutas; así como, para diversos usos medicinales (1) y gracias a la creciente popularidad de las plantas medicinales y las constantes investigaciones tanto químicas como farmacológicas de los extractos vegetales de estas, posteriormente son utilizadas por diferentes industrias farmacéuticas para producir medicamentos confiables y seguros, aptos para el consumo humano o suplementos alimenticios naturales que benefician a la salud (2). Recientemente, muchos estudios de investigación reportan que especies del género *Solanum* muestran actividad anticancerígena para células de diversos carcinomas como hepatocelular, ovarios, colorrectal y endometrio (3,4,5). En las hojas se han reportados componentes químicos como polifenoles, glucósidos, esteroides, alcaloides, compuestos que en varios estudios han sido reportados por tener una buena actividad inhibidora contra la generación de óxido nítrico (NO) inducida por lipopolisacáridos (LPS) (6,7). La actividad antioxidante atribuida a las diversas especies del género podría estar relacionada con la presencia de los compuestos polifenólicos hallados en las diferentes partes de las plantas. Las plantas constituyen un recurso muy significativo y sustancial en muchos sistemas de salud principalmente en países que están en vía de desarrollo para promover o cuidar la salud humana. Ciertamente no existen datos precisos para analizar la extensión del uso global de plantas medicinales, pero la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más del 80 % de la población del planeta utiliza frecuentemente la medicina tradicional para sus necesidades en la salud, y que gran mayoría de los tratamientos tradicionales implica el uso de extractos de plantas o sus principios activos (2). El género *Solanum* L, contienen un estimado de 1500 especies, siendo uno de los géneros más amplios entre las plantas con flores. Este género contiene especies cultivadas de importancia mundial tales como el *S. lycopersicum* L (tomate), la *S. tuberosum* L (papa), y la *S. melongena* L. (berenjena); además de diversas especies de importancia regional algunas muy populares en Sudamérica tales como el *S. muricatum* Aiton (pepino) y la *S. quitoense* Lam. (naranjilla). A pesar de tener un importante valor económico el género *Solanum* tiene todavía su taxonomía incompleta; esto especialmente en los Andes tropicales en el cual se localizan la mayoría de las especies, y donde *Solanum* esta considerado entre los diez géneros que posee una mayor diversidad (8). Su tamaño combinado con el amplio número de nombres publicados para la misma especie ha hecho compleja una idónea clasificación taxonómica de *Solanum*. sólo en el Perú, de acuerdo con la lista previa realizada por Brako & Zarrucchi (1993), se

registrar 301 especies nativas, de estas 102 (34%) fueron reconocidas como endémicas en el Libro Rojo del Perú. En los últimos tiempos muchas especies nuevas se han descrito en esta región (8). Esta especie originaria de los Andes americanos entre Ecuador y Chile, fue elegida por los relatos sobre sus propiedades medicinales en la zona de su recolección, en donde se le atribuye beneficios para la salud de diferentes partes del cuerpo en dolencias relacionadas a la generación de radicales libres. El objetivo principal del presente estudio fue determinar los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Solanum nitidum* “ñuñungay”.

### **1.1. Descripción de la realidad problemática.**

En la actualidad el consumo de plantas medicinales es una alternativa para mantener y recuperar la salud, sobre todo en grupos poblacionales que están geográfica o culturalmente aisladas. Lamentablemente, no todas las plantas utilizadas tienen suficientes investigaciones como para poder asegurar el uso terapéutico que se le otorga, según la tradición o comercio local; más aún, cuando se encuentran diferentes denominaciones para una misma especie que muchas veces lleva a confusiones, lo que hace necesario realizar una real identificación y valoraciones de las propiedades atribuidas. El uso de la especie en estudio esta asociadas a diferentes enfermedades degenerativas, cataratas, arterioesclerosis, muerte celular, cáncer entre otras, dolencias que se asocian con la generación de radicales libres, por lo que motiva a realizar el estudio de la capacidad o actividad antioxidante de la especie, como alternativas, al cada vez mayor rechazo por parte de los consumidores hacia el uso de antioxidantes sintéticos; como por ejemplo el BHA y el BHT y, además, por las restricciones legales levantadas hacia estos tipos de productos, lo que ha potenciado la búsqueda de antioxidantes naturales, teniendo en consideración que para el extracto atomizado de *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñungay" se ha descrito la existencia de fenoles y flavonoides (2). Estos hallazgos requieren la necesidad de profundizar en el conocimiento de nuestras plantas; en este caso del extracto de etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitidum* R. & P. “ñuñungay”.

## 1.2. Formulación del problema

### a. Problema general

¿Cuáles son los compuestos bioactivos y el potencial antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *Solanum nitidum* “ñuñugay”?

### b. Problemas específicos

¿Cuál de los grupos de compuestos bioactivos pueden ser los responsables del potencial antioxidante de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de la planta *Solanum nitidum* “ñuñugay”?

¿Cuál de los métodos utilizados presenta mayor potencial antioxidante en el extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *Solanum nitidum* “ñuñugay”?

## 1.3. Antecedentes de la Investigación

Según la exploración efectuada en diferentes bases de datos sobre la especie *Solanum nitidum* “ñuñugay” se ha encontrado escasos estudios, sin embargo, en lo que respecta al género *Solanum* hemos ubicado estudios sobre fito-constituyentes que se relacionan con la actividad antioxidante con diferentes solventes los cuales se han realizado en diferentes partes del planeta, así tenemos:

### Internacional

Jemima et al (2024), analizaron las propiedades antioxidantes y nutricionales de las hojas y bayas de *Solanum torvum* (STL) y SNF, así como de las hojas y bayas de *Solanum nigrum* (SNL). Hojas recolectadas en la naturaleza y bayas inmaduras de *S. torvum* y *S. nigrum* se cocinaron y molieron para las pruebas. En el tratamiento estadístico se aplicó la prueba T de Student; así como la respectiva media  $\pm$  SEM con su desviación. Los hallazgos revelaron que ambas especies de *Solanum* son fuentes de fibra dietética, proteínas y grasas, junto con minerales esenciales como sodio (Na), manganeso (Mn), potasio (K), zinc (Zn) y hierro (Fe) en diferentes cantidades. La actividad antioxidante fue mayor en el extracto acuoso (STF) ( $61,34 \pm 1,05$  mg/mL) que lo hallado en extracto alcohólico (SNL) ( $42,86 \pm 1,49$  mg/mL), lo que demuestra la importancia de la elección del disolvente en la medición de la capacidad antioxidante. El STL presentó la mayor concentración fenólica en los extractos acuosos, mientras que el STF presentó la mayor concentración en los extractos alcohólicos ( $15,88 \pm 0,87$  mg/g GAE). (9)

Nilsya et al (2024), determinaron los niveles totales de flavonoides en el extracto obtenido por maceración de *Solanum erianthum* mediante el método del tricloruro de aluminio (AlCl<sub>3</sub>). La actividad antioxidante determinada por el método DPPH (1,1-difenil-2-2-picrihidrazil). Los resultados obtenidos con diversas concentraciones mediante el método del trióxido de aluminio fueron: 1430 mg QE/g, 2282 mg QE/g, 3180 mg QE/g, 3567 mg QE/g y 4291 mg QE/g. El extracto de *Solanum erianthum* mostró actividad antioxidante en la prueba DPPH, con un valor de CI50 de 66,493 g/ml. Este valor hallado se puede considerar "fuerte". Esta investigación demuestra que el contenido fitoquímico del extracto de *Solanum erianthum* contiene alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas y tritepenoides.(10)

Shin KO, Eum YCh, (2021). realizaron una investigación sobre la actividad antioxidante, así como la actividad antimicrobiana del polvo de fruta de *Solanum nigrum* L. tras diferentes procesos de extracción con disolventes. El contenido fenólico total del polvo de fruta de *Solanum nigrum* L. midió 14,66 GAE mg/g tras la extracción con etanol, y el contenido total de flavonoides fue de 201,23 mg CE/g tras la extracción con etanol. La actividad de captación de radical ABTS° fue de 160,38 a 209,53 TEAC umol/g, y la actividad de eliminación de radicales DPPH fue de 53,99 a 90,76 TEAC umol/g, lo que indicó un mayor nivel de poder antioxidante en el extracto de etanol en comparación con el extracto de agua. El FRAP (poder antioxidante reductor férrico) del polvo obtenido de la fruta de *Solanum nigrum* L. fue de 115,58 a 194,58 TEAC umol/g, y B. subtilis KCTC 2189 mostró mayor actividad antimicrobiana en el extracto etanólico (concentración de 200 µg/µl) que en el extracto acuoso. El polvo de fruta de *Solanum nigrum* L. revelo diferencias en la determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana entre los diferentes solventes de extracción. En particular, el extracto etanólico presentó mayor actividad antioxidante y antibacteriana, lo que lo hace más favorable para su uso como alimento funcional.(11)

Campisi et al. (2019). Evaluaron del efecto antioxidante de dos extractos obtenidos de las hojas de la especie *Solanum nigrum* L. (SN), planta medicinal miembro de la familia Solanaceae, utilizada principalmente para la preparación de sopas en diferentes partes del mundo. Se prepararon dos extractos de hojas: metanólicos/agua (80:20) (SN1) y agua (SN2). Comprobaron el contenido de los compuestos polifenólicos totales y la concentración de los ácidos fenólicos y compuestos del tipo flavonas. Se examinó la capacidad de los extractos de restaurar el estado oxidativo modificado por glutamato en cultivos de astrocitos, evaluando los niveles de glutatión, el estrés oxidativo intracelular y la citotoxicidad de ambos extractos SN1 y SN2. Los extractos consiguieron neutralizar el radical en un sistema celular libre *in vitro* y restituir el estado oxidativo en cultivos *in vitro*

de células astrogiales de rata expuestas a glutamato. Ambos extractos evaluados evitaron el aumento de la captación de glutamato e inhibieron su excitotoxicidad, que causa daño celular y exhibe una notable propiedad antioxidante.(1)

Zaidi et al (2019), evaluaron el potencial antioxidante del extracto crudo de hojas de *Solanum nigrum* y sus fracciones de alcaloides y flavonoides como tratamiento contra el estrés por restricción en el hígado de ratas. El estado prooxidante del hígado de la rata se evaluó mediante el establecimiento de los niveles de compuestos reactivos al ácido tiobarbitúrico, glutatión reducido, fosfatasa alcalina, alanina transaminasa, aspartato aminotransferasa y la actividad de algunas enzimas antioxidantes como: catalasa (CAT) , superóxido dismutasa (SOD) y glutatión S-transferasa (GST). Los resultados resaltan el importante potencial antioxidante de los extractos de *S. nigrum*. Con base su estudio, sugirieron el posible uso del extracto de hojas de *S. nigrum* como suplemento nutricional para combatir el daño inducido por el estrés oxidativo.(12)

### **Nacionales**

Venegas CR. (2023), evaluó la capacidad fotoprotectora del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de *Solanum nitidum* R. & P. “ñuñunga”. El extracto fue obtenido por el método maceración utilizando etanol de 70°. El contenido de fenoles totales (TPC) se efectuó por el método de Folin-Ciocalteu expresando el resultado como mgGAE/g, es decir miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto. El contenido de flavonoides totales (TFC) se ejecutó por el método del tricloruro de aluminio el cual se expresa como miligramos de rutina equivalentes por gramo de extracto (mg RuE/g). La actividad antioxidante fue estimada por el método de secuestro del radical libre 2,2-Diphenil-1-Picrilhidrazilo. Se determinó el Factor de Protección Solar (FPS) mediante el método *in vitro* de Mansur. El TPC fue de  $162 \pm 1,92$  mg GAE/g y el TFC fue de  $21,8 \pm 0,27$  mg RuE/g. La actividad antioxidante del extracto fue de  $37,74 \pm 1,05\%$  a una concentración de 250 µg/mL, estadísticamente menor al Trolox (13)

Aronés-Jara y colaboradores (2022), realizaron el tamizaje fitoquímico, determinaron la concentración de compuestos fenólicos y la evaluación de la capacidad antioxidante de trece especies medicinales que crecen en los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de la zona de Huaraca en Perú. Identificándose a través del screening fitoquímico los metabolitos bioactivos y el contenido de compuestos fenólicos incluyendo la cuantificación de los compuestos fenólicos totales (TPC), los compuestos flavonoides totales (TFC) y el contenido total de antocianinas (TAC). la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico fue establecido a la concentración de 100 µg/mL, a través el ensayo de captación del radical 2,2-difenil- 1-picrilhidracilo (DPPH) y el resultado expresado como

IC50. Los flavonoides, fenoles y/o taninos estuvieron presentes en las trece especies. En el extracto obtenido de hojas de *Brachyotum naudinii* fue mayor el contenido de TPC ( $386,3 \pm 9,7$  mg GAE/g); así como, el potencial antioxidante (CI50:  $42,9 \pm 1,2$   $\mu\text{g/mL}$ ), con diferencia estadísticas significativas al Trolox ( $36,6 \pm 0,4$   $\mu\text{g/mL}$ ). El extracto obtenido de hojas de *Mutisia mathewsii* presento un mayor valor de TFC ( $175,6 \pm 0,7$  mg RUE/g), mientras el extracto de frutos de *Gaultheria glomerata* expreso un mayor TAC ( $2340,0 \pm 2,26$  mg/g). Concluyendo que las trece especies de plantas medicinales ostentan mayoritariamente los metabolitos fenoles flavonoides y taninos, presentando un potencial antioxidante que está directamente relacionado al contenido de fenoles totales (14).

Bañico Ccasani, E. M. (2022), establecio el efecto hepatoprotector del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de *Solanum nitidum* Ruiz & Pavon “ñuñunga” (EHSN). Se identificaron los metabolitos secundarios a través de las diversas reacciones de coloración y precipitación. Se empleó el modelo de daño hepático provocado por tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) en ratas tipo Holtzman, para lo que se organizaron en seis aleatoriamente grupos: Grupo I (solución salina fisiológica control negativo), Grupo II ( $\text{CCl}_4$ ), Grupo III (EHSN 100 mg/kg +  $\text{CCl}_4$ ), Grupo IV ( $\text{CCl}_4$  + EHSN 250 mg/kg), Grupo V (EHSN 500 mg/kg +  $\text{CCl}_4$ ) y Grupo VI ( $\text{CCl}_4$  + silimarina 100 mg/kg control positivo). Se identificaron, fenoles, flavonoides y/o taninos, saponinas, catequinas, alcaloides, lactonas y aminoácidos libres. La determinación de la actividad de las transaminasas TGP fueron de 38,0; 127,6; 75,6; 43,0; 58,8 y 54,8 U/Lb ( $p < 0,05$ ); así como, en la TGO fueron de 49,6; 141,2; 83,6; 53,0; 66,2 y 64,4 U/L ( $p < 0,05$ ) respectivamente. El EHSN posee efecto hepatoprotector en ratas comparadas frente al grupo control, siendo la dosis de mayor efecto la de 250 mg/kg.(15)

Huamani C. S., & Rondón P. E. B. (2021). Determinaron en un esquema de evaluación preclínica científica, la actividad analgésica local de los extractos y un gel del extracto de *Solanum nitidum* R&P (Nuñumia) en animales de experimentación, usando dos métodos, el denominado método térmico que emplea como fuente incitadora de dolor un foco incandescente de 60 Watts; y el método químico, mediante la prueba de Formalina, en la se utiliza formaldehido al 4%, como agente incitador del dolor, por vía subcutánea. Los especímenes de *Solanum nitidum* R&P conocida como “Nuñumia” fueron recolectados y acondicionados, la obtención de dos extractos con etanol al 96 v/v que se diferenciaban en el método de extracción, estos fueron Soxhlet continua y en caliente y percolación extracción continua y a temperatura ambiente. Los dos extractos se obtuvieron a una concentración de 33%. En la primera fase de la evaluación se observó en el modelo químico de extracción Soxhlet y percolación al análisis estadístico  $\chi^2$  no revelaron diferencia significativa; pero, en la segunda fase (10-30 minutos) de acuerdo al análisis de varianza,

revelo una significancia de 0.014 que es menor al permitido; por lo tanto, si habría diferencia estadística significativa en el tiempo de lamidos en segundos, con respecto al grupo control (suero fisiológico). Evidenciando una mayor eficacia el extracto obtenido mediante el método Soxhlet (16).

Berrocal Graciano, SK (2018), evaluó la actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y flavonoides totales de *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñunga". Las muestras de *Solanum nitidum* R. & P, durante el mes de enero de la comunidad de Huaraca, anexo de Vinchos, en Huamanga, región de Ayacucho. Para la actividad antioxidante se empleó los métodos de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y ABTS (2,2- Azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico), para la cuantificación de fenoles y flavonoides se usó el método de Folin - Ciocateau y cloruro de aluminio respectivamente. Para la identificación fitoquímica el ensayo de coloración y precipitación, pudiéndose evidenciar la presencia de taninos, flavonoides, catequinas, saponinas, alcaloides, cumarinas y quinonas. El contenido de fenoles totales y flavonoides fue de  $177,0 \pm 0,42$  mg EAG/g ES y  $45,6 \pm 0,13$  mg ERu/g ES respectivamente. La concentración inhibitoria 50 del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñunga" por el radical DPPH y ABTS fueron de  $228,8 \pm 0,36$  y  $544,8 \pm 0,57$   $\mu$ g/mL respectivamente.(2)

Pérez Solier, I. F. (2015); demostró la capacidad cicatrizante del cremigel que fue elaborado del extracto atomizado de las hojas de *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñunga". Para determinar el efecto cicatrizante se empleó el método de Montón J. En el extracto atomizado se determinó una marcha fitoquímica hallando la presencia de flavonoides, taninos, catequinas, alcaloides, saponinas y quinonas; se caracterizó mediante parámetros fisicoquímicos como: polvo de color verde, sabor amargo, humedad de 7,45% , cenizas 2,24% , muy soluble en agua, un rendimiento de 9,6%. El cremigel fue elaborado siguiendo las técnicas y los procedimientos de formulación magistral dermatológica. Se obtuvo un cremigel de aspecto homogéneo, color crema a marrón claro, de alta extensibilidad y poder de evanescencia, pH entre 6,30 - 7,43, no hallándose contaminación microbiológica. Se experimento con ratas wistar, a las que se provocó una herida en el lomo del animal, de un área de 1 cm<sup>2</sup>; se aplicó diariamente el cremigel para favorecer a la cicatrización, las heridas fueron fotografiadas bajo una escala medible cada dos días, para su cuantificación las imágenes fueron llevadas al programa de AutoCAD. Las ratas se dividieron en cinco grupos de trabajo: tres con la formulación al 1%, 2% y 4%, otro grupo estándar (Dermaclín plus®) y un blanco que mostro una cicatrización normal. Concluyendo que el cremigel elaborado a todas las concentraciones tuvo un mejor efecto cicatrizante que el estándar empleado.(17)

#### **1.4. Justificación e Importancia.**

A pesar de la gran diversidad de flora que cuenta el país y alto número de especies empleada en la medicina tradicional para el tratamiento de muchas dolencias, un gran porcentaje de ellas han sido escasamente estudiadas y otras tanto no tienen ningún tipo de estudio que respalde científicamente su utilización, es la cuestión de la especie en estudio en la presente investigación, planta oriunda de los Andes alto andino; en cuanto a estudios de la presencia de metabolitos secundarios y su relación a las propiedades atribuidas por la etnobotánica, en la búsqueda bibliográfica fueron muy escasos, sin embargo en cuanto al género posee una gran variedad de especies ampliamente estudiada sobre todo en el área de la alimentación (papa, tomate etc.). Para el presente estudio se ha recolectado la especie en el departamento de Ayacucho, provincia de Sucre, anexo de Poma; donde se le emplea para tratar ciertas dolencias de la población desde épocas ancestrales; por lo tanto la justificación e importancia de esta investigación, está encuadrada en el campo de contribuir al conocimiento con base científica de la composición y alguna propiedad determinada in vitro al extracto obtenido de esta especie que permita validar con bases científicas las propiedades terapéuticas atribuidas. La investigación sobre los metabolitos secundarios (compuestos bioactivos) y actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitidum* R y P nos permitió relacionar la presencia de algunos de estos compuestos y su propiedad terapéutica como antioxidante, teniendo en cuenta los diversos factores agro-climatológicos a que está sometida esta especie y sus posibles variaciones en el tiempo y espacio.

## 1.5. Objetivos de la Investigación.

### a. Objetivo General:

Determinar la presencia de compuestos bioactivos y el potencial antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay

### b. Objetivos Específicos:

Determinar los posibles grupos de componentes químicos responsables del potencial antioxidante en el extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay”.

Identificar el método antioxidante que presenta mayor potencial en el extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay”.

## 1.6. Marco Teórico

### 1.6.1. Genero *Solanum*

En angiospermas, *Solanum* L. (Solanaceae) es uno de los diez géneros más diversos. Incluye 1,234 especies y por esta razón lo han calificado como género gigante, hiperdiverso o megadiverso. Su distribución es cosmopolita, pero su mayor diversidad y endemismo están en el Neotrópico, la mayoría de las especies de *Solanum* son nativas de las regiones de América del Sur, especialmente en las alturas de los Andes. Ha colonizado diferentes hábitats, lo que se refleja en sus formas de vida que incluyen hierbas anuales y perennes, , lianas herbáceas, epífitas, bejucos, sufrutices, arbustos y árboles.(18) El género *Solanum* contiene especies comestibles y cultivadas con importancia económica y cultural mundial. La papa (*S. tuberosum* L.), el tomate (*S. lycopersicum* L.), así como la berenjena (*S. melongena* L.) son cultivadas principalmente por su valor alimenticio. La manzanita de amor (*S. pseudocapsicum* L.) y el solano de flor azul (*S. wendlandii* Hook.f.) se cultivan como ornamentales; la hierba mora (*S. americanum* Mill.) y el trompillo (*S. elaeagnifolium* Cav.) son usadas como especies medicinales y la mancamula o abrojo (*S. rostratum* Dunal) invade los cultivos, por lo que tiene importancia agrícola (18).

Generalmente estas especies, presenta tallo aéreo, angular o circular en varias sección transversales. Sin embargo, existe un grupo de especies al interior del género que, pueden presentar dos tipos de tallos ocultos o subterráneos: los tubérculos y los rizomas,

razón de que se las denomina como las especies tuberosas del género *Solanum* (19). Los rizomas están conformados por tallos laterales subterráneos más o menos largos que salen de la pedestal del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde subnodos emplazados en la base de los tallos aéreos y exhiben un desarrollo horizontal bajo la superficie del terreno. Cada rizoma, genera un tubérculo a través de un engrosamiento en su parte más distal (19). Estos tubérculos cumplen la función de órgano de almacenamiento. Los tubérculos son cubiertos por un ectodermo que brota al desgarrar la epidermis que se va engrosando con el tiempo. En toda su superficie existen "ojos", en hundimientos para proteger las yemas vegetativas que producen los tallos aéreos, que están dispuestos helicoidalmente (19).



Figura 1. Diversidad de frutos de las diferentes especies del género *Solanum*

Fuente:<https://revistacultivar-es.com/index.php/noticias/Los-cient%C3%ADficos-se%C3%B1alan-nuevos-datos-sobre-la-evoluci%C3%B3n-de-especies-del-g%C3%A9nero-Solanum>

A pesar de la gran implicancia económica del género *Solanum*, su taxonomía es aún bastante incompleta y confusa. Esto se da principalmente en los Andes tropicales donde se hallan la mayoría de las especies. El tamaño o números de especies combinado con el excesivo número de nombres publicados, muchas veces para la misma especie, ha hecho más difícil aún el trabajo taxonómico de *Solanum*. Como ya se ha mencionado sólo en el Perú, según la lista hecha pública por Brako & Zarrucchi, se registran 301 especies nativas, de las cuales 34% (102) fueron listadas como endémicas en el llamado Libro Rojo del Perú. Actualmente muchas especies nuevas se han descrito de esta región (20).

### 1.6.2. Especie *Solanum nitidum*.

Arbusto o árboles pequeños, 1-4 m de altura. Tallos densamente pubescentes, con finos tricomas déntricas gris; hojas simples, 6-9 cm alternas, venas primarias destacados y paralelas, algo alada en el peciolo, ápice agudo, márgenes enteros, estas son más anchas en árboles que crecen en la sombra y de haz brillantes; peciolo 1,5 cm de largo. Las inflorescencias terminales, aparecen más tardes lateralmente en los brotes, 3 - 7 cm de largo piramidal de ramificaciones 8-10 veces, de 1 0-20 flores simples de peciolo 2 - 3 cm de largo, limbo oblongo lanceolado 6 - 10 x 2.5 - 3.5 cm margen entero y subrayando, ápice acuminado, penninervio, base simétrica y asimétrica. Inflorescencia cimosa instaladas en racimos y panículas extras axilares contrapuestas a la hoja o terminales, las flores pueden variar de color dando flores azul moradas, rosáceas; la cáliz puede estar pubescente campanulado 3.5 - 4 x 2.5 - 3 mm pentalobulado, con los lóbulos iguales y agudos; la corola externamente pubescente aracnoidea interiormente pelados lobulada, 5 lóbulos oblongo elípticos desiguales; 5 estambres, anteras conniventes, dehiscencia longitudinal ovario bicarpelar, bilocular, numerosos óvulos, estigma capitado. Fruto o baya, globosa, 7-1 cm de diámetro, negro verdoso cuando están inmaduros, y de color rojo brillante al madurar, presenta pericarpio delgado, el cáliz lobuloso a 4 mm de largo y algo acrescentes y leñosas en la fruta, semillas aproximadamente 20 por bayas, de color marrón rojizo aplanadas, con numero de cromosomas desconocidos. (17,21)



Figura 2. Planta de la especie *Solanum nitidum* en lugar de recoleccion.

### Distribución de *Solanum nitidum* “ñuñungay”.

Desde el centro del Ecuador hasta Bolivia desde los 3000 a 4000 msnm

Ampliamente distribuida entre los 2 000 - 3 900 msnm toda la sierra peruana y extendida inclusive a menores altitudes, donde es usual encontrarla a orillas de los caminos, de las chacras, las viviendas y a las orillas de los ríos.

El *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñunga", crece de forma silvestre en la altura de las zonas altoandinas. Según Berrocal, en el departamento de Ayacucho, lo podemos encontrar en la quebrada Marcapampa, carretera Los Libertadores, pasando la quebrada a 14 Km lineales al sur oeste de Vinchos a 3650 m (2); para el caso del presente estudio fue recolectada por el autor en el Distrito de Poma, Provincia de Sucre, Región Ayacucho. Es un componente común de las zonas de elevación en el Perú y Bolivia, también es cultivada en jardines domésticos por sus propiedades medicinales.



Figura 3. Distribución de *Solanum nitidum* en América

Fuente:

<https://www.gbif.org/es/species/2930198/treatment>

## **Ecología**

*Solanum nitidum* Ruiz & Pavon prefiere microhábitats húmedos en puna (pastizal de gran altitud) y bosques nubosos de montaña; a lo largo de arroyos y en los bordes de parches de bosque, en suelos francos o franco arenosos, se acomoda a la pedregosidad media o baja y los suelos de baja depresión. Dentro de la flora peruana, el género *Solanum* L. es uno de los que cuenta con mayor cantidad de especies. En Perú se ha reportado 276 especies, de donde 253 son nativas, en tanto que 23 son introducidas. Así mismo, el 29% de las especies nativas (74 especies), son las más abundantes o endémicas en nuestro país. Estas especies se pueden observar entre 2500 y 3000 m, sin embargo, las especies endémicas crecen entre 3000 y 3500 m, (2,15,17)

## **Taxonomía**

La muestra vegetal fue identificada en el museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (N°168-USM-MHN-2023) según el sistema de clasificación de APG IV (2016). *Solanum nitidum* “ñuñungay”.

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Género:** Solanum

**Especie:** *Solanum nitidum* Ruiz & Pav

Nombres comunes: Perú: yurah nuñumia, ñuñumia, nunumaya, ñuñuccai, ñuñunquia, rapace, huisacassa, campucassa, cahuincho, catruincho, illauru, tacachilla. Bolivia: chinchichinchi, nuñumaya, takachilla.(21)

## **Usos tradicionales de *Solanum nitidum* “ñuñungay”.**

Según información recolectada de la etnobotánica, esta planta es empleada para diversos usos en la medicina natural desde tiempo de nuestros antepasados. Su uso más frecuente es en las zonas altoandinas, usado como cicatrizante analgésico antipirético, antiespasmódico.

La infusión de 2-3 frutos de ñuñunga, en un jarro de agua hervida como bebida, se da a los niños que poseen dificultad para hablar. Como tratamiento para la bronconeumonía, se usa

el preparado siguiente: el jugo de 20 frutos maduros de ñuñunga se mezcla en una botella con tres copas de alcohol o Singani y la cuarta parte de un jarro de infusión de manzanilla y miel de abejas al gusto, ya que los frutos de ñuñunga son muy amargos. Se bebe durante tres días, una cucharada por la mañana, a medio día y por la noche (19). El cocimiento de los frutos se emplea en baños para bajar la fiebre y para combatir el raquitismo de los niños. Este cocimiento en caliente calma los dolores del reumatismo y la gota. Las hojas soasadas de ñuñunga son un buen remedio para el tortícolis y otras dolencias que imputa a un golpe de aire, las mismas deben ser aplicadas en los lugares afectados, las hojas molidas y aplicadas en los lugares afectados son analgésicas, se utilizan en caso de quemaduras, forúnculos, úlceras irritadas. Los frutos maduros se utilizan para destetar a los niños, untando con su jugo los pezones de la madre (probablemente el origen del nombre común en quechua) (15). El cocimiento de las hojas y frutos lavados se usa para curar las grietas o heridas leves producidas por accidentes domésticos. Este jugo untado en los párpados y alrededor de los ojos, aclara la vista. La planta es también utilizada como detergente. Los baños realizados con el cocimiento de las hojas (30 g/L) aproximadamente, son usados como febrífugo, de preferencia por las noches. Puede usarse también la trituración de las hojas (30 gr aproximadamente), posteriormente amarrarlas en la planta de los pies, hasta que baje la temperatura o en caso de cefaleas (2, 21).

Psicotrópico, el conocimiento de toda la planta al beberlo produce mareos muy fuertes y en algunos casos alucinaciones. Ornamental, es apreciada por el color de sus flores y frutos (2).



Figura 4. Flor de la especie *Solanum nitidum*.

### 1.6.3. Antioxidante

Muchas plantas se desarrollan en condiciones desfavorables como: temperaturas extremas, sequía, metales pesados, deficiencias de nutrientes y alta salinidad, por lo que generan altas concentraciones de especies reactivas de oxígeno (ERO), que les pueden causar un estrés oxidativo. Para evitarlo, las células o los organismos cuentan con un complejo sistema antioxidante constituido por elementos enzimáticos y no enzimáticos. Las moléculas del sistema no enzimático poseen diversos mecanismos de acción, como la inhibición enzimática, la quelación de oligoelementos involucrados en la producción de las especies radicalarias, la captación y activación de especies reactivas o el aumento de la protección mediante otras defensas antioxidantes (22). Algunos de los compuestos derivados del metabolismo secundario, concretamente los compuestos fenólicos, desempeñan un papel esencial contra el estrés oxidativo. Se sabe que estos compuestos actúan como antioxidantes no solo por su capacidad de donar hidrógeno o electrones, sino también por ser intermediarios radicales estables. Los compuestos fenólicos también tienen efectos protectores en humanos cuando las plantas se consumen como alimento. Generalmente, la capacidad antioxidante de los fenoles en extractos vegetales es efectiva a bajas concentraciones y, en humanos, se asocia con la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer (22). Se denomina antioxidante dietético a una sustancia que constituye parte de los alimentos de consumo frecuente y que puede ayudar en la prevención de los efectos adversos originados por las especies reactivas sobre las diversas funciones fisiológicas normales de los humanos. Las propiedades de los antioxidantes deben estudiarse no solo por sus diversas interacciones químico-biológicas; sino también por su función que cumple en evitar el deterioro oxidativo que están expuestos a los alimentos. Se emplean en la industria alimentaria adicionándose a las grasas y otros productos para lograr retrasar los procesos de oxidación, en tanto previenen el inicio de la rancidez oxidativa de las grasas especialmente (23).

El primer paso para cuantificar la actividad antioxidante de un extracto vegetal es seleccionar el método adecuado. Existe una gran variedad de métodos para determinar este parámetro, y la variabilidad de las condiciones experimentales encontradas en la literatura para cada uno de ellos dificulta dicha selección y la posibilidad de comparar fácilmente los resultados obtenidos con los de otros autores. Todo esto dificulta la jerarquización de las plantas según la actividad antioxidante de sus extractos. Los resultados de diferentes métodos para distintas especies deben analizarse mediante procedimientos descriptivos de técnicas estadísticas multivariantes para establecer el

mejor método que permita ordenar o seleccionar los extractos vegetales según su nivel de actividad antioxidante (22).



Figura 5. Tipos de antioxidantes presentes en el organismo

### **Mecanismos de acción de los antioxidantes**

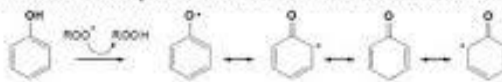
Los métodos disponibles para cuantificar la actividad antioxidante pueden clasificarse según el mecanismo de acción, por el cual los compuestos aplicados detienen las reacciones de rotura de cadena. Se pueden clasificar en dos grupos: transferencia de átomos de hidrógeno (TAH) (reacciones de transferencia de átomos de hidrógeno) y transferencia de un solo electrón (TES) (reacciones de reducción de compuestos mediante transferencia de electrones desde un antioxidante). Independientemente del mecanismo, el resultado final es igual, pero la cinética y las reacciones colaterales son totalmente diferentes (22,23).

Entre los métodos SET, los más utilizados son el ensayo de reducción férrica (FRAP), el ensayo de capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC o ABTS), el ensayo de reducción de cobre (CUPRAC) y el ensayo de poder reductor (PR). Los ensayos de reacción de transferencia de átomos de hidrógeno incluyen el ensayo de DPPH, el blanqueo con crocina, el ensayo del parámetro antioxidante de atrapamiento de radicales peroxilo total (TRAP), el ensayo de capacidad de eliminación de radicales oxi totales (TOSC) y el ensayo de capacidad de absorción de los radicales de oxígeno (ORAC). En una reacción tipo HAT, se inactiva el radical por donación de un átomo de hidrógeno a través del antioxidante. El nuevo radical así formado es altamente más estable que el inicial. La reacción HAT está determinada por la entalpía de disociación del grupo donador de hidrógeno en la molécula antioxidante. Las reacciones HAT dependen del pH y del solvente, y generalmente son muy rápidas (23-25).

• Mecanismo por transferencia de un átomo de hidrogeno (HAT)



Estabilización por resonancia de un radical antioxidante



• Mecanismo por transferencia de un electrón (SET)



Figura 6. Mecanismo de acción de los antioxidantes

Fuente:[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242019000200433](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242019000200433)

### Beneficios de los antioxidantes

Los antioxidantes están relacionados con numerosos beneficios para preservar la salud, en especial en tratamiento de ciertas enfermedades como el caso de la diabetes en donde los posibles mecanismos de acción de los antioxidantes se asocian con la posible inhibición a nivel del intestino delgado en la digestión de los carbohidratos, particularmente la glucosa, la cual podría también modular su liberación por el hígado. Podrían a la vez estimular la liberación de insulina en el páncreas y a la vez activa los receptores de esta y de alguna forma lograr activación de la recaptura de glucosa a nivel de los tejidos blancos para las hormonas. Otros efectos pueden darse a través de la modulación de diversas rutas genéticas. Un dato notable es que la administración de la metformina utilizada para el tratamiento de pacientes diabéticos, resulta poseer en un poderoso antioxidante que disminuye la generación de radicales libres (26). En tema del cáncer se sostiene que pueden impedir que este surja, aunque no se conoce con certeza cómo. Algunos mecanismos o vías serían: Contribuyen a contener las transformaciones liberadas por el ataque de los radicales libres. El adicionar  $\beta$  caroteno ayuda a inmovilizar los cambios malignos ocasionados por los radicales libres, lo que previene que éstos ataquen el material hereditario en las células (24,27, 28).

Según estudios: “Los antioxidantes pueden actuar como eliminadores de radicales, descomponedores de peróxido, donantes de hidrógeno, de electrones, inhibidores de moléculas de oxígeno, inhibidores de enzimas, sinergistas y quelantes de metales”. Otras investigaciones han revelado que los suplementos antioxidantes pueden coadyuvar a

reducir la pérdida de visión ocasionada por la degeneración macular en personas de edad (29).

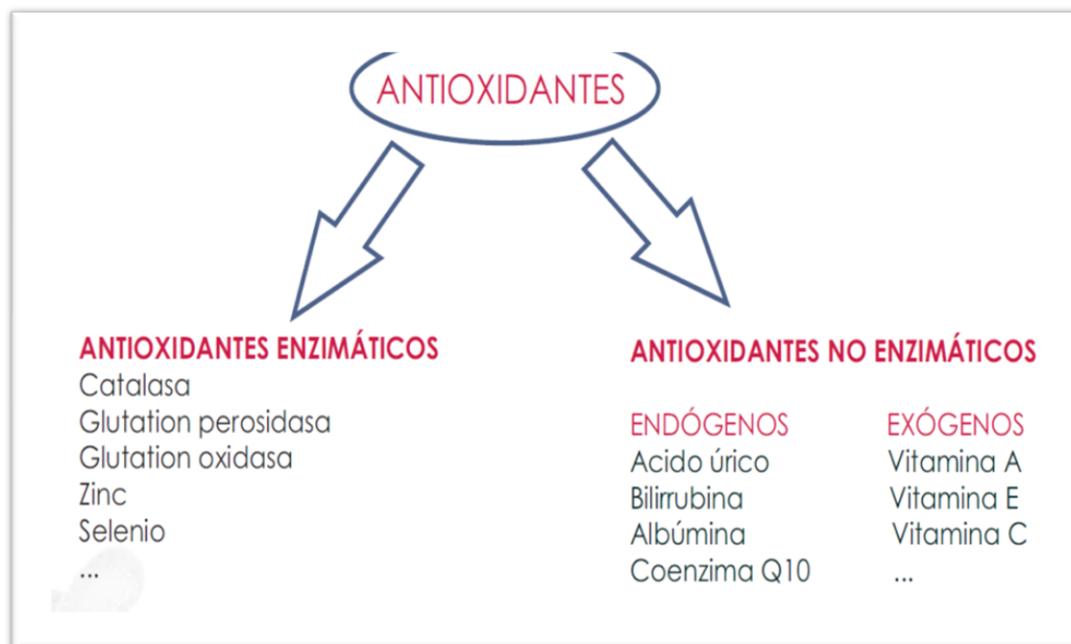


Figura 7. Clasificación de antioxidantes en el organismo

Fuente: <https://eurospes.com/estres-oxidativo/>

#### 1.6.4. Radicales Libres

Un radical libre es una sustancia química que posee en su conformación estructural uno o más electrones no compartidos o apareados. Es una especie altamente reactiva e ideal para conformar otros radicales libres en una serie de reacción en cadena, de vida media de microsegundos, transcurren en una vertiginosa propagación con las moléculas aledañas y produciendo un mayor daño potencial. En los seres humanos, los radicales libres se forman en la cadena transportadora de electrones a nivel mitocondrial con la participación de los diversos complejos respiratorios como el I y II. Un radical libre podrían alterar un millón de moléculas durante el proceso de una reacción en cadena. Los compuestos que los conforman son parte de las denominadas especies reactivas del oxígeno (ERO) o ROS (Reactive Oxygen Species) (28-30).

Los radicales libres se forman de manera natural durante la actividad física moderada y se acrecientan durante la actividad física vigorosa, también se generan por algunos contaminantes ambientales, (atmosféricos, acuáticos, de suelos), ciertas radiaciones (ultravioleta, hertziana, gamma), entre otros. Se les suele asociar con el uso o consumo de tóxicos tales como: el alcohol, drogas y tabaco o debido a una mala e inadecuada

alimentación , exposición a pesticidas, herbicidas, fertilizantes. Se incluye además como una causa el metabolismo de ciertos compuestos químicos y elevado estrés físico o psíquico (29).

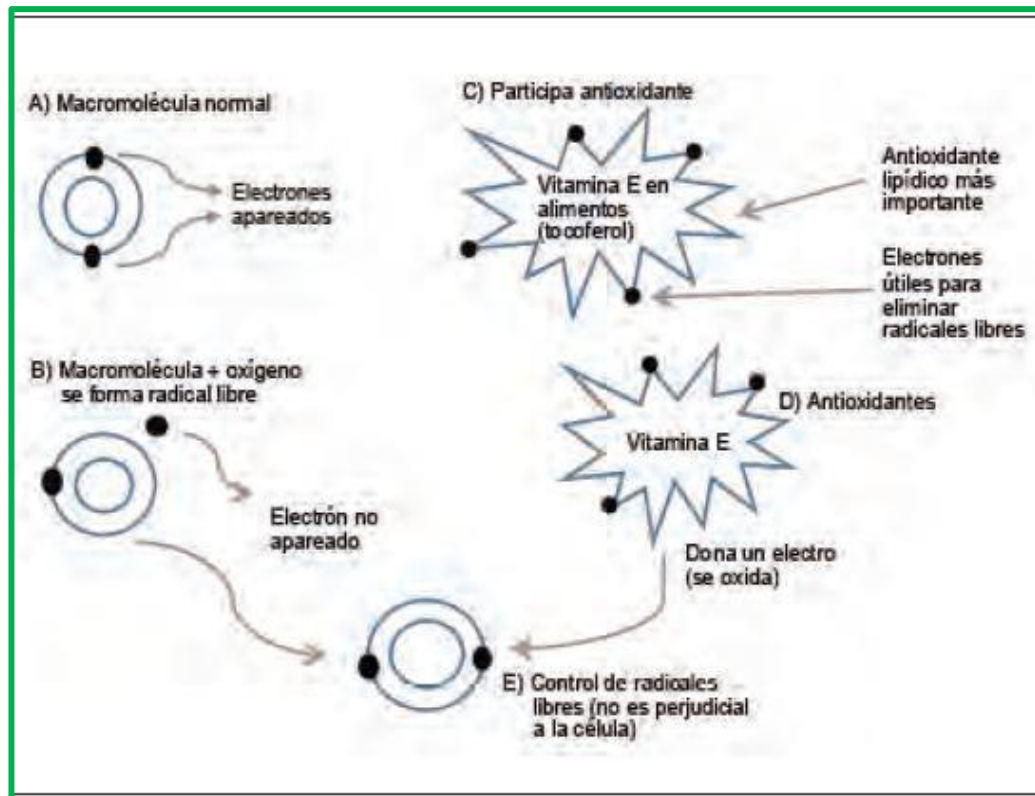


Figura 8. Fuentes de formación de radicales libres.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182015000200014&script=sci\\_arttext&tln\\_g=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182015000200014&script=sci_arttext&tln_g=pt)

### 1.6.5. Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo, es un mecanismo celular que ocurre en toda célula y no ha de confundirse con el estrés derivado de los diversos problemas cotidianos que enfrenta el organismo humano en su día a día (familia, trabajo, trámites, entre otras). El estrés oxidativo es una expresión relacionada a los procesos celulares y al efecto ocasionado por un radical libre que la perturba en su funcionamiento; así en condiciones normales existe un equilibrio entre la generación normal de radicales libres u otras especies reactivas con los diversos mecanismos antioxidantes del organismo (exógeno y endógeno). Este equilibrio admite que la toxicidad por los procesos oxidativos sea menor y por ende menor daño celular. Cuando se quiebra el equilibrio, éste se podría relacionar con un déficit en el sistema antioxidante o por la generación descontrolada a nivel celular de los radicales libres (27-29).

### CONTROL BIOLÓGICO DE LOS PROCESOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN

Existen dos vías fundamentales por la cual el organismo puede protegerse de los radicales libres, ya sea neutralizándolos o impidiendo su generación, mediante el sistema enzimático y el no enzimático (constituidos por sustancias endógenas y exógenas) y su interacción puede llevarse a cabo a nivel intracelular o extracelular. Con respecto a la vía endógena por lo general demanda apoyo externo y por ello se encargan una suplementación de los antioxidantes exógenos que forman parte de la dieta diaria y cuyo papel es relevante dado complementa a los antioxidantes endógenos. Las más importantes defensas antioxidantes endógenas están constituidas por el complejo superóxido dismutasa, la glutatión peroxidasa, la catalasa, el betacaroteno, tocoferoles, ácido úrico, radical sulfidrilo, alopurinol, ácido ascórbico (vitamina C), el Ginkgo Biloba (EGb 761) "barredor" de radicales libres y con acción antiPAF (Factor de Activación Plaquetaria), las sustancias quelantes, la N-acetilcisteína, el probucol y el glutatión reducido (29-31).

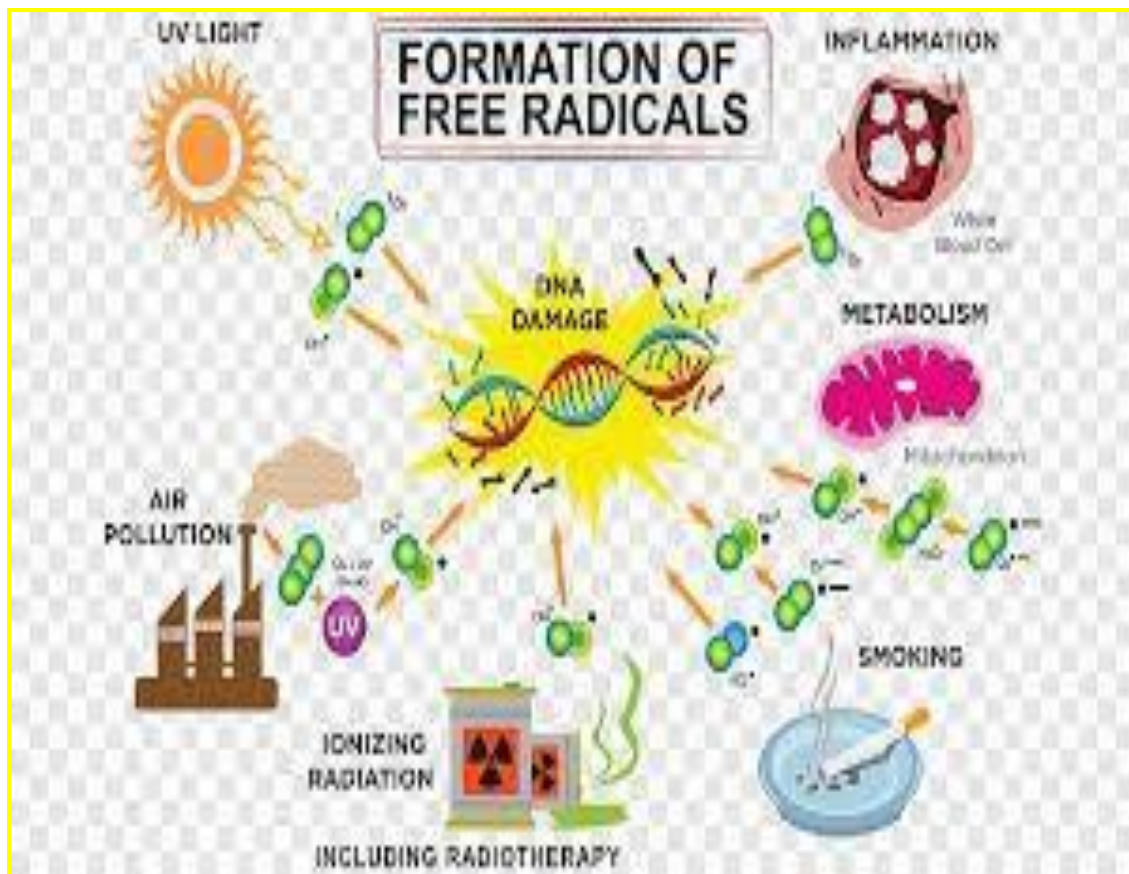


Figura 9. Representación esquemática del estrés oxidativo

Fuente: <https://www.institutovalencianodeozonoterapia.com/estres-oxidativo/>

## **II. Estrategia metodológica**

### **2.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación**

#### **2.1.1. Tipo**

La presente investigación se enmarca en el tipo básica por el hecho que pretende obtener información básica o fundamental de la especie propia del lugar de origen; así como, describir las condiciones agroclimáticas en que se ha desarrollado y de la cual se ver la posible composición de metabolitos secundarios que la caracteriza (32).

#### **2.1.2. Nivel de Investigación:**

Descriptivo y explicativo. - La presente investigación se considera descriptiva, porque nos permitió describir los tipos de metabolitos secundarios presente en el extracto revelados en el screening y explicar la relación existente con la actividad antioxidante determinada por los diversos métodos empleados (32).

#### **2.1.3. Diseño de Investigación:**

Analítico -experimental. - Basada en la recopilación de resultados adquiridos a través de la aplicación de diferentes técnicas analíticas propias para la investigación realizada, las mismas que permitieron conocer la presencia de ciertos grupos de sustancias y cuantificar otras como la actividad antioxidante, en los cuales controlamos la concentración del extracto para ver el comportamiento de dicha actividad como una relación causal (32).

### **2.2. Lugar de Investigación:**

Ambientes de los laboratorios de Análisis Instrumental y de Química General del Departamento de Ciencias Química de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

### **2.3. Materiales de Trabajo**

#### **2.3.1. Materiales de Laboratorio:**

- Fiolas 10, ml 50 ml, 100 ml y 250 mL
- Probetas de 100, 200 y 500 mL
- Matraces boca ancha
- Varillas agitadoras de vidrio
- Vasos de Baker

- Placa de porcelana de reacción
- Peras de bromo
- Placas de Petri
- Embudos vástago largo
- Tubos de ensayo de 1,3 x 120
- Gradillas de metal
- Espátulas de plástico
- Vasos de precipitado
- Soporte universal metálico
- Luna de reloj
- Pinzas metálicas crisoles
- Pipetas de 5 y 10 mL
- Micropipetas de 10-100 uL
- Micropipetas de 100- 1000uL
- viales ambar
- Pipeteador
- frasco goteros
- placa cromatofolios
- Crisol de porcelana 75C
- Pinza de metal
- Aro de Soporte

### **2.3.2. Equipos de Laboratorio:**

- Balanza Analítica
- Horno mufla
- pHmetro
- Evaporador rotatorio
- Estufa
- Molino analítico
- Bomba de vacío

- Baño ultrasonido
- Espectrofotómetro Ultravioleta-Visible
- Ventilador
- Cocinilla eléctrica
- Lámpara ultravioleta
- Refractómetro

### **2.3.3 Reactivos**

- Agua destilada
- Alcohol 70°
- Alcohol 98°
- Metanol
- Diclorometano
- Cloroformo
- Amoníaco
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Gelatina
- Ninhidrina
- Reactivo de Dragenffor
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Tricloruro férrico
- Limadura de magnesio
- Ácido acético glacial
- Ácido nítrico
- Anhídrido acético
- 2,2- diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH)
- Acetato de sodio
- 2,4,6- tripiridyl-s-triazida (TPTZ)
- Trolox Hoffmann
- ABTS
- Persulfato de sodio
- Acetato de amonio

### **2.3.4 Otros**

- Papel aluminio

- Papel toalla
- Papel higiénico
- Guantes
- Mascarillas
- Papel filtro
- Detergente
- Paños yes
- Marcado indeleble

## **2.4. Hipótesis y Variables.**

### **2.4.1 Hipótesis**

#### **a. General:**

La presencia de los compuestos bioactivos en el extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay” serían los responsables del potencial antioxidante.

#### **b. Especificas**

Los compuestos de naturaleza flavonoide serían los responsables del potencial antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay”.

El método DPPH presentará mayor potencial antioxidante en el extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay”.

## 2.4.2 Variables

V. Independiente		
Variable	Indicador	Índice
Extracto etanólico de las partes aéreas de <i>Solanum nitidum</i> “ñuñungay”.	Metabolitos secundarios.	Reacciones de coloración y precipitación.
	Parámetros físicoquímicos.	Sólidos totales, sólidos solubles, pH, cenizas.
V. Dependiente		
Variable	Indicador	Índice
Actividad Antioxidante.	Método DPPH	IC <sub>50</sub>
	Método FRAP	TEAC
	Método ABTS	TEAC

## 2.5. Población y Muestra

### 2.5.1 Población

Especies de *Solanum nitidum* “ñuñungay” que crecen en el Departamento de Ayacucho, provincia de Sucre, distrito de Poma.

### 2.5.2. Muestra

Partes aéreas de *Solanum nitidum* “ñuñungay”.



Figura 10. Ubicación geográfica de la provincia de Sucre, departamento de Ayacucho

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Sucre](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Sucre)

## 2.6. Métodos, técnicas y procedimientos para la recolección de datos

### 2.6.1 Recolección y clasificación de la muestra vegetal

La especie vegetal *Solanum nitidum* “ñuñungay” fue acopiada en el distrito de Poma, Provincia de Sucre, Departamento de Ayacucho, la recolección se realizó en las primeras horas del día, empleando una tijera simple y bolsas de papel Kraft, un aproximado de 10 kilos de la especie, posteriormente esta fue transportada al laboratorio de Química General de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Una fracción de la especie vegetal que contuviera hojas tallos, flores y hasta fruto fue enviada al Museo de Historia Natural de la UNMSM para la clasificación taxonómica respectiva (33).

### 2.6.2 Tratamiento de la muestra vegetal

- Selección: Consistió en recolección de las plantas adultas de *Solanum nitidum* “ñuñungay, que contenían hojas, tallos y flores; descartamos aquellas que estaban en mal estado como picadas por insectos o aves; siendo estas luego colocadas en bolsa de papel.
- Limpieza: Se procedió a la limpieza de las muestras recolectadas, esta etapa consistió principalmente en eliminar todo tipo impurezas o partes extrañas a la especie; así como las partículas de tierra para evitar alguna alteración durante el proceso.
- Secado: En las mesas de trabajo del laboratorio de Química General se colocaron pliegos de papel, sobre los que distribuyeron las plantas seleccionadas para el estudio, teniendo en consideración de no estar superpuestas, ya que se debe secar sin acción de la luz directa del sol para evitar que altere su composición, esta etapa se realizó por un tiempo de aproximadamente 20 días hasta obtener un secado homogéneo.
- Conservación: Se trituro en pedazos pequeños, para luego ser guardada en bolsas elaboradas de papel Kraft hasta que se realice la posterior etapa del estudio.

### 2.6.3. Obtención del extracto etanólico

Se obtuvo un extracto etanólico por maceración (12), que consiste en dejar en reposo unos 600g de planta seca y triturada, con una porción del solvente, etanol al 96 v/v, cuyo objetivo es la difusión de compuestos bioactivos desde la droga al solvente en un periodo de 15 días, con remoción continua con el fin de tener una mayor eficiencia en la extracción; después se filtró para obtener el sobrenadante que se evaporo dando, como resultado el extracto seco.

### 2.6.4 Screening Fitoquímico:

El screening fitoquímico o tamizaje es la fase inicial de los estudios fitoquímicos, que nos permite acceder a la identificación cualitativa de los principales grupos de compuestos secundarios que se hallen presentes en los extractos obtenidos de las plantas, lo que se realiza en la extracción y/o fraccionamiento, para el aislamiento e investigación de los posibles grupos de interés (33,34).

## **Fraccionamiento**

A partir del extracto crudo obtenido, se realizó el fraccionamiento con solventes de diferentes polaridades. Inicialmente se aparta una pequeña fracción del extracto crudo que se le denominó **Fracción A** (33).

Se tomó una considerable porción del extracto crudo disolviéndose con dos porciones de solución de HCl al 1% (2x20 mL), luego se filtra en cada vez y se obtuvo dos partes:

**Insoluble:** que fue lavada con agua destilada hasta pH neutro, se disolvió con 5mL de diclorometano, secando los residuos acuosos con sulfato de sodio anhidro, se filtró, constituyendo **la Fracción B** (33).

**Solución ácida:** resultado del filtrado, se alcaliniza con amoníaco diluido, y se coloca en una pera de extracción y se extrae con dos porciones de diclorometano (100mL) obteniéndose dos fases:

- **Fase diclorometánica,** que se lavó con porciones de 10 mL de agua destilada, luego se procedió a secar los restos acuosos con sulfato de sodio anhidro, se filtra para obtener **la Fracción C**.
- **Acuosa:** se extrajo con dos porciones de 50 mL de la mezcla diclorometano:etanol (3:2), Obteniéndose dos fases:

Fase Orgánica: (Diclorometano-etanol) se extrae o seca dos porciones de 10 mL de solución de sulfato de sodio anhidro saturada, se juntan las porciones acuosas, la fase orgánica se satura con sulfato de sodio anhidro deshidratándose con 1g. Se filtra y esto constituye la llamada **Fracción D** (8).

Fase Acuosa: Se unieron todos lavados acuosos procedentes de las extracciones de las diferentes fases orgánicas para constituir **la Fracción E**.

**Fracción F**, se mezcló 1g de extracto crudo con 20 mL de agua destilada, se llevó al ultrasonido y posteriormente se hirvió por 15 minutos, se pasó por papel filtro y lleva a volumen de 10 mL, se enfrió.

## **Reacciones de reconocimientos de grupo de metabolitos sobre las fracciones:**

Se procedió realizar las diferentes reacciones de coloración o precipitación que permitió identificar la presencia o ausencia de los grupos funcionales de metabolitos secundarios en el extracto (34)

### **Fracción A**

#### **Detección de Taninos:**

- 1. Reacción gelatina-Sal.-** En tres tubos de ensayo se le agrego 0.5 mL de solución de extracto crudo.

En el 1° tubo se añadió 1 mL de NaCl 5%,

En el 2° tubo se agregó 1 ml de solución de gelatina 1%

En el 3° tubo una mezcla de las soluciones de gelatina y sal en partes iguales,

La observación en el tubo 3 de un precipitado; así como, en los tubos 1° y 2° revelo la presencia de taninos (33).

- 2. Reacción de Cloruro Férrico.-** Se depositó en un tubo de ensayo 0,5 mL de la solución de la fracción A y se adicionó unas gotas de la solución de  $FeCl_3$  1% . La reacción resulto positiva por la formación de complejos de color azul-verdoso.

#### **Detección de Flavonoides**

- 1. Reacción de Shinoda.-** Se ubica una parte de la Fracción A en un tubo de ensayo, se adiciono unas limaduras de magnesio y 3 gotas de HCl concentrado. El cambio de color a tonos de color rojo-anaranjado indico que la reacción fue positiva.

#### **Detección de Aminoácidos**

- 1. Reacción de Ninhidrina.-** En tiras de papel filtro se colocaron con una pipeta capilar:

1. Una gota de la solución de la Fracción A, y una gota de solución acetónica de ninhidrina al 2%.
2. Blanco: Solución acetónica de ninhidrina al 2%.

Las tiras se secaron a temperatura ambiente, posteriormente se colocaron en estufa por media hora.

La reacción resulto positiva cuando la muestra exhibo un color azul violáceo.

### **Fraccion B**

#### **1. Detección de Triterpenoides y/o Esteroides: (33,34)**

**Reacción de Liebermann Burchard:** Se coloco 1 mL de la fracción en un tubo y se adiciono 5 gotas de ácido acético, luego agrego 3 mL de una mezcla anhídrido acético/ácido sulfúrico en proporción 50:1.

La reacción positiva se evidencia a la aparición de colores entre verdes, azul verdoso.

#### **2. Detección de Antraquinonas:**

**Reacción de Bornträger:** Se disolvió una porción de la fracción B en diclorometano, a la cual se adiciono 5 mL de solución de NaOH 5%, agitando suavemente. La reacción fue positiva a la aparición de un color rojo en la fase acuosa (33,34).

### **Fracción C**

#### **1. Detección de Triterpenoides y/o Esteroides:**

Se realizo de forma similar a como se indicó en la fracción B.

#### **2. Detección de Alcaloides**

En 4 tubos independientes se ubicaron 2 mL de la solución de la Fracción C y 1 mL de solución de HCl 1% y se adiciono a lo siguiente en cada tubo:

- ✓ **Blanco:** se toma como referencia de observación
- ✓ **Dragendorff:** Se agrego 2-4 gotas de reactivo y revelo la formación de precipitado de color anaranjado.
- ✓ **Mayer:** Se adiciono 2 - 4 gotas de reactivo y observo la presencia de precipitado color blanco.
- ✓ **Hager:** Se agrego 2 - 4 gotas de reactivo respectivo, revelando la aparición un precipitado de color amarillo.

### **Fracción D**

Se llevo a sequedad una porción de la fracción y luego se disolvió en 2,5 mL de etanol, se realizó las siguientes reacciones:

**Detección de Flavonoides:**

Reacción de Shinoda, como se indicó anteriormente

**Detección de Leucoantocianidinas y catequinas:**

1. **Reacción de Rosenheim:** se tomó 0,2 mL de la solución fracción D, agregando 0,1 mL de HCl concentrado, luego se llevó por 10 minutos a 100 °C. Se enfrió, y agrego 2 mL de agua y 0,4 mL de alcohol amílico, agitando suavemente y observa aparición de color roja en la fase amílica.

La aparición de color rosado débil es indicativa de reacción positiva, para antocianidinas, .

**Detección de Cardenólidos:**

Se efectuó la reacción de kedde que dio un resultado negativo.

**Detección de Esteroides y/o Triterpenoides:**

A través de la reacción de Liebermann Burchard antes indicada anteriormente (35).

**Detección de Alcaloides:**

Mediante las reacciones de Dragendorff, Mayer, Hager antes mencionadas (35).

**Fracción E**

**Detección de Flavonoides:**

Mediante la reacción de Shinoda que dio un resultado positivo.

**Detección de Leucoantocianidinas:**

Mediante la reacción de Rosenheim que resulto negativa

**Fracción F**

**Detección de Saponinas**

1. **Prueba de Espuma.-** En dos tubos de ensayo se colocó 2,5 mL de la

solución del extracto en cada uno y se agito vigorosamente por espacio de un minuto. Se deja en reposo durante 15 minutos y observa la formación de espuma. Si la altura de la espuma fuera menor de 5 mm, la reacción es negativa (33).

## **Procedimiento de Caracterización Fisicoquímicas**

### **Sólidos totales: AOAC 925.03B**

Determinación: se pesó aproximadamente 2 g del extracto seco en una placa Petri, previamente seca a 130°C por una hora, luego de enfriada en un desecador cuando alcanza la temperatura ambiente fue tarada.

Se seco la placa a  $130 \pm 3^\circ\text{C}$  por una hora (desde cuando la estufa alcanza la temperatura de los 130°C), luego se cubrió la placa con su tapa dentro de la estufa y transfirió al desecador y peso cuando alcanza la temperatura ambiente. Reporto la pérdida de peso como humedad (35).

### **Sólidos solubles: AOAC 932.12.**

Se determino por el método refractométrico, en el cual se preparó una suspensión al 10% y luego de calibrar el equipo se realiza la medición directamente en la escala de grado Brix (35).

### **Cenizas: AOAC 923.03 Ash**

Determinación: Peso de 1 a 3 g del extracto seco bien mezclado dentro de un crisol previamente incinerado a la temperatura de tratamiento (550°C) y enfriado en un desecador. Incinero en la mufla a 550°C aproximadamente hasta la aparición de cenizas blanca o ligeramente grises. Se Enfrió en el desecador y peso tan pronto alcanzo la temperatura ambiente. Calculo el residuo como cenizas totales (35).

### **pH: AOAC 981.12 pH**

Se determino por el método electrométrico (pHmetro), en el cual se prepara una suspensión al 10% y luego de calibrar el equipo se realiza la medición directamente (35).

## **Métodos Para Determinar la Actividad Antioxidante:**

### **Determinación de actividad antioxidante por método DPPH:**

El Fundamento del método desarrollado por Brand-Williams et al., DPPH (2, 2 – difenil-1-picrilhidracilo) este método se utiliza para evaluar la actividad antioxidante tanto en alimentos como extractos vegetales, basado en la reducción del radical estable DPPH, se manifiesta como un cambio en la coloración azul-violeta, hacia amarillo pálido frente a un compuesto con capacidad antioxidante; la absorbancia es medida espectrofotométricamente a 515 nm.

Para el protocolo desarrollado se utilizaron 3.1 mg del radical DPPH y se diluyeron en 100 ml de etanol al 96 v/v y se determinó que la absorbancia se encuentre entre 0.9 - 1.0 a la longitud de onda anteriormente indicada, constituyendo esto el blanco de reactivo. Se tomo, 2,9 mL de la solución de reactivo y se adiciono 100 uL de cada una de las diferentes soluciones preparadas de las muestras, se agita vigorosamente y se dejó en reposo por espacio de 30 minutos, luego de lo cual se volvió a medir su absorbancia (35,36). Se expresa el porcentaje de inhibición de las soluciones de las muestras trabajadas con la siguiente ecuación.

$$\%Inh = \frac{(\text{Absorbancia del blanco} - \text{Absorbancia de la muestra})}{\text{absorbancia del blanco}} \times 100$$

Luego esto nos permite hallar una curva de correlacion entre concentracion del extracto y el porcentaje de inhibicion respectivo y expresar el resultado final cono IC50 que es la concentracion del extracto que inhibe la absorbancia del radical en las condiciones trabajadas (35,36).

### **Determinación de actividad antioxidante por método FRAP:**

Se empleó la metodología recomendada por Benzie y Strain (1996), método empleado para evaluar la capacidad antioxidante de una solución de una muestra debido con su capacidad para reducir el hierro en estado férrico ( $Fe^{+3}$ ) presente en el complejo de la 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) hasta la forma de hierro en estado ferroso ( $Fe^{+2}$ ), debido a la donación de electrones de los antioxidantes (35,37).

Se prepara el reactivo FRAP que está compuesto de solución buffer acetato de sodio 300mM, el TPTZ 10 mM en HCl 40mM y sulfato férrico 20 mM solución acuosa, mezclado en la proporción 10:1.1, se toma 3mL de este reactivo se le mide

su absorbancia luego se adiciona 100ul del extracto o patrón a utilizar se deja reaccionar en oscuridad por 30 minutos y luego se mide la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm. Los resultados se expresarán como valores TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity), a través de la construcción de una curva de calibración o cuantificación empleando diferentes concentraciones del Trolox como estándar (35,37).

#### **Determinación de actividad antioxidante por método ABTS:**

Este ensayo reportado por Arnao et al. (2001), se fundamenta en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS<sup>+</sup>, debido a la interacción con especies donantes de hidrógeno o de electrones. El radical ABTS<sup>+</sup> es un cromóforo que absorbe a una longitud de onda de 734 nm (35,38).

Se prepara el radical pesando 0,0504 g del reactivo ABTS y se disuelve en 5 mL de agua ultrapura luego se adiciona 6,7 mg de persulfato de potasio se disuelve y se enrasa a un volumen de 10 mL. se deja en incubación en la oscuridad por espacio de 16 a 18 horas. Posteriormente se toma 1 mL y se disuelve en aproximadamente 70 ml del solvente a trabajar (en nuestro caso etanol), se mide la absorbancia a 734 nm que debe estar entre  $0.68 \pm 0,02$  unidades (blanco de reactivo).

De esta solución se toma 2ml en una celda y se adiciona 50 ul de cada una de las soluciones de la muestra problema o del patrón a trabajar se agita y se deja en reposo por espacio de 30 minutos en oscuridad luego de lo cual se vuelve a medir la absorbancia. Se resta al valor del blanco la absorbancia de cada solución (problema o patrón) para obtener la absorbancia residual. Los resultados se expresarán como valores TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity), mediante la construcción de una curva patrón usando como solución estándar el Trolox. Los resultados se realizaron por duplicado (35,38).

### **2.7. Técnicas de procesamiento de la información**

- Recolección de datos analíticos

Se realizó en la agenda de trabajo donde se registraron los datos obtenidos de cada una de las técnicas analíticas empleadas en las determinaciones del caso.

- Procesamiento de datos

Los datos fueron analizados en el Programa Microsoft Excel 2019, Microsoft Word 2019 y se expresan como datos promedios y sus desviaciones a partir de los cuales se elaboraron los gráficos de correlación respectivos.

## **2.8. Técnicas de Análisis e interpretación de la información**

Los resultados finales fueron registrados en un cuaderno de trabajo, los cuales fueron tabulados y organizados en tablas de los resultados en el programa Excel, se determinó el promedio de las repeticiones realizadas con su correspondiente desviación estándar; así como las gráficas de correlación cuando fueron necesarias de acuerdo con las determinaciones realizadas .

## **2.9. Aspectos éticos**

En primer lugar: la propiedad intelectual de los autores fue respetada, haciendo una adecuada citación de los documentos, de acuerdo con las bases de datos y fuentes bibliográficas. Segundo lugar: respecto a un posible conflicto de interés, el autor declara no tener conflicto de interés de ninguna índole o tipo en la realización del presente trabajo de investigación.

### III. Resultados

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Solanun nitidum* “ñuñungay”.

Parámetros	Resultados	Unidades
Solidos totales	87,8 ± 1,73	g/100g
Humedad	12,2 ± 1,43	g/100g
Solidos solubles	4,1 ± 0,63	° Brix
pH	3,88 ± 0,17	--
Cenizas	2,5 ± 0,21	g/100g
Color	Negro verdoso	--
Aspecto	Pasta densa y grasoso	--
Olor	Suigéneris	--

Los valores son promedios de tres repeticiones

Tabla 2. Metabolitos secundarios del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Solanun nitidum* “ñuñungay”.

Fracciones obtenidas	Metabolito secundario	Reacción de Identificación	Resultados
A	Reacción Flavonoide	Shinoda	+
	Taninos	Gelatina	-
		Cloruro férrico	+
	Aminoácidos libres	Ninhidrina	+
B	Reacción Esteroides/Triterpenos	Liebermann	+
		Burchard	+
	Flavonoides	Shinoda	+
	Quinonas	Borntrager	-
C	Reacción Triterpenos/esteroides	Liebermann	+
		Burchard	+
	Lactonas sesquiterpenicas	Kedde	-
	Reaccion Alcaloides	Hager	+
M Mayer		+	
Drangedorff		+	
Hager		+	
D	Reacción Alcaloides	M Mayer	+
		Drangedorff	+
	Reacción Flavonoides	Shinoda	+
	Reacción Leucoantocianidinas	Rosenheim	-
E	Reacción Triterpenos/esteroides	Liebermann	-
		Burchard	-
	Reacción Flavonoides	Shinoda	+
	Reacción Saponinas	Espuma	-

Nota: Para considerar positivos taninos deben dar positivas las dos reacciones.

Tabla 3. Lectura de absorbancia de las diluciones del patrón de trolox por el método de DPPH.

trolox mM	Abs1	Abs2	Prom	% Inh
1.04	0,244	0,263	0,253	74,3
0,52	0,609	0,626	0,618	37,4
0,26	0,807	0,834	0,821	16,9
0,13	0,915	0,936	0,926	6,2
0,065	0,957	0,962	0,959	2,8
0,0325	0,979	0,973	0,976	1,1
Blanco	0,987			

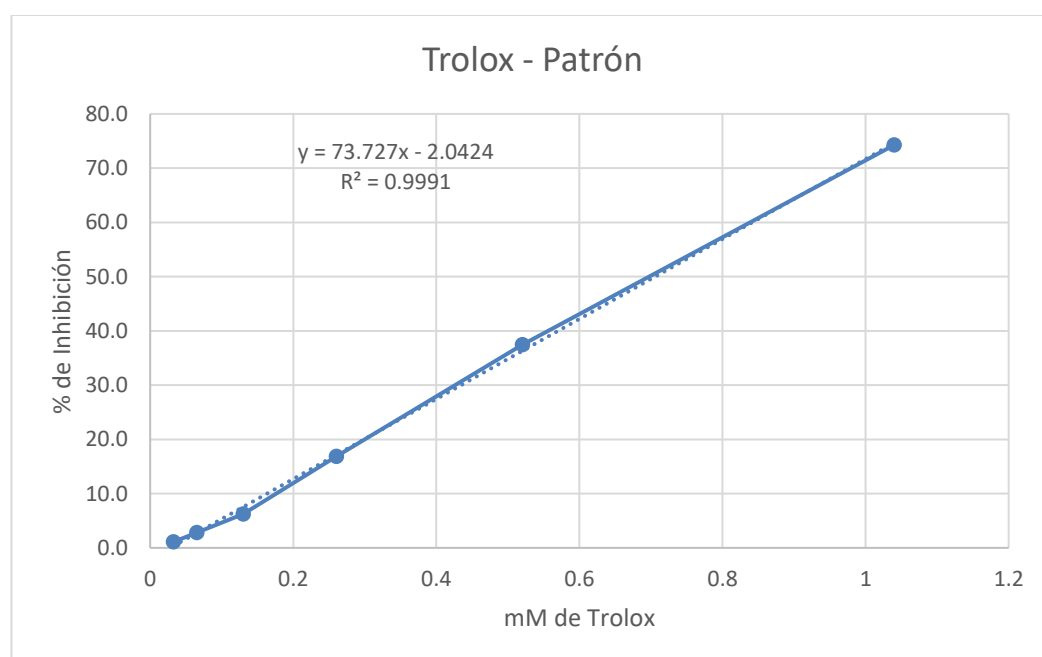


Figura 11. Correlación entre las concentraciones de trolox en mM y % de inhibición del radical DPPH

**IC 50= 0,7064 mM de trolox**

Tabla 4. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Solanun nitidum* “ñuñungay” por el método DPPH.

Extracto mg/mL	Abs1	Abs2	Abs Prom	% Inh
5,36	0,230	0,236	0,232	76,5
2,68	0,564	0,573	0,569	42,4
1,34	0,776	0,790	0,783	20,7
0,671	0,890	0,900	0,895	9,32
0,335	0,955	0,956	0,956	3,19
Blanco	0,987			

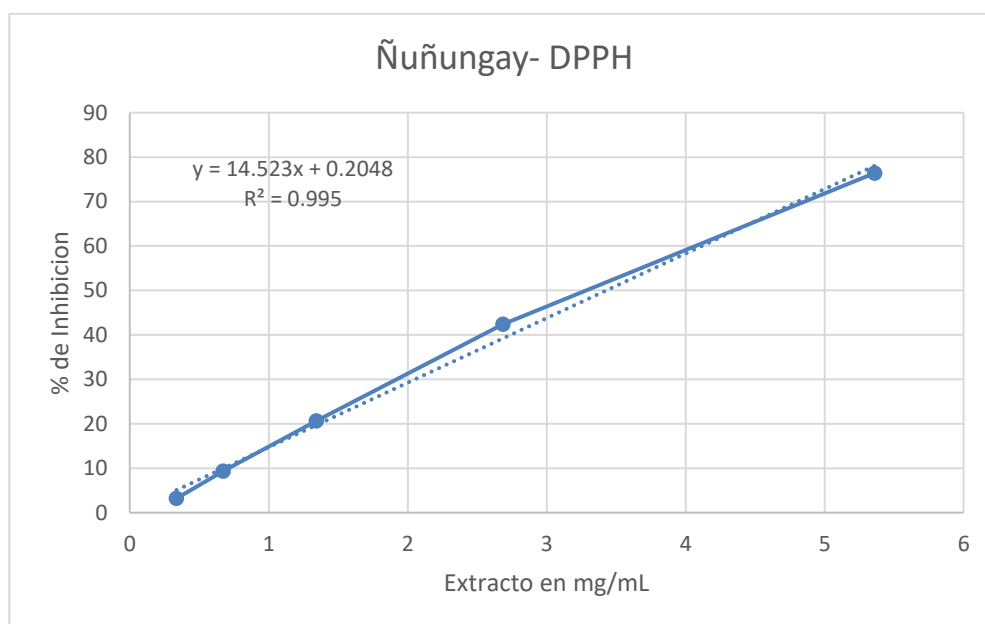


Figura 12. Correlación entre las concentraciones de extracto en mg/mL y % de inhibición del radical DPPH

IC<sub>50</sub> = 3,43 mg

**0,706 mM de trolox equivalente a 3,43 mg/mL de extracto**

**1mM de trolox es equivalente a 4,86 mg/mL de extracto**

Tabla 5. Valores de absorbancia de las diluciones patrones de trolox por el método FRAP

mM Trolox	Abs 1	Abs2	Promedio
0,03	0,034	0,035	0,035
0,06	0,071	0,073	0,072
0,12	0,159	0,158	0,159
0,24	0,262	0,261	0,262
0,48	0,527	0,524	0,526
0,96	1,147	1,145	1,146

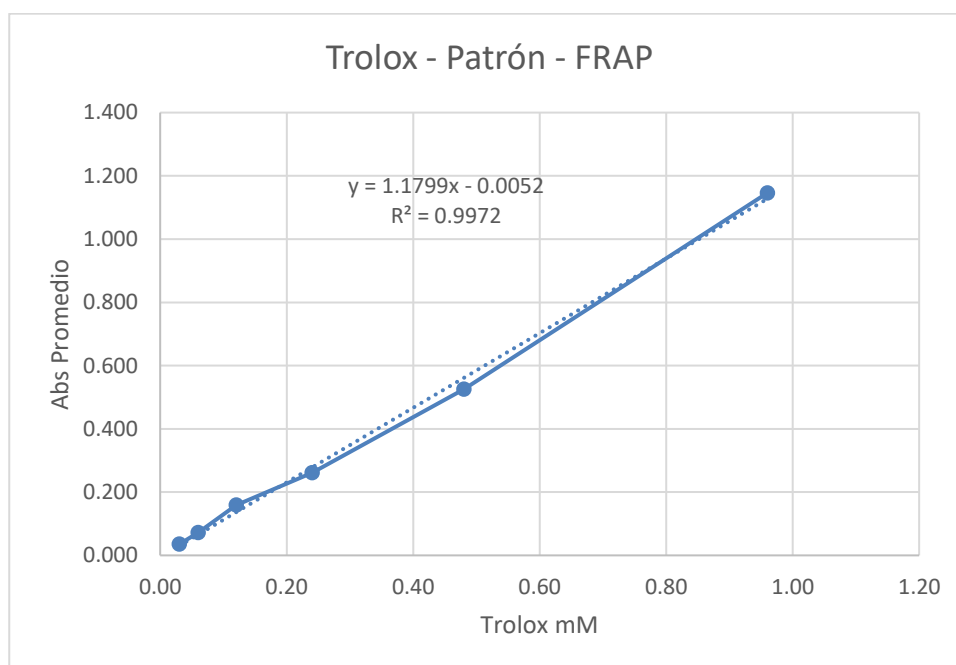


Figura 13. Curva de calibración del patrón para la establecer la actividad antioxidante por el método FRAP

Tabla 6. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Solanun nitidum* “ñuñungay” por el método FRAP.

Extracto mg/mL	Abs1	Abs2	Prom	TEAC
5,48	2,521	2,505	2,513	2,13
2,74	1,225	1,244	1,235	1,04
1,37	0,583	0,616	0,600	0,51
0,68	0,285	0,305	0,295	0,26
0,34	0,105	0,104	0,105	0,09

TEAC = Capacidad antioxidante equivalente al trolox

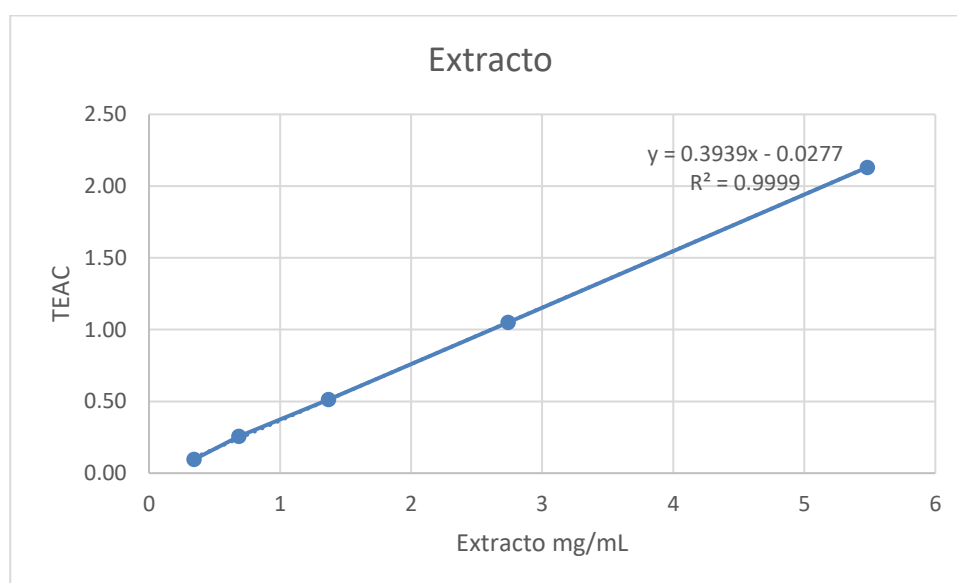


Figura 14. Curva entre concentración del extracto etanólico de la especie de las partes aéreas de la especie *Solanun nitidum* “ñuñungay” y TEAC (mM)

**1mM de trolox equivale a 2,61 mg/mL de extracto**

Tabla 7. Lectura de absorbancia de las disoluciones de trolox por el método de ABTS.

mM trolox	Abs inicial	Abs1	Abs 2	Prom	Abs final
0.015	0.691	0.628	0.627	0.628	0.063
0.031	0.691	0.503	0.513	0.508	0.183
0.062	0.691	0.414	0.404	0.409	0.282
0.125	0.691	0.296	0.297	0.297	0.394
0.25	0.691	0.228	0.232	0.230	0.461
0.5	0.691	0.119	0.123	0.121	0.57

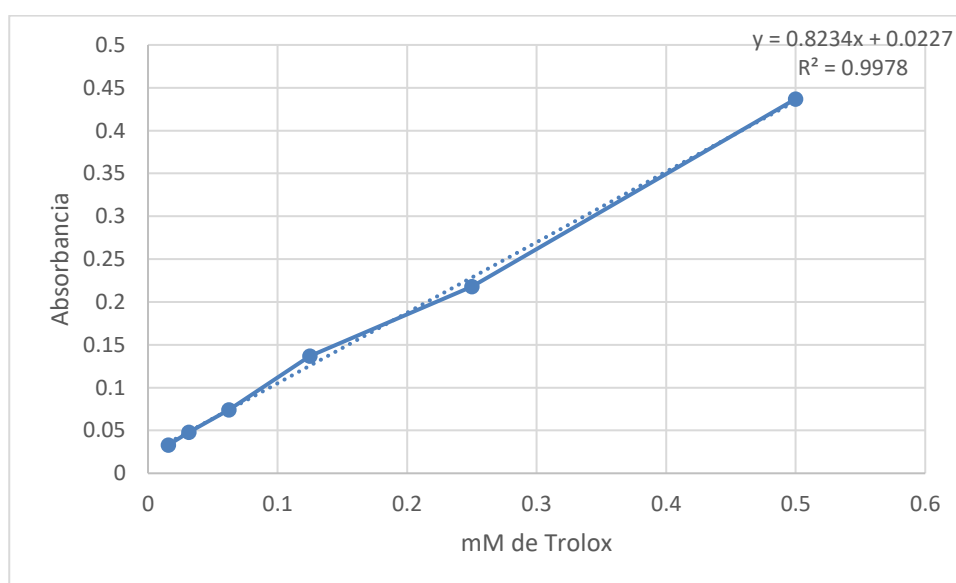


Figura 15. Curva de cuantificación de trolox para la actividad antioxidante por el método ABTS

Tabla 8. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto por el método ABTS.

mg/mL	Abs 1	abs2	Abs final	TEAC
2,96	0,467	0,467	0,224	0,238
1,53	0,538	0,537	0,153	0,158
0,75	0,584	0,586	0,106	0,101
0,37	0,612	0,608	0,081	0,071
Blanco				
reactivo	0,691			

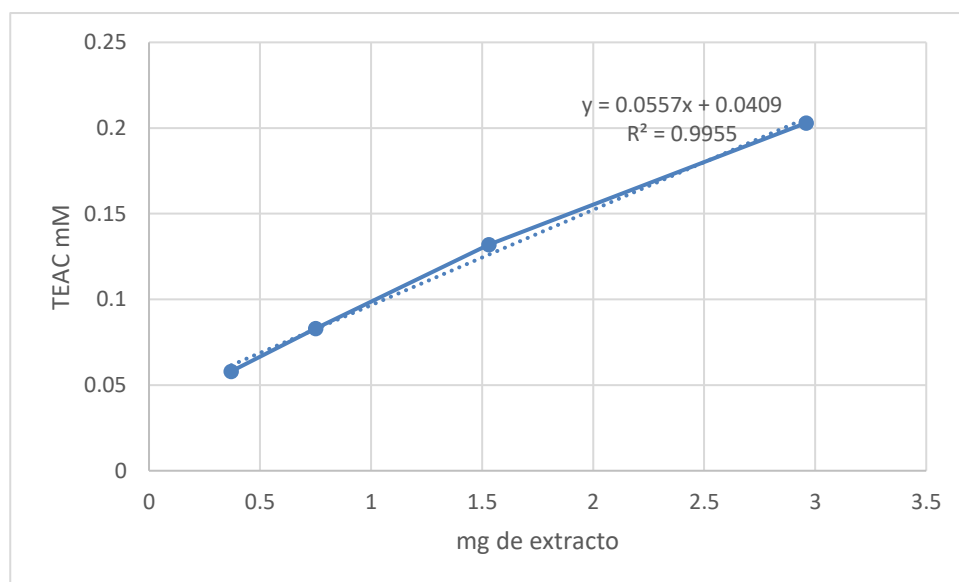


Figura 16. Curva entre concentración de extracto etanólico de la especie y capacidad antioxidante equivalente a trolox como mM.

1mM de trolox es equivalente a 17,1 mg de extracto

#### IV. Discusión

El Perú, es uno de los países que presenta mayores microclimas en el planeta, razón por lo cual es considerado como uno de los más megadiversos, donde encontramos desde el zócalo continental, desiertos, valles interandinos, plegamientos rocosos, zonas alta y baja selva, lo que le dan la riqueza florística propia. Como se mencionó anteriormente el género *Solanum* es uno de las más grande dentro de las plantas angiospermas, a muchas de las cuales son de importancia mundial desde el punto de vista alimentario y como parte de la medicina tradicional según las propiedades atribuidas (39). Teniendo conocimiento, que muchas personas se encuentran aisladas o no tienen acceso a la medicina holística, ya sea por situaciones geográficas o económicas y no tienen más alternativas que el usos de plantas medicinales para el tratamiento de muchas muchos males (OMS), se hace una necesidad el conocer y estudiar las diversas especies vegetales utilizadas por la medicina popular en nuestro país , como es el caso de *Solanum nitidum* “ñuñungay que se le atribuye diversos usos en las zonas alto andinas, tales como cicatrizante, analgésico, antipirético, antiespasmódico (13-17). La especie objeto del estudio fue recolectada en el distrito de Poma, Provincia de Sucre, Departamento de Ayacucho, en donde es una especie endémica, y se consideró las partes aéreas formadas por hojas, tallos y unidades floridas; se trasladó hasta las instalaciones de la facultad, donde fue secada y triturada, y colocada en maceración para la obtención del extracto en alcohol de 96 °C por el lapso 15 días, este al ser concentrado presento las características fisicoquímicas descritas en la tabla 1, liquido pastoso denso viscoso, de color verde oscuro, con un contenido de humedad de 12,12 %; y solidos totales de 87,88% aproximadamente, lo que indica que el extracto es bastante seco y con un contenido alto de compuestos orgánicos e inorgánico; también, se puede apreciar que tiene una cantidad de sólidos solubles de 4,1% en una solución al 10% de extracto, lo que equivale a que un 41 % de esos compuestos son solubles en agua a pesar de ser un extracto etanólico, el contenido de cenizas que representa el contenido de compuestos inorgánicos estuvo con un valor de 2,5 %; lo que indica un bajo valor de estos tipos de compuestos y un rango ácido de 3,88 valores dentro de los esperados para extractos vegetales de este tipo de especie analizados anteriormente (40,41 ), estos parámetros nos permite establecer condiciones de estandarización del extracto para futuras comparaciones al determinar ciertas propiedades terapéuticas.

En lo que concierne a los resultados del screening fitoquímico se realizó el esquema 3 indicado según Lock 2016 (33), en el cual se obtuvieron 7 fracción, en las cuales se aplicó las reacciones de precipitación y/o coloración para determinar la presencia de grupos de metabolitos secundarios que se indica en la tabla 2, así que en la fracción A se obtuvo

resultado positivo a las reacciones para indica la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos libres y aminoácidos; resultando en todos los casos positivas. En la fracción B, solo se obtuvo resultado positivo para las reacciones Flavonoides y triterpenos / esteroides mediante las reacciones de Shinoda y Liebermann Burchard. Tanto en la fracción C dio positivos las tres reacciones empleadas para alcaloides y en la fracción de D fueron negativas a las reacciones de alcaloides (Mayer, Hager y drangedorff), además de la reacción para triterpenos/esteroides (Liebermann Burchard) y por último la fracción E, dio positiva a Shinoda y la prueba de la espuma, es decir para flavonoides y presencia de saponinas. Todos estos resultados son coincidentes con lo reportado por Bañico Ccasani (15) para el extracto etanólico solo de las hojas de la misma especie en otra zona de Ayacucho, si bien es cierto que los antecedentes tomados como referencia mencionan, todos de la misma región de procedencia. En lo referente a internacionales tenemos a los reportes que hacen referencia a la especie *Solanum nigrum* en los cuales se han reportados en los extractos etanólicos, acuosos y metanólicos de las hojas la presencia de flavonoides y alcaloides (1,9,11) que muchas veces se confunden con la especie en estudios; Nilsya 2024 reporto que el extracto de las hojas de la especie *Solanum erianthum* contiene alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas y triterpenoides. coincidiendo todos ellos con los hallazgos del presente estudio. Muchas veces se considera que los metabolitos secundarios están asociados con un tipo específico de género vegetal en especial y asociadas a ciertas propiedades atribuidas por la medicina tradicional, en este caso específicas relacionadas al uso de diversas enfermedades degenerativas, donde muchas de ellas tienen relación con la generación del estrés oxidativos.

En consideración de lo antes dicho, se determinó la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, inflorescencias) de la especie por tres métodos como fueron DPPH, FRAP y ABTS, con el objetivo de conocer la actividad de la especie al actuar por mecanismo diferentes, para lo cual se valoró dicha actividad frente al Trolox como patrón de referencia, el cual se considera que es el equivalente hidrosoluble de la vitamina E. En la determinación de la actividad antioxidante por captación del radical DPPH, cuyo mecanismo de acción principal es la transferencia de átomos de hidrogeno, podemos apreciar en la tabla 3 y la figura 10 se realizó la cuantificación y el correspondiente porcentaje de inhibición de las soluciones del patrón trolox, donde se obtuvo un IC50 equivalente a 0,706 mM de trolox, para realizar luego el mismo proceso de manera idéntica con las disoluciones del extracto, lo que consintió hallar IC50 de 3,43 mg de extracto (tabla 4 y figura 11); todo bajo las mismas condiciones del patrón, lo que nos lleva a una equivalencia de 1mM de trolox = 4,86 mg de extracto el método DPPH. Este valor no puede ser una comparación directa puesto que las condiciones fueron diferentes;

más, aun así, es muy superior lo reportado por Arones en 2024 (CI50 42,9 ug/mL), así como, por lo reportado por Berrocal en el año 2018 (CI50 228 ug/mL), para extracto de las hojas de la misma especie pero de diferentes zonas de Ayacucho. En la tabla 5 y figura 12 podemos apreciar las absorbancias de las diversas soluciones de trolox empleado como estándar para la determinación de la actividad antioxidante por el método de FRAP; y al valorar la actividad del extracto (tabla 6 y figura 13) llevó a establecer un valor de capacidad antioxidante equivalente de trolox (TEAC) de 2,61 mg/mL lo que se puede deducir del grafico de correlación de concentración de las soluciones de trolox y sus correspondiente TEAC, es este caso el mecanismo del método es el denominado SET (transferencia de electrones simples). En este caso se podría hacer una comparación con el valor obtenido por Shin et al 2021 para el extracto etanólico de las hojas de la especie *Solanum nigrum* quien reporta u TEAC de 194,55 ug ET/g.

En la determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS, el cual actúa por ambos mecanismos de acción conocidos (HAT Y SET) se dice que prioriza el mecanismo de transferencia de electrón simple (SET), fue el primer método en el cual se empleó como patrón de referencia el trolox, de aquí que fuera conocido como el método TEAC, razón por lo cual primero se determinó la absorbancia de una serie de diluciones patrón (tabla 7 y figura 14) y que permite establecer la curva de cuantificación para hallar la actividad antioxidante del extracto por dicho método, que permite obtener un valor de 1mM es equivalente a 17,1 mg de extracto, ya Shin y Fung 2021 reportaron un valor de TEAC entre 160-209 uM/g de extracto seco del fruto de la especie *Solanum nigrum* y Berrocal 2018 para el extracto de las hojas del *Solanum nitidum* expreso la actividad antioxidante por este método, pero como IC50 con un valor equivalente de 544,8 ug/ml; por lo que no permite hacer una comparación directa.

Por lo datos obtenidos en el presente estudio podemos indicar que en el extracto etanólico de la parte aéreas (hojas, flores tallos) de *Solanum nitidum* presenta una actividad antioxidante de moderada a buena por los diferentes métodos empleados.

## V. Conclusión

De los resultados obtenidos del estudio titulado: Compuestos bioactivos y actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas (hojas, tallos, flores y frutos) de *solanum nitidum* “ñuñungay” concluimos:

- Los principales Compuestos bioactivos presentes en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanun nitidum* “ñuñungay” fueron flavonoides, alcaloides, fenoles libres y triterpenos/ esteroides.
- La actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitidum* “ñuñungay” por los métodos de ABTS, DPPH y FRAP es de moderada a alta.
- El método de capacidad antioxidante que presento mayor efecto en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum nitiduml* “ñuñungay”, fue el método del FRAP con un TEAC 2,61 mg .

## **VI. Recomendaciones**

Visto los resultados obtenidos y las referencias halladas sobre los estudios de la especie nos permitidos establecer las siguientes recomendaciones:

- Determinar la correspondiente cuantificación de compuestos fenólicos totales, compuestos flavonoides totales y alcaloides y por ser los principales tipos de compuestos bioactivos en las diferentes fracciones del extracto etanólico.
- Establecer las posibles estructuras de los compuestos bioactivos, considerando que en ninguna de las referencias consultadas han sido establecidos individualmente.
- Comprobar en vivo si algunas de las actividades farmacológicas atribuidas están asociadas a la buena capacidad antioxidante determinada.

## Referencias bibliográfica

1. Campisi A, Acquaviva R, Raciti G, Duro A, Rizzo M, Santagati NA. Antioxidant Activities of *Solanum Nigrum* L. Leaf Extracts Determined in *in vitro* Cellular Models. *Foods*. 2019 Feb 8;8(2):63. doi: 10.3390/foods8020063. PMID: 30744041; PMCID: PMC6406898.
2. Berrocal Graciano, SK “Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de *Solanum nitidum*R. & P. “ñuñunga”, Tesis. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho 2018”
3. Wang C.K., Lin Y.F., Tai C.J. Integrated treatment of aqueous extract of *Solanum nigrum*-potentiated cisplatin- and doxorubicin-induced cytotoxicity in human hepatocellular carcinoma cells. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2015;2015:675270. doi: 10.1155/2015/675270. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
4. Wang C.W., Chen C.L., Wang C.K. Cisplatin-, doxorubicin-, and docetaxel-induced cell death promoted by the aqueous extract of *Solanum nigrum* in human ovarian carcinoma cells. *Integr. Cancer Ther.* 2015;14:546–555. doi: 10.1177/1534735415588826. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
5. Tai C.J., Wang C.K., Chang Y.J., Lin C.S., Tai C.J. Aqueous extract of *Solanum nigrum* leaf activates autophagic cell death and enhances docetaxel-induced cytotoxicity in human endometrial carcinoma cells. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2012;2012:859185. doi: 10.1155/2012/859185. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
6. Gu X.Y., Shen X.F., Wang L., Wu Z.W., Li F., Chen B., Zhang G.L., Wang M.K. Bioactive steroidal alkaloids from the fruits of *Solanum nigrum*. *Phytochemistry*. 2018;147:125–131. doi: 10.1016/j.phytochem.2017.12.020. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
7. Xiang L., Wang Y., Yi X., He X. Anti-inflammatory steroidal glycosides from the berries of *Solanum nigrum* L. (European black nightshade) *Phytochemistry*. 2018;148:87–96. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.01.019. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
8. Särkinen Tiina, Baden Maria, Gonzáles Paúl, Cueva Marco, Giacomini Leandro L., Spooner David M. et al . Listado anotado de *Solanum* L. (Solanaceae) en el Perú. *Rev. peru biol.* [Internet]. 2015 [citado 2025 Mar 18] ; 22( 1 ): 03-62. Disponible

en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332015000100001&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332015000100001&lng=es).

9. Jemima Owusuah Asante, Ibok Oduro, Faustina Wireko-Manu, Christopher Larbie, Assessment of the antioxidant and nutritive profile of the leaves and berries of *Solanum nigrum* and *Solanum torvum* Swart, *Applied Food Research*, 2024, Volume 4, Issue 2, 100438, ISSN 2772-5022, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100438>
10. Nilsya Febrika Zebua *et al* 2024 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1356 012103 DOI 10.1088/1755-1315/1356/1/012103
11. Shin KO, Eum YCh. The Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Solanum nigrum* L. Fruit Powder by Extraction Solvent. *The Korean journal of Food and Nutr.* 2021. vol 34 (2), pg 137-145
12. Zaidi SK, Ansari SA, Tabrez S, Naseer MI, Shahwan MJ, Banu N, Al-Qahtani MH. Antioxidant Potential of *Solanum nigrum* Aqueous Leaves Extract in Modulating Restraint Stress-Induced Changes in Rat's Liver. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019 Jan-Mar;11(1):60-68. doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_58\_18. PMID: 30906141; PMCID: PMC639415
13. Venegas Calle R. Actividad fotoprotectora in vitro del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Solanum nitidum* R.&P Tesis. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Ayacucho 2023
14. Aronés-Jara, Marco Rolando, Cárdenas-Landeo, Edgar, Luna-Molero, Hugo Roberto, Barbarán-Vilcatoma, Stephany Massiell, & Gómez-Quispe, Mónica. (2022). Tamizaje fitoquímico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de trece plantas medicinales de los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(2), 165-179. Epub 30 de octubre de 2022. <https://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v88i2.388>
15. Bañico Ccasani E. Efecto hepatoprotector del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Solanum nitidum* Ruiz & Pavon “ñuñunga”. Tesis. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de San Cristobal de Humanga. Ayacucho. 2022 Huamani V.C. y Rondón P.E. Estudio de la actividad analgésica local preclínica de los extractos y el gel de *Solanum nitidum* R&P (Nuñumia) en animales de experimentación. Tesis Facultad de Ciencias Farmacéuticas Bioquímicas y Biotecnológicas. Universidad Católica Santa María. Arequipa 2019

16. Huamani V.C y Rondon P.E . Estudio de la actividad analgésica local preclínicas de los extractos y gel del Solanum nitidum R y P (Nuñumia) en animales de experimentación Arequipa 2019. Tesis. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Católica Santa María. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/5d1db233-7bcd-4a6f-b512-b8c54ecc47cb>
  
17. Pérez S.I. Actividad cicatrizante del cremigel elaborado a base del extracto atomizado de las hojas de Solanum nitidum R.&P. "ñuñunga", Tesis. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – 2014
  
18. Murillo-Pérez Geraldine, Rodríguez Aarón. Claves dicotómicas para las especies de Solanum (Solanaceae) en México. Bot. sci [revista en la Internet]. 2021 Jun [citado 2025 Mar 22] ; 99( 2 ): 413-446. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-42982021000200413&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982021000200413&lng=es). Epub 08-Abr-2021. <https://doi.org/10.17129/botsci.2713>.
  
19. Inaturalist Mx. Tomate, Berenjena, Papa Y Parientes Género *Solanum*. Disponible: <https://mexico.inaturalist.org/taxa/50641-Solanum>
  
20. Särkinen Tiina, Baden Maria, Gonzáles Paúl, Cueva Marco, Giacomini Leandro L., Spooner David M. et al . Listado anotado de Solanum L. (Solanaceae) en el Perú. Rev. peru biol. [Internet]. 2015 [citado 2025 Mar 23] ; 22( 1 ): 03-62. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332015000100001&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332015000100001&lng=es).
  
21. GBIF. Global Biodiversity Information facility. Solanum nitidum Ruiz y Pav. Publicado en: Ruiz & Pav. (1799). In: Fl. Peruv. 2: 33. T. 163. Disponible en : <https://www.gbif.org/es/species/2930198/treatments>
  
22. Chaves N, Santiago A, Alías JC. Quantification of the Antioxidant Activity of Plant Extracts: Analysis of Sensitivity and Hierarchization Based on the Method Used. Antioxidants (Basel). 2020 Jan 15;9(1):76. doi: 10.3390/antiox9010076. PMID: 31952329; PMCID: PMC7
  
23. Pang Y., Ahmed S., Xu Y., Beta T., Zhu Z., Shao Y., Bao J. Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice. Food Chem. 2018;240:212–221. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.095. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]

24. Nićiforović N., Mihailović V., Mašković P., Solujić S., Stojković A., Muratspahić D.P. Antioxidant activity of selected plant species; potential new sources of natural antioxidants. *Food Chem. Toxicol.* 2010;48:3125–3130. doi: 10.1016/j.fct.2010.08.007. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
25. Coronado H Marta, Vega y León Salvador, Gutiérrez T Rey, Vázquez F Marcela, Radilla V Claudia. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev. chil. nutr.* [Internet]. 2015 Jun [citado 2025 Mar 24] ; 42( 2 ): 206-212. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182015000200014&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000200014&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>.
26. Prior R.L., Wu X., Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.* 2005;53:4290–4302. doi: 10.1021/jf0502698. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
27. Pérez Jiménez J. Ph.D. Thesis. Universidad Autónoma de Madrid; Madrid, Spain: 2007. Metodología Para la Evaluación de Ingredientes Funcionales Antioxidantes: Efectos de Fibra Antioxidante de Uva en Status Antioxidante Y Parámetros de Riesgo Cardiovascular en Humanos. [Google Scholar]
28. Huang D., Ou B., Prior R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* 2005;53:1841–1856. doi: 10.1021/jf030723c. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
29. Guija-Guerra H, Guija-Poma E. Radicales libres y sistema antioxidante Artículo de revision. *Horiz Med (Lima)* 2023; 23(2): e2158
30. Gamboa R. Radicales libres en la patología cardiovascular su importancia. en *Revista Peruanana de Cardiología* Octubre -Diciembre 1993. Disponible en : [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cardiologia/v19\\_n2/radical.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cardiologia/v19_n2/radical.htm)
31. Ware Megan. RDN, L.D. el 9 de febrero de 2021 ¿Cómo pueden los antioxidantes beneficiar tu salud? en *Lo que dice la ciencia sobre la obesidad*. Disponible en: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/antioxidantes#beneficios>
32. Hernández-Sampieri Roberto, Mendoza Torres Christian paulina. Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana Editores. 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5

33. Lock de Ugaz, O. Investigación Fitoquímica, Métodos en el Estudio de Productos Naturales (Tercera ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. 2016
34. Sharapin Nikolai, et al.. Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos. Santafé de Bogota, Colombia: Convenio Andrés Bello. 2000
35. Muchaypiña. Actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Grindelia tarapacana phil* “chiri chiri”. Tesis. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad nacional San Luis Gonzaga. Ica 2024
36. Brand-Williams W., Cuvelier ME, Berset C. “Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity”. LWT-Food Science and Technology. 1994; 28(1): p. 25-30
37. Benzie I., Strain J. “The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay”. Analytical Biochemistry. 1996 Julio; 239 (1): p. 70-76
38. Gruszycki Mabel Rosalía, Valenzuela Gabriela Malena, Báez Margarita, Leguiza Pedro Daniel, et al. Evaluación de la actividad antioxidante en extractos hidroalcohólicos de *Portulaca oleracea* L. Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm., 2019: Vol. 48(2), 425-435. / <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v48n2.82720>
39. Santiváñez-Acosta RM, Cabrera-Meléndez JL. Catálogo florístico de plantas medicinales peruanas. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2019 Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/1547>
40. Cebulak T, Krochmal-Marczak B, Stryjecka M, Krzysztofik B, Sawicka B, Danilčenko H, Jarienè E. Phenolic Acid Content and Antioxidant Properties of Edible Potato (*Solanum tuberosum* L.) with Various Tuber Flesh Colours. Foods. 2022 Dec 25;12(1):100. doi: 10.3390/foods12010100. PMID: 36613318; PMCID: PMC9818533.
41. García, Jorge A., Laos, Doris. L., Vega, Nelly V., Bendezú, María D. R., Yarasca, Paulina E., Guillermo, Juan J., & Surco-Laos, Felipe. (2020). Actividad antioxidante y antimicrobiana del extracto etanólico de las partes aéreas de *Solanum radicans* L.F. “huallpachaqui”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(1), 5-12. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i1.265>

## Anexos



Figura 17. Recolectando la especie *Solanum nitidum*.



Figura 18. Partes aéreas de la especie *Solanum nitidum* que incluye hojas, tallos, inflorescencia y fruto.



Figura 19. Secado de la especie en estudio en el laboratorio.



Figura 20. Macerado de la especie.

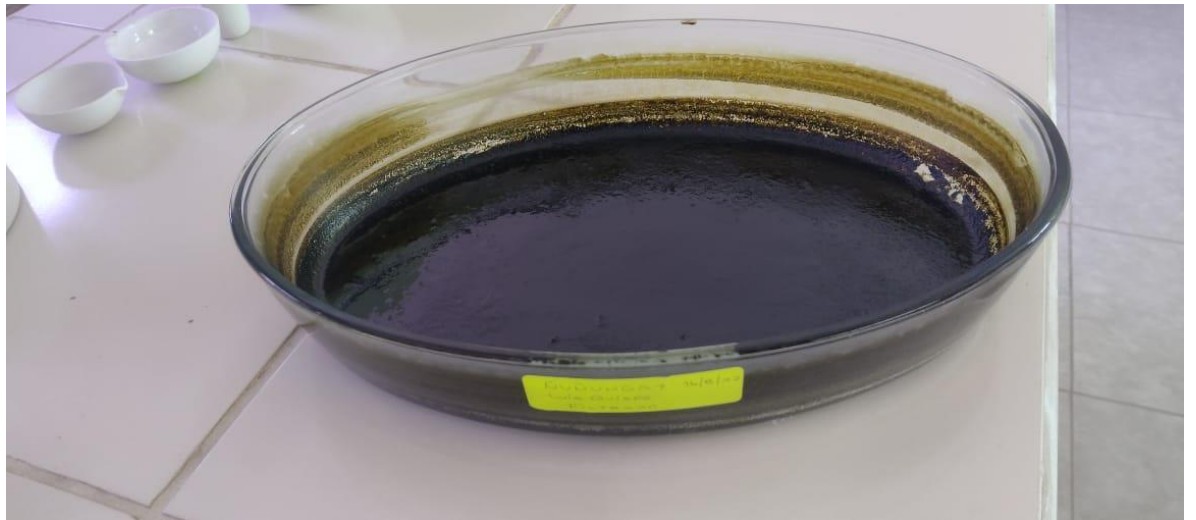


Figura 21. Extracto etanólico seco de las partes aéreas de *Solanum nitidum*.



Figura 22. Reacción de identificación de fenoles.

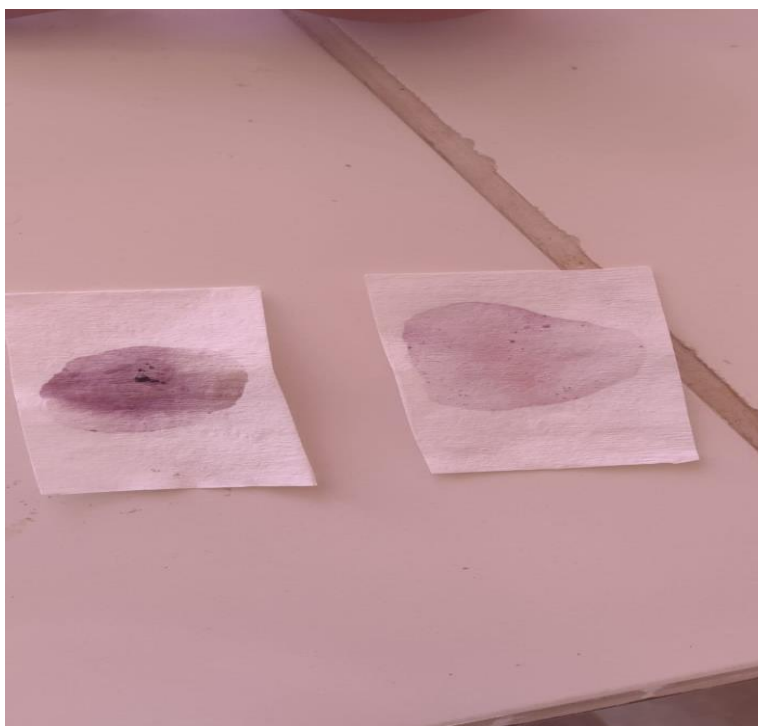


Figura 23. Reacción de identificación aminoácidos libres.

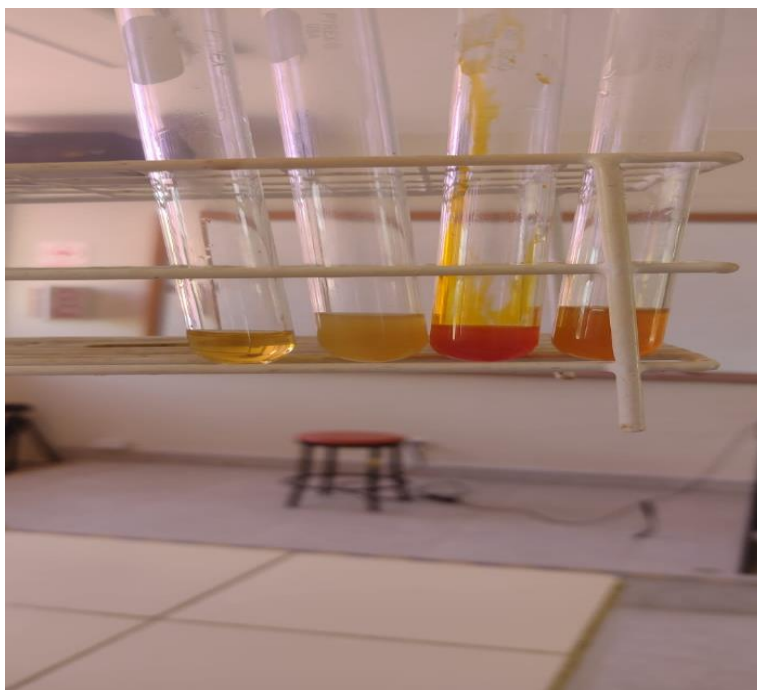


Figura 24. Reacciones de identificación de alcaloides.



Figura 25. Colocando el extracto para la reacción de Shinoda.



Figura 26. Determinación de cenizas.



Figura 27. Diluciones para la determinación de actividad antioxidante.



Figura 28. Acondicionando la especie para el secado.



Figura 29. Recolectado el extracto fluido.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA N° 168-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Luis Enrique Quispe Quintana**, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga ha sido estudiada y clasificada como: *Solanum nitidum* Ruiz & Pav. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Solanales

FAMILIA : SOLANACEAE

GÉNERO : *Solanum*

ESPECIE : *Solanum nitidum* Ruiz & Pav.

Nombre vulgar: "Ñuñungay"

Procedencia: Distrito Sucre, Provincia Ceolcabamba, Región Ayacucho

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 1 de agosto de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María  
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471  
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariosm@unmsm.edu.pe  
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>

Figura 30. Certificación botánica de la especie.