



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



AT 2025-FFBB-044

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:

Determinación de metabolitos secundarios, polifenoles y actividad antioxidante del extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* "sanky"

Presentado por:

NEYRA HUAMANI LINDA SUSAN

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 7% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20173506

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

Ica, 21 de mayo 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 INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Determinación de metabolitos secundarios, polifenoles y actividad antioxidante del extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* "sanky"

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR

Bach. Linda Susan Neyra Huamani

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza que ha estado conmigo en todo momento.

A mis padres Juan y Rufina quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis sueños y mis metas, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Roger, Lucero, Marvin y a mi sobrina Christell por su cariño y apoyo incondicional que me han brindado durante todo este proceso muchas gracias.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis Docentes y Amigos, por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles, siempre los llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad san Luis Gonzaga, a toda la Facultad de Farmacia y Bioquímica, a mis docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Surco Laos Felipe Artemio, principal colaborador durante todo este proceso y a mi asesora la Dra. Vega Ramos Nelly Victoria y a mi Co-asesora Dra. Yarasca Carlos Paulina Eliades, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de mi tesis.

INDICE

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| INDICE..... | IV |
| INDICE DE TABLAS | VI |
| INDICE DE FIGURAS | VII |
| RESUMEN | IX |
| ABSTRACT | X |
| I. INTRODUCCION..... | 11 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 12 |
| Formulación del problema | 13 |
| 1.2 Antecedentes | 13 |
| 1.3 Justificación e importancia | 17 |
| 1.4 Objetivos de la investigación | 17 |
| General | 17 |
| Específico..... | 17 |
| 1.5 Hipótesis y variable..... | 18 |
| Hipótesis | 18 |
| Variables | 18 |
| 1.6 Marco teórico..... | 19 |
| 1.6.1 Sanky | 19 |
| 1.6.2 Estrés Oxidativo | 21 |
| 1.6.3 Tamizaje fitoquímico..... | 23 |
| 1.6.4 Marco conceptual | 23 |
| Metabolitos secundarios | 24 |
| Métodos antioxidantes..... | 25 |
| II. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS | 26 |
| 2.1 Tipo, nivel y Diseño de la investigación | 26 |
| 2.1.1 Tipo de Investigación | 26 |
| 2.1.2 Nivel de Investigación | 26 |
| 2.1.3 Diseño de investigación | 26 |
| 2.2 Materiales de trabajo | 27 |
| 2.3 Población y muestra | 29 |
| 2.4. Métodos, técnicas y procedimientos de recolección de datos | 29 |
| 2.4.1. Métodos y técnicas | 29 |
| 2.5 Lugar de experimentación | 36 |

| | |
|--|----|
| 2.6 Técnicas de procesamiento de la información | 36 |
| 2.7 Aspectos éticos | 37 |
| III. RESULTADOS | 37 |
| 3.1 Resultados de la Caracterización Fitoquímica | 37 |
| 3.2 Resultados del Tamizaje Fitoquímico | 38 |
| 3.3. Resultados del Método Antioxidante DPPH | 39 |
| 3.3. Resultados del Método Antioxidante CUPRAC..... | 41 |
| 3.3. Resultados del Método compuestos polifenoles..... | 43 |
| IV. DISCUSIÓN | 45 |
| V. CONCLUSIONES | 47 |
| VI. RECOMENDACIONES | 48 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 49 |
| VII. ANEXOS | 54 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. Resultados de la Caracterización Fisicoquímica del extracto etanolico de las cascara del fruto de <i>Corryocactus. Brevistylus Sanky</i> | 37 |
| TABLA 2. Resultado del tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de las cascara del fruto de <i>Corryocactus. Brevistylus Sanky</i> | 38 |
| TABLA 3. Valores de absorbancia para la curva de calibración de trolox para el método de DPPH..... | 39 |
| TABLA 4. Determinación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la cascara del fruto de <i>Corryocactus. Brevistylus (sanky)</i> por el método DPPH..... | 40 |
| TABLA 5. Valores de absorbancia de las diluciones patrones de trolox por el método CUPRAC..... | 41 |
| TABLA 6. Determinación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la cascara del fruto de <i>Corryocactus. Brevistylus (sanky)</i> por el método CUPRAC..... | 42 |
| TABLA 7. Valores de absorbancia de las soluciones patrón de ácido gálico para la cuantificación de polifenoles..... | 43 |
| TABLA 8. Determinación de polifenoles totales de las diluciones del extracto etanólico de la cascara del fruto de <i>Corryocactus. Brevistylus (sanky)</i> | 44 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. . Fruto de sanky en el cactus | 20 |
| Figura 2. . Fruto de sanky y composición interna..... | 20 |
| Figura 3. Fuentes de Radicales libres | 21 |
| Figura 4. Factores que conllevan al estrés oxidativo | 22 |
| Figura 5. F Correlación entre concentración del trolox y Porcentaje de inhibición | 39 |
| Figura 6. Curva de correlación entre concentración del extracto y porcentaje de inhibición | 40 |
| Figura 7. Curva de correlación de mM de trolox vs absorbancia para la determinación de actividad antioxidante por método CUPRAC | 41 |
| Figura 8. Correlación entre concentración del extracto y equivalente de trolox expresado en mM | 42 |
| Figura 9. Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales..... | 43 |
| Figura 10. Correlación de concentración de extracto vs mM Equivalente de ácido gálico..... | 44 |
| Figura 11. Lugar de recolección de la especie..... | 54 |
| Figura 12. Cascara y fraccionamiento de la misma..... | 55 |
| Figura 13. Molienda de la cascara de sanky..... | 56 |
| Figura 14. Pesado de cascara molida para la extracción..... | 56 |
| Figura 15. Maceración de cascara en alcohol | 57 |
| Figura 16. Filtrado del extracto..... | 57 |
| Figura 17. Dilución del extracto y determinación de polifenoles..... | 58 |
| Figura 18. Determinación caracterización del extracto pH y Cenizas..... | 59 |
| Figura 19. Fraccionamiento del extracto | 60 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Determinación del flavonoides..... | 60 |
| Figura 21. Reacción de identificación de Triterpenoides en el extracto etanólico..... | 61 |
| Figura 22. Reacción de identificación de Alcaloides en el extracto..... | 61 |

RESUMEN

La creciente preocupación por el medio ambiente impulsa la búsqueda de tecnologías sostenibles, entre ellas, el aprovechamiento de residuos agroindustriales. En este contexto, el *Corryocactus brevistylus* (sanky), una cactácea originaria del Perú, destaca por su creciente uso en productos procesados, aunque sus cáscaras aún se consideran desechos. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de compuestos fitoquímicos, la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles en el extracto etanólico de las cáscaras del fruto de sanky.

Para ello, se obtuvo el extracto mediante maceración en etanol al 96° y se aplicaron tres análisis: un tamizaje fitoquímico, y la determinación de la actividad antioxidante mediante los métodos DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y CUPRAC (capacidad de reducción de cobre), además de la cuantificación de polifenoles totales. El tamizaje fitoquímico evidenció la presencia de compuestos bioactivos como taninos, fenoles libres, flavonoides y triterpenoides. En cuanto a la actividad antioxidante, se obtuvo una concentración inhibitoria media (IC50) de 5,13 mg, equivalente a 0,59 mM de trolox en el método DPPH, y un equivalente de 1 mM de trolox con 2,37 mg por el método CUPRAC. Asimismo, el contenido de polifenoles fue de 1,93 mg equivalentes a 1 mM de ácido gálico.

Se concluye que el extracto etanólico de las cáscaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* presenta compuestos secundarios de tipo polifenólico y una actividad antioxidante de nivel medio a moderado, con potencial para su aprovechamiento en industrias alimentarias, cosméticas o farmacéuticas.

Palabras clave: *Corryocactus brevistylus*, cáscara, extracto, actividad antioxidante, tamizaje fitoquímico.

ABSTRACT

The growing concern for the environment is driving the search for sustainable technologies, including the use of agro-industrial waste. In this context, *Corryocactus brevistylus* (sanky), a cactus native to Peru, stands out for its increasing use in processed products, although its peels are still considered waste. The objective of this research was to determine the presence of phytochemical compounds, antioxidant capacity, and polyphenol content in the ethanolic extract of sanky fruit peels.

For this purpose, the extract was obtained through maceration in 96° ethanol, and three analyses were performed: a phytochemical screening, antioxidant activity determination using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) methods, and total polyphenol quantification. The phytochemical screening revealed the presence of bioactive compounds such as tannins, free phenols, flavonoids, and triterpenoids. Regarding antioxidant activity, a medium inhibitory concentration (IC₅₀) of 5.13 mg, equivalent to 0.59 mM of Trolox, was obtained by the DPPH method, and 2.37 mg was equivalent to 1 mM of Trolox by the CUPRAC method. The total polyphenol content was 1.93 mg, equivalent to 1 mM of gallic acid.

It is concluded that the ethanolic extract of *Corryocactus brevistylus* fruit peels contains secondary polyphenolic compounds and exhibits a moderate level of antioxidant activity, suggesting its potential use in food, cosmetic, or pharmaceutical industries.

Keywords: *Corryocactus brevistylus*, peel, extract, antioxidant activity, phytochemical screening.

I. INTRODUCCION

La familia Cactaceae son especies de plantas, originarias del continente americano, compuesta por cerca de 2000 especies, que se encuentran desde el norte de Canadá hasta la Patagonia, y viven en diversos ecosistemas, desde el nivel del mar, en dunas costeras, hasta 5100 msnm, en Perú, incluyendo las selvas tropicales, donde se hallan como epifitas, la mayoría se desarrollan en ambientes áridos y semiáridos, donde dominan regiones de alta presión atmosférica con corrientes de aire seco; agrupa a una diversidad de plantas de formas globosas, cilíndricas, prismáticas y esféricas, que les permite reducir enormemente la superficie de transpiración en comparación con su volumen. Estas plantas poseen diversos mecanismos de adaptación al medio en el que se desarrollan, tales como, la presencia de tejidos suculentos de allí la denominación de plantas suculentas o crasas, que son plantas que tienen tejidos carnosos, especializados en acumular gran cantidad de agua en sus tejidos (tallos, hojas, sistema radicular), lo que les permite sobrevivir en ambientes relativamente secos y áridos.(1). La familia Cactaceae, está conformada por los nopales, biznagas, tetechos, viejitos, peyotes, garambullos, cardones, pitahayas, xoconostles, entre otros, cuyos frutos son muy diversos los cuales, se han utilizado hasta nuestros días como alimento (frutos recolectados), forraje, medicinal, cercos vivos, plantas ornamentales, por poblaciones humanas y sirven de alimento a diversos animales como murciélagos, aves de percha y pequeños mamíferos (2).

El Perú, es una de las regiones con una gran variedad de especies de cactáceas, muchas de ellas de importancia a nivel nacional, es importante destacar que una especie de estas plantas puede tener múltiples usos, como el caso del *Corryocactus brevistylu* (Sanky) que se aprovecha de poblaciones silvestres y últimamente como cultivo. Esta especie es originaria de los bosques húmedos alto andino del país. Sus frutos son comestibles (recientemente se esta industrializando en bebidas, zumos atomizados, comestibles, aditivos alimenticios y farmacéuticos, cremas cosméticas entre otros), sus tallos frescos se usan como alimentos para los bovinos y caprinos, y secos sirven como leña. Los estudios sobre el *Corryocactus brevistylu* (Sanky) se han centrado principalmente en la importancia del consumo del fruto al cual se atribuye una serie de propiedades como tenso-reguladoras, antidiabéticas, para prevenir la gastritis, enfermedades del hígado y como reguladora del colesterol (3), capacidad antioxidante *in vitro* y efecto hipoglicemiante y protector en páncreas (4,5,6), en el caso de la cascara se usa para la alopecia, caspa y seborrea (3). Esta cascara representa un residuo entre el 25 al 30% del peso del fruto.

En el marco de una economía circular, se debe tener como objeto una adecuada disposición o aprovechamiento de los residuos agropecuarios considerando a estos como aquellos generados

en las actividades agrarias, ganaderas o silvícolas e incluyendo las unidades de transformación y comercialización. Estos residuos deben ser utilizados normalmente en el marco de las explotaciones donde se generan y en la mayoría de los casos tienen una vocación de materia prima, ya sea con fines de abonado o con destino a la alimentación animal. (7) En el contexto de una sostenibilidad ambiental, constituyen una prioridad el diagnóstico y análisis de los insumos utilizados y los productos generados; así como, establecer estrategias y mecanismos de evaluación para el mejoramiento del manejo de los residuos que permitan incluirlos en la cadena de valor, respecto al ciclo de vida en las actividades agrícolas. Razón por la cual el presente trabajo tuvo como objetivo principal la determinación de metabolitos secundarios, polifenoles y actividad antioxidante del extracto etanólico de las cascarras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “sanky”, como un subproducto del consumo o procesamiento de esta fruta que debe ser analizado para su posible aprovechamiento.

1.1 Descripción de la realidad problemática

El uso y procesamiento de frutas, verduras, raíces, semillas, hojas, tubérculos, vainas y otros para generar alimentos o materias primas semi-elaboradas destinadas al mercado, produce subproductos o residuos, para los cuales no existen normas que establezca su disposición final, por lo que actualmente constituyen una problemática mundial, debido a que en la mayoría de los casos no son procesados o dispuestos adecuadamente. La utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales como materia prima para la producción de compuestos útiles, como insumos de otros procesos industriales, pueden aportar valor agregado a otros productos y recuperar condiciones ambientales alteradas por su generación y acumulamiento; está tomando cada día un mayor auge en el marco de una economía circular y los objetivos de desarrollo sostenible del tercer milenio. En este contexto el consumo de los frutos de las cactáceas y en especial del sanky, unos deja como residuo las cascarras que representa aproximadamente un 30% del peso del fruto, por lo que un reto a futuro es buscar una utilidad para ellos, razón que nos enmarca en la presente investigación, ya que los estudios al respecto con casi nulo, pero basado en otros ejemplos decimos comenzar con la evaluación de los metabolitos secundarios presente y su correspondiente actividad antioxidante. (8,9)

Formulación del problema

Problema General

- ¿Qué contenido de metabolitos secundarios, polifenoles y actividad antioxidante presenta el extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “sanky”?

Problemas Específicos

- ¿Qué metabolitos secundarios presenta el extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “sanky”?
- ¿Cuál es el contenido de polifenoles totales del extracto etanólico, cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “sanky”?
- ¿Qué capacidad antioxidante presenta el extracto etanólico, de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “sanky” ?

1.2 Antecedentes de la Investigación

Internacionales.

El sanky es una cactácea oriunda del Perú, que no ha sido introducida en otros países, por lo que estudios a nivel internacional no existen, para lo cual tomaremos como referencias, estudios de otras cactáceas

- Sandate-Flores, et al. (2022), Cuantificaron mediante tres métodos analíticos diferentes la betanina en pulpa de garambullo (*Myrtillocactus geometrizan*), fruto de chico (*Pachycereus weber*), jiotilla (*Escontria chiotilla*) y pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*). Las técnicas fueron de Espectrofotometría UV-Vis, Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento y técnica de Espectrofotometría empleando Coeficiente de Extinción Molar. Las concentraciones medias de betanina fueron $0,68 \pm 0,05$ (mg/g p.s.) de garambullo, $1,28 \pm 0,06$ (mg/g p.s.) de fruto chico, $1,84 \pm 0,34$ jiotilla y $2,0 \pm 0,25$ pitaya de mayo (mg/g p.s). La concentración de betanina en la pulpa de garambullo medida por los tres métodos no difirió significativamente ($P > 0,05$). (10).
- Coutino B, et al. (2022), evaluaron el perfil fitoquímico, las propiedades fisicoquímicas, funcionales y antioxidantes de diferentes secciones de *Cylindropuntia imbricata* (Haw.) silvestre. Los resultados mostraron que los frutos tienen la mayor concentración de taninos condensados y taninos hidrolizables en

epicarpio. Los ácidos fenólicos en los frutos fueron ácido cafeoiltartárico, ácido 5-5'-deshidroclorogénico, los flavonoides 1,2 ,2'-trisinapoylgentiobiosida, quercetina, catequina, sinensetina, dihidroquercetina, delphinidina y 5,3',4'-trihidroxi3-metoxi-6:7-metilendioxi-4'-O-glucuronido. La capacidad antioxidante de los polifenoles mostró que las proporciones 1:16 y 1:12 m/v en Epicarpio y Mesocarpio tuvieron la mayor actividad eliminadora de radicales para DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) (41 y 72 mg TE/g); ABTS (317 y 406 mg TE/g) y FRAP (568 y 481 mg TE/g), respectivamente. Se percibieron correlaciones positivas entre polifenoles y DPPH, ABTS, FRAP (11).

- De Wit M et al. (2022), investigaron el contenido de antioxidantes y el potencial antioxidante de cáscaras de nopal frescas y procesadas de nopal de diferentes colores. Las cáscaras de nopal mostraron altos niveles de compuestos fenólicos y una alta actividad antioxidante. Los contenidos más altos se hallaron en las cáscaras secas, mientras que las conservas presentaron los contenidos más bajos. El % de DPPH, los carotenoides y los fenólicos se congregan, estando el % de actividad quelante estrechamente relacionado con el ácido ascórbico. Los productos de cáscara morada tuvieron el mayor % de DPPH, % de actividad quelante, betalainas, compuestos fenólicos y carotenos. El ácido ascórbico predominó en las pieles de naranja y frutos rojos. El morado y el naranja eran los colores de los cultivares de nopal que podrían ser la mejor opción en términos de contenido de antioxidantes. (12)
- Moussa-Ayoub et al (2015), evaluaron el uso del fruto *O. ficus-indica* nopal de color amarillo anaranjado como ingrediente de snacks a base de arroz y maíz. El análisis por HPLC, expuso que el perfil de flavonol del cactus consistía en cinco prominentes glucósidos de isorhamnetina con una concentración de 148,9 µg/100 mg de peso seco. La fruta liofilizada se agregó en diferentes proporciones (0, 2, 6 y 10%) a la sémola de maíz o arroz antes del proceso de extrusión. El análisis de los productos finales mostró que el contenido total de flavonol en los productos extruidos no fue afectado significativamente por la cocción por extrusión, demostrándose que el perfil único de flavonol de los frutos podría utilizarse como marcador bioquímico para la determinación de la autenticidad de productos hechos a partir del fruto entero o de la cáscara de la fruta del cactus. (13)
- Albano C, et al. (2015), investigaron la betacianina, la vitamina C, los fenólicos totales y la capacidad antioxidante (equivalente a Trolox (TEAC) y capacidad de absorbancia de radicales de oxígeno (ORAC)) en dos *Opuntia ficus-indica* (nopales) de diferentes colores, fruto morado y fruto naranja, procedente de la zona de Salento (sur de Italia). Para cuantificar la betanina en extractos de nopal, se purificó la

betanina de la inflorescencia de *Amaranthus retroflexus*. La variedad tuna morada mostró niveles más alto de betanina, fenólicos, vitamina C y capacidad antioxidante (TEAC) que la variedad naranja. Estos hallazgos corroboran el potencial de la biodiversidad autóctona de los frutos de nopal. (14)

Nacionales

- Arostegui-Faustino D (2023). evaluó la capacidad antioxidante del extracto hidroetanólico de fruto del sanky mediante la capacidad de reducir el radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) y la capacidad de reducir el ion férrico (FRAP) su efecto sobre la glicemia evaluada por el método rápido y páncreas mediante un estudio histopatológico, de ratas diabéticas. Se utilizaron 30 ratas adultas inducidas a diabetes con aloxano (80 mg/kg), formándose cinco grupos experimentales (n=6), recibiendo los tratamientos vía orogástrica, el grupo I (agua), II (metformina 14mg/kg), grupos III-IV-V zumo de sanky a 1,0; 4,0 y 16 mL/kg, respectivamente. La capacidad antioxidante mediante el DPPH, exhibió un IC₅₀ de 0,77 mg/mL, y por el método FRAP mostro un TEAC-FRAP de 22,31µg/mg. La glicemia disminuyó en el octavo día de tratamiento en los grupos III-V, respecto al grupo I. A nivel histológico los grupos I-II presentaron atrofia severa y necrosis moderada de los islotes de Langerhans; los grupos IV-V presentaron hipertrofia y necrosis leve multifocal a nivel del islote. (15)
- Rodríguez N, y col (2022), estudiaron la incidencia de ácidos grasos y alcanos en espinas, cáscara, pulpa y semillas del fruto del sanqui (*Corryocactus brevistylus* subsp. puquiensis). Obtuvieron extractos hexánicos de cada una de las partes fruto, los cuales se transesterificaron y analizaron por el método de cromatografía de gases acoplado a masas. Los ácidos grasos mayoritarios fueron: los ácidos araquídico y behénico en espinas, ácidos linoleico y palmítico en cáscara y pulpa, y ácidos linoleico y oleico en semillas del fruto. En el caso de los alcanos mayoritarios fueron: nonacosano y hentriacontano en espinas y cáscara, pentacosano y tricosano en pulpa. En semillas no se identificaron alcanos. (16)
- Balvin C.D (2021), evaluó la composición químico proximal y la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* “Sanky” del Anexo Pucurí, Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho. utilizando métodos AOAC y normas técnicas peruanas para los determinaciones químicas y la actividad antioxidante se realizó usando los métodos DPPH Y FRAP. La porción comestible

del fruto de sanky presento un peso promedio de $160,57 \pm 68,6$; metabolitos como: grupos fenólicos libres, flavonoides, triterpenos; al análisis químico proximal presento un valor calórico de 164,29 Kcal/100g en base seca; y actividad antioxidante por el método DPPH presenta un EC_{50} 2,9 mL de zumo; en cuanto al método FRAP presenta $51,39 \mu\text{M TE/g}$. (17)

- Ortiz C.S. (2021), cuantifico la capacidad antioxidante y la concentración de los compuestos fenólicos del *Corryocactus brevistylus* “sanky” natural del departamento de Arequipa. Se trabajó con la muestra fresca, usando el método de captación del radical DPPH para la capacidad antioxidante, el método de Folin Ciocalteu, para evaluar los compuestos fenólicos. El valor obtenido en la cuantificación de la actividad antioxidante fue de $IC_{50} 1\ 909,158 \mu\text{g/mL}$, cuya actividad es equivalente a 0,44mM de ácido ascórbico, el contenido de compuestos fenólicos presentó un valor de $15,08 \pm 2,27\text{mg}$ expresado en equivalentes de ácido gálico por 100g. (18)
- Rojas T y col. (2019), realizaron la extracción de componentes fenólicos de las cáscaras del fruto del sanky (*Corryocactus brevistylus*) utilizando ultrasonido. Al análisis proximal, la cáscara de sanky reportó: 10,74 % humedad; 9,19 % proteína; 14,75 % cenizas; 2,68 % grasa; 16,39% fibra y extracto libre de nitrógeno 46,25 %. Para la extracción se evaluaron tres en tres niveles cada uno: concentración del solvente etanol (40, 50 y 60 %), tiempo (20, 30 y 40 minutos) y temperatura (25, 35 y 45 °C). Se evaluó los polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu. El tratamiento con 50 % v/v de etanol, 40 minutos y 25 °C reportó 43,9 mg ácido gálico/g muestra seca y fue el más eficiente. Los siguientes tres tratamientos no tuvieron diferencias significativas. La variable más importante fue el tiempo de extracción. (19)
- Alanoca Coaquira, S. 2014. Evaluó del contenido de ácido ascórbico y polifenoles totales en el fruto sancayo (*Corryocactus brevistylus*) y así como su actividad antioxidante y genotoxicidad en linfocitos de sangre periférica. Se emplearon frutos de *Corryocactus brevistylus* oriundos de la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, los cuales fueron liofilizados. La concentración de ácido ascórbico fue determinada en forma voltamétrica, el valor hallado fue de 1,42 mg de Ac. Ascórbico/g, en la muestra liofilizada, mediante el método de Folin – Ciocalteu se mostró un valor promedio de polifenoles de 6,41 mg GAE/g de muestra. La actividad antioxidante del sancayo mostro los valores promedio de acuerdo a los métodos de DPPH ($90,30 \mu\text{mol TE/g}$), ABTS ($154,20 \mu\text{mol TE/g}$) y CUPRAC ($76,74 \mu\text{mol TE/g}$) respectivamente. (20)

1.3 Justificación e importancia

En el territorio Peruano la familia de las cactáceas están representada por alrededor de 250 especies (21). Esta familia es oriundas del continente americano y se ubican usualmente en todos los ecosistemas desde la zonas cercanas al zócalo continental hasta los valles alto andinos (22,23). Frecuentemente las zonas desérticas costeras y andinas del país se encuentra cubierto por cactáceas, conformando un rol fundamental en el flujo de energía dentro de la cadena trófica (21), en el centro poblado de Sanqui-sanqui existe un ecosistema donde predominan las cactáceas columnares y especial la cactácea *Corryocactus brevistylus* “sanky”, especie que vienen siendo estudiada para obtención y aprovechamiento especialmente de sus frutos, a los cuales se atribuye diversas propiedades entre la que resalta la capacidad antioxidante de la parte comestible del mismo, del que una buena porción está constituida por su cascara. En el contexto de una economía circular, que involucra el aprovechamiento integral de los subproductos de la agricultura y el uso que se le dan en ciertas regiones de los andes a esta parte del fruto, creemos de importancia introducimos en el conocimiento integral de su potencial como posible fuente de principios activos de interés para la alimentación o salud humana.

1.4 Objetivos de la investigación

Objetivo General

- Determinar los metabolitos secundarios presente, el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante del extracto etanolico de las cascara del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky”.

Objetivos Específicos

- Demostrar la presencia de metabolitos secundarios del extracto etanólico de las cascara del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” .
- Determinar el contenido de polifenoles totales del extracto etanólico, de las cascara del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky”.
- Comprobar la actividad antioxidante del extracto etanolico de las cascara del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky”.

1.5 Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis

Hipótesis General

- El extracto etanólico, de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” presenta metabolitos secundarios tipo flavonoides y un considerable contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante.

Hipótesis Especificas

- El extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” presente considerable presencia de metabolitos secundarios.
- El contenido de polifenoles totales en el extracto etanólico, de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” es apreciable.
- El extracto etanólico, de las cascaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” presenta una considerable capacidad antioxidante.

1.5.2. Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

V. Independiente

| Variable | Indicador | Índice |
|---|----------------------------|---|
| Extracto etanolico de las cascaras del fruto de <i>Corryocactus brevistylus</i> “Sanky” | Metabolitos secundarios. | Reacciones de coloración y precipitación. |
| | Parámetros fisicoquímicos. | Solidos totales, solidos solubles, pH, cenizas. |

V. Dependiente

| Variable | Indicador | Índice |
|------------------------|---------------------------|------------------|
| Actividad Antioxidante | Método DPPH | IC ₅₀ |
| | Método CUPRAC | TEAC |
| Polifenoles totales | Método de Folin Ciocalteu | mM AGE/g |

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Sanky

Es un fruto ancestral producido en los andes peruanos en los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna; es un cactus de la familia: cactáceas, Es una especie perenne de forma columnar, dentro de sus características botánicas el sanky, presenta tallos carnosos de hasta 5 metros de altura, ramificado de color desde verde amarillento hasta verde oscuro con flores amarillas. Su fruto es una baya redonda con espinas abundantes y pequeñas de color verde a verde amarillenta; presenta en su interior una masa mucilaginoso con numerosas semillas pequeñas de color negro. (17,24)

Geográficamente se le halla en zonas semidesérticas entre los 2500 y 3200 metros sobre el nivel del mar, principalmente en la vertiente occidental de los andes, formando parte de extensas colonias en laderas de cerros, en suelos arenosos, rocosos y pedregosos. Nolasco en su estudio sobre las principales características físicoquímicas del sanky, reportó la presencia de ciertos metabolitos secundarios: En pulpa: azúcares reductores, triterpenos-esteroides, lactonas, mucílagos, antocianinas. En cáscara: triterpenos-esteroides, catequinas, azúcares reductores,. (16, 25)

Taxonomia

Reino: Plantae

Subreino : Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia; Cactaceae

Subfamilia: Cactoideae

Tribu: Pachycereeae

Género: Corryocactus

Especie: C. Brevistylus

- Nombres comunes: Guacalla, quisco de flores amarillas, sanqui, sanky, sancayo (Aragón, G. A. 1982. Cactáceas de los alrededores de la ciudad de Arequipa [prim.]. Bol. Lima 20(4): 59–69.



Figura 1. Fruto de sanky en el cactus

Fuente: <https://blog.gustu.bo/?p=423>



Figura 2. Fruto de sanky y composición interna

Fuente: <https://agraria.pe/noticias/el-sanky-la-fruta-del-ande-peruano-que-tiene-multiples-benef-20892>

1.6.2 Estrés Oxidativo

Un radical libre es un átomo o molécula que posee un electrón desapareado en su último orbital, lo que lo lleva a ser muy reactivo, razón por la que suele reaccionar con múltiples biomoléculas del organismo, produciendo su oxidación para conseguir su estabilidad electroquímica. Intrínsecamente en este concepto, tenemos las formas reducidas de O_2 que se denominan ERO (Especies reactivas de oxígeno, entre ellas está el Peróxido de hidrógeno H_2O_2). Las ERO son productos generados normalmente en el metabolismo celular, pero también se pueden constituir por fuentes exógenas (Contaminación ambiental, rayos X, o humo de tabaco), un exceso en la producción de las ERO es perjudicial en los organismos vivos. (1,26) Un radical libre posee un tiempo de vida media de microsegundos, pero posee la capacidad de reaccionar con todo aquello que lo rodea, lo cual lleva a provocar gran daño a moléculas, tejidos o membranas celulares. Cuando los radicales libres se acumulan o se producen en grandes cantidades, en un periodo de tiempo que sobrepasa el accionar de los sistemas de defensa, principalmente debido a contaminantes externos, tienden a perjudicar la salud del organismo vivo. (12)

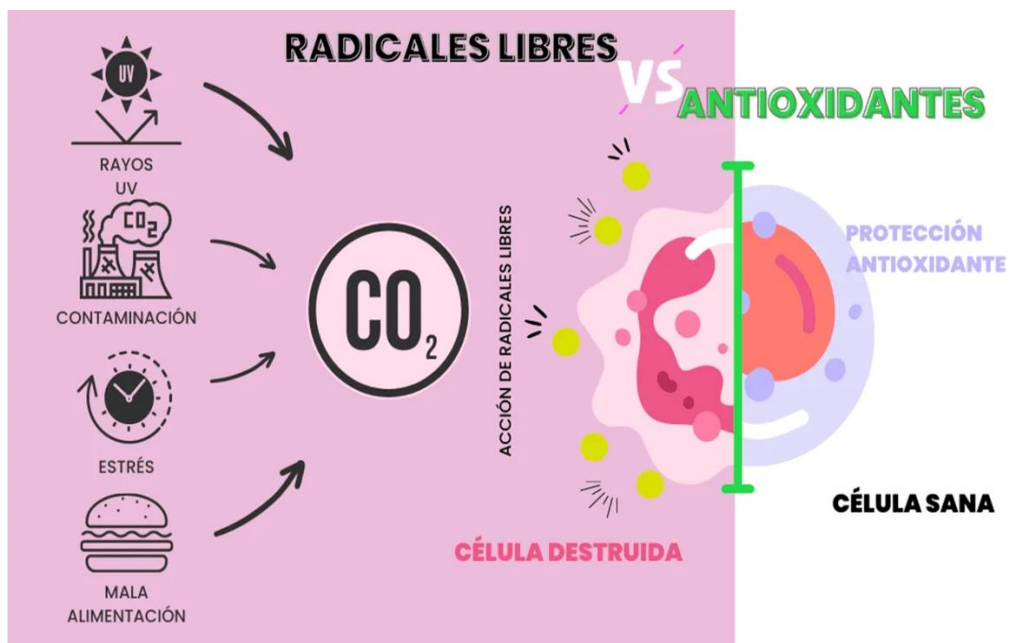


Figura 3. Fuentes de Radicales libres

Fuente: <https://vitalhealth.blog/radicales-libres-y-oxidacion/>

Los organismos aerobios tienen sistemas de defensa antioxidante, que permiten contrarrestar los efectos nocivos de los radicales libres, entre ellos están incluidos las moléculas, enzimas y secuestradores químicos los cuales actúan para prevenir los daños del estrés oxidativo. (26)

Las enzimas antioxidantes (EAOX) conforman parte de la primera línea de defensa celular ante el daño oxidativo, las cuales separan el O_2 y el H_2O_2 . Subsiguientemente existe una segunda línea de defensa que está conformada por moléculas no enzimáticas quienes actúan contra los radicales libres. Las sustancias antioxidantes se pueden congregar según su naturaleza química y su modo de acción:

- Enzimas
- Antioxidantes preventivos
- Antioxidantes secuestradores de ERO
- Antioxidantes nutricionales (26)

En los diferentes estados patológicos en que se presenta el estrés, puede perturbar la funcionabilidad celular, tal que favorece o retroalimenta el desarrollo de algunas enfermedades generativas como: enfermedades neurológicas, cáncer, la aterosclerosis, cardiomiopatías, diabetes, enfermedades cardiovasculares, trastornos neurodegenerativos, envejecimiento, enfermedades autoinmunes, hipertensión, Parkinson, Alzheimer, síndrome de dificultad respiratoria aguda entre otras enfermedades. (27)



Figura 4: Factores que conllevan al estrés oxidativo

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

1.6.3 Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico tiene como finalidad la identificación de los constituyentes presentes en extractos de material vegetal, los cuales se denominados metabolitos secundarios y son fraccionamientos continuos mediante solventes de diferentes polaridades, estos denominados metabolitos se identifican mediante la aplicación de reacciones de precipitación y/o coloración. Además, el tamizaje o screening se puede realizar a diversos extractos de la misma especie vegetal, ya que, los metabolitos secundarios pueden variar de acuerdo con el solvente inicial empleado en la extracción, así como la procedencia de la especie entre otros factores. (28).

1.6.4 Marco Conceptual

Todo organismo vivo aerobio necesita oxígeno (O_2) para poder producir energía. Sin embargo, el exceso de O_2 puede ser perjudicial para las células por la formación o generación de especies reactivas durante su oxidación. Para contrarrestar este problema, los organismos cuenta con un mecanismo denominado sistema antioxidante (AOX), el cual conserva el equilibrio de las reacciones de óxido reducción y la sobrevivencia celular. (29)

- **Especies Reactivas del Oxígeno (ERO).**- Son especies reactivas procedentes del oxígeno como: El anión superóxido (O_2^-), el radical hidroxilo (OH), el radical peróxido (ROO), el radical hidropéroxilo (HO_2), el óxido nítrico (NO), y el oxígeno singlete (1O_2). Hay otras especies reactivas derivadas del oxígeno y que pueden ser oxidantes en ciertas condiciones, como: el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el ozono (O_3) y el ácido hipocloroso (HOCl).
- **Enzimas:** Son proteínas complejas, las cuales actúan como catalizadores produciendo un cambio químico, que depende de la función de la enzima.
- **Polaridad:** Es una propiedad química de las moléculas que representa la suma vectorial de los momentos dipolares de los enlaces expresado en las cargas eléctricas en la misma molécula. La polaridad está asociada con otras propiedades como la solubilidad, el punto de ebullición, el punto de fusión, las fuerzas intermoleculares, etc. Dependiendo de la polaridad del disolvente, se atraerá a diferentes compuestos de la misma naturaleza en una especie vegetal.

- **Extracto etanólico:** Es el extracto obtenido de especie vegetal por diversos procesos (maceración, reflujo, etc), empleando como solvente el etanol (alcohol etílico 96°).
- **Antioxidante:** Son sustancias naturales o sintéticas, las cuales pueden prevenir o retrasar algunos procesos oxidativos que causan daños a las células. Estos se pueden encontrar en diversos alimentos, principalmente frutas, verduras y plantas.

Metabolitos secundarios

- **Taninos:** Son moléculas complejas que se puede encontrar en algunos tejidos vegetales, es un tipo de polifenol que conforman de aproximadamente 12 a 16 grupos fenólicos. Son sustancias astringentes antioxidantes que se encuentran en la corteza de los árboles y hollejo de la uva, usados originalmente para curtir pieles en cuero.
- **Flavonoides:** Son compuestos de naturaleza fenólica, diaril-propánicos, de bajo peso molecular, que proviene del metabolismo secundario en algunas plantas. Dentro de la amplia gama de propiedades se le atribuye su efecto antioxidante, antiinflamatoria y su capacidad para inhibir numerosos procesos enzimáticos.
- **Aminoácidos:** Son las unidades básicas de las proteínas, moléculas orgánicas que contienen un grupo amino básico y un grupo carboxílico. Los aminoácidos y las proteínas son pilares esenciales para la vida. Cuando las proteínas se digieren o se descomponen, resultan los aminoácidos.
- **Alcaloides:** Son sustancias orgánicas nitrogenadas, de origen vegetal metabolizadas a partir de aminoácidos. Poseen una estructura química compleja de carácter básico, que en muchos casos ejecutan diversas acciones farmacológicas en pequeñas dosis y poseen una marcada toxicidad.
- **Saponinas:** Son heterósidos muy extendidos en el reino vegetal. Su característica principal es porque en contacto con el agua producen una espuma persistente. (26)

Parámetros de caracterización de extracto

- **Sólidos Totales:** Es la materia seca que permanece como residuo después de un proceso de evaporación del agua que contiene un producto.
- **Sólidos Solubles:** Son los compuestos sólidos solubles en agua, como los azúcares, sales y ácidos. Se determinan a través de la utilización de un refractómetro.

- **Cenizas:** Es el residuo inorgánico resultante de la combustión completa de un material, a una temperatura entre los 550 -600°C, constituido principalmente por sales minerales, óxidos y sílice
- **pH:** Es el potencial de iones hidrogeniones en una solución acuosa, La escala de medición del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Representa una medida que indica la acidez o la alcalinidad de las soluciones.

Métodos antioxidantes

- **DPPH:** Es el compuesto 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo, es un radical libre, propuesto por Blois en 1958, como un método para determinar la actividad antioxidante y estudiar ciertas reacciones químicas. Este método se fundamenta en el mecanismo de aceptación de un electrón o átomo de hidrógeno. El radical es soluble en metanol y la solución es de color violeta intenso.
- **FRAP:** El método se basa en que los antioxidantes son compuestos que pueden producir la reducción del ion férrico al estado ferroso; tal que, el ion forma un complejo coloreado (azul intenso) con el compuesto 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ). Este método FRAP no mide la capacidad neutralizadora de radicales libres que están presentes en la muestra; sino, evalúa la capacidad reductora por transferencia de electrones.
- **ABTS:** Este método se evalúa la actividad antioxidante expresada como equivalente a Trolox (TEAC), el cual se fundamenta en la reducción de la coloración verde/azul del radical ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS+) al actuar el compuesto antioxidante presente en la muestra.
- **CUPRAC:** Se basa en la medición de la absorbancia del quelato de neocuproína (Nc) deCu(I) formado como resultado de la reacción redox de antioxidantes que rompen la cadena con el reactivo CUPRAC, Cu(II) -Nc, donde la absorbancia se registra en la longitud de onda de absorción de luz máxima de 450 nm; por lo tanto, este es un método basado en transferencia de electrones (ET) (30)
- **Compuestos Polifenoles:** Los compuestos polifenólicos (CPF) son metabolitos secundarios de las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo. Los CPF se clasifican como ácidos fenólicos (AF), flavonoides (FLA) y taninos (TAN). (31).

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, nivel y Diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Básica

Tipo de investigación básica cuali-cuantitativo y transversal, debido a que en el presente estudio establecemos la presencia o ausencia de los metabolitos secundario en un determinado tipo extracto específico y cuantificamos un parámetro como la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales transversalmente, porque los datos son adquiridos en un determinado tiempo.

2.1.2. Nivel de Investigación

Descriptivo- Explicativo

Descriptivo: Involucra conocer la situación actual, es decir realiza una descripción de las condiciones de adquisición de la especie y del extracto respectivo; así como, los métodos aplicados en la determinación de su capacidad antioxidante

Explicativo: Se encarga de indagar el porqué de los hechos, a través del establecimiento de relaciones causa-efecto. Pues fundamentamos la posible relación entre la presencia de metabolitos secundarios hallados y la actividad antioxidante que presenta el extracto etanólico del extracto de las cascarras de la especie en estudio.

2.1.3. Diseño de Investigación

Analítico-experimental

Tiene como base la aplicación de esquemas de investigación que utilizan la realización y la verificación controlada de experimentos analíticos, para entender los sucesos causales. La parte experimental es donde se opera u ordena la variable independiente y controla/aleatoriamente la variable dependiente. En este caso se controla la concentración del extracto con el objetivo de determinar su capacidad antioxidante.

2.2 Materiales de trabajo

2.2.1. Materiales de laboratorio

- Frasco de vidrio de boca ancha
- Vasos de precipitado
- Probetas
- Luna de reloj
- Matraces
- Espátulas de metal
- Balones
- agitadores
- Placa de reacción
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Pinzas metálicas
- Micropipetas automáticas
- Embudos
- Peras de bromo
- Propipetas
- Platos
- Tijeras

2.2.2. Material biológico

- Cascaras del fruto de la especie vegetal de *Corryocactus brevistylus* “Sanky

2.2.3. Equipos

- Balanza analítica
- Evaporador rotatorio

- Molino analítico
- Espectrofotómetro UV/Vis
- Baño ultrasonido (UC-10)
- Estufa/incubadora Binder B-28
- Mufla
- pHmetro

2.2.4. Reactivos

- Etanol 96
- Metanol
- Diclorometano
- Cloroformo
- Agua destilada
- Alcohol 70°
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de Amonio 25%
- Sulfato de sodio anhidro
- Acetato de amonio
- Hidróxido de sodio
- Tricloruro férrico
- Ácido acético glacial
- 2,2- diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH). Sigma –Aldrich
- Neocuprina
- Trolox Hoffmann – La Roche
- Cloruro de cobre
- Folin Ciocalteu
- Carbonato de sodio

2.2.5. Adicionales

- Papel de aluminio
- Papel de filtro
- Guantes estériles
- Mascarilla
- Gafas protectoras
- Papel tissú
- Papel toalla
- Viales
- Micropipetas automáticas y tips para micropipetas

2.3 Población y muestra

Población: Frutos maduros de la cactácea *Corryocactus brevistylus* “Sanky”

Muestra vegetal: Cascaras obtenidas del fruto maduro de *Corryocactus brevistylus* “sanky”

2.4 Métodos, técnicas y procedimientos de recolección de datos

2.4.1. Métodos y técnicas

2.4.1.1 Recolección del material vegetal

Los frutos de la cactácea se recolectaron en la zona de Sanqui-sanqui, distrito de Coracora, Parinacocha, Región Ayacucho, durante el mes agosto de 2024, La recolección fue efectuada temprano por las mañanas, desde las plantas en estado silvestre que se hallaban en buen estado, se limpiaron el fruto de las espinas *in situ* y luego fueron transportada en bolsas de papel a los laboratorios de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga.

La especie vegetal fue clasificada taxonómicamente en la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

2.4.1.2 Tratamiento de la muestra

Selección: Se procederá a escoger los frutos (sin presencia de hongos o picaduras); así como eliminación de cualquier materia extraña, luego limpiadas con hipoclorito al 1%.

Extracción de la porción comestible: De los frutos en buen estado se separa la porción comestible de la cascara mediante cortes en los extremos y un longitudinal, extrayendo las cascaras que se colocaron a desecar bajo sombra en el laboratorio, una vez seca fueron molidas.

Procedimiento para la obtención de extracto

Aproximadamente se tomaron 1000 g de la cascaras seca y molida de fruto de *Corryocactus brevistylus* “Sanky” y se colocaron en un frasco ámbar de boca ancha, al que se adicionara 2,5 litros de alcohol de 96° y se dejó macerando durante de 15 días con agitación a interdiarios. Transcurrido el tiempo se filtró obteniendo el extracto etanolico que se llevó a concentración en un evaporador rotatorio a temperatura de aproximada de 40°C. El residuo del filtrado concentrado se llevó hasta sequedad en estufa a 40°C, obteniéndose una pasta densa que se colocó en recipiente hermético y protegidos de la luz.

2.4.1.3 Tamizaje fitoquímico (32)

El screening, en toda investigación fitoquímica de las diferentes variedades de especies vegetales es la etapa inicial, que permite precisar cualitativamente los principales y/o esenciales grupos químicos presentes en una especie vegetal; lo cual nos accederá a partir de ello, direccionar el fraccionamiento, extracción y posible aislamiento de los grupos de compuestos de mayor interés. El tamizaje fitoquímico constituye la remoción de metabolitos secundarios con solventes de diferentes polaridades relacionado con la naturaleza y solubilidad de estos, para su ulterior reconocimiento a través de la aplicación de reacciones de coloración y precipitación. El uso de reactivos o productos químicos deberá ser sensibles y reproducibles para permitir una evaluación rápida.

2.4.1.3.1. Obtención de Fracciones

Procedimiento

Una porción del extracto crudo concentrado se disuelve en etanol, lo que constituye la **fracción A**.

Otra porción de las muestras del extracto seco de muestra en investigación (extracto crudo). Este se disolvió con HCl al 1% (2 x 20 mL), se filtró con la finalidad de obtener dos partes:

- a) **Insoluble:** Esta fracción se procedió a lavar hasta un pH neutro empleando H₂O destilada, posteriormente se disolvió con 5mL de CH₂Cl₂, en seguida se procedió a secar con Na₂SO₄ anhidro, seguidamente filtramos, el filtrado obtenido se nombró como **Fracción B**.
- b) **Solución ácida:** Efectuamos el filtrado; luego alcalinizamos con NH₃, se realizó la extracción con CH₂Cl₂ (2 x 25mL), obteniéndose dos fases:
 - ✓ **Fase Diclorometánica:** Lavamos utilizando 10 mL de agua destilada, a continuación, esta porción diclorometánica procedimos a secarla con sulfato de sodio anhidro, para su posterior filtrado, dando como resultado **la Fracción C**.
 - ✓ **Fase Acuosa:** Empleamos 5g de sulfato de sodio anhidro para saturar la fase y inmediatamente efectuamos una extracción con dos porciones de 25 ml de la mezcla diclorometano: etanol (3:2). Aquí obtenemos dos fases:
 - **Fase Orgánica:** (Diclorometánica-etanólica). realizamos un lavado con solución de sulfato de sodio anhidro (10 mL), hasta que se aglutina en la fase acuosa. Posteriormente la fase orgánica se deshidrata con 1g de sulfato de sodio anhidro. Se filtra y esto se constituye como **la Fracción D**.
 - **Fase Acuosa:** Adicionamos los remanentes acuosos obtenidos del lavado de la fase orgánica a esto le llamamos **Fracción E**. Sobre estas fracciones se determinaron diferentes metabolitos (26).

Separadas las diversas fracciones obtenidas del extracto crudo de la muestra (cascara del fruto) procedimos a ejecutar las diferentes reacciones de coloración o precipitación, en cada una con la finalidad de identificar los grupos funcionales y grupos de metabolitos secundarios que estén presentes en el extracto.

Detección de Taninos

- ✓ **Reacción de gelatina-Sal:** En tres tubos de ensayos, agregamos 0,5 mL de solución del extracto; al tubo 1 se adiciono 1 mL de solución al 5% de Cloruro de Sodio; al tubo 2 se agregó 1mL solución de gelatina al 1% y al tubo 3 se adiciono 1 mL de la mezcla de la solución de gelatina – sal; la precipitación con este último reactivo o con ambos 1° y 2° es un indicador positivo de la presencia de taninos, si solamente se produce u ocurre con el tubo 1, podría ser un ensayo falso positivo.(26)
- ✓ **Reacción de Cloruro Férrico:** En un tubo de ensayo colocamos 0,5 mL de la fracción A y luego agregamos 2 gotas de solución acuosa de Tricloruro Férrico (FeCl_3) al 1%. La aparición de las coloraciones azul-negro, verde o azul verdoso es indicativo de una Reacción positiva. (26)

Detección de Flavonoides

- ✓ **Reacción de Shinoda:** Colocamos aproximadamente 20 gotas de extracto en un tubo de ensayo, agregamos limaduras de Magnesio; adicionamos 3 gotas de Ácido clorhídrico concentrado. Observar que se produzca un cambio de color, cuando la reacción es positiva, la coloración variara entre rojo, anaranjado y violeta en diferentes casos. (26)

Detección de Aminoácidos

- ✓ **Reacción de Ninhidrina:** En este caso se trabajó sobre tiras de papel de filtro, se colocaron en estas con ayuda de una pipeta capilar:
 - Una gota de extracto más una gota de reactivo Ninhidrina al 2%.

- Blanco: Solución etanólica de Ninhidrina al 2%.

Luego se efectuó el secado a temperatura ambiente las tiras de papel se colocaron en una plancha de calentamiento o calefactora hasta la aparición de un color en el blanco.

La reacción fue positiva cuando el papel de la muestra presento un color azul violáceo. (26)

Detección de Alcaloides

Emplear 3 tubos de ensayo, a cada uno de ellos colocar 4 mL de extracto y 1 mL de la solución de ácido clorhídrico al 1%; proceder a efectuar las reacciones de precipitación como sigue:

- ✓ **Dragendorff:** Añadir de 2 a 4 gotas; observar precipitado de color anaranjado.
- ✓ **Mayer:** Agregar de 2 a 4 gotas; observar la formación de precipitado de color blanco.
- ✓ **Hager:** Añadir 2 a 4 gotas del reactivo; observar la formación de precipitado amarillo.

Detección de Saponinas

- ✓ **Prueba de Espuma:** Utilizamos 2 tubos de ensayo; luego debemos agitar 2.5 mL del extracto por un tiempo de 1 minuto. Dejamos en reposo por un tiempo de 15 minutos; observamos la formación de espuma. Esta reacción fue negativa cuando la espuma tuvo una altura inferior a 5 mm. (26)

2.4.1.4 Procedimiento de Caracterización Físicoquímicas

Sólidos totales: AOAC 925.03B

Determinación: Pesamos alrededor de 2 g de extracto seco en una placa Petri, previamente esta placa se seca a una temperatura de 130°C por 1 hora, seguidamente procedemos a enfriar está en un desecador; debemos efectuar el pesado cuando llegue a la temperatura ambiente.

Procedimos a colocar la placa destapada conteniendo la muestra, en la estufa para efectuar el secado a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por espacio de 1 hora (tomando el tiempo cuando la estufa llego a temperatura de 130°C), cubrimos la placa con la tapa dentro de la estufa concluido el tiempo, luego llevamos la placa al desecador; posteriormente pesamos cuando llego a la temperatura ambiente. Reportando la pérdida de peso como humedad. (26,33)

Sólidos solubles: AOAC 932.12.

Se determinó por el método refractométrico, para efectuar esta determinación primero se preparó una suspensión al 10% y luego de calibró el equipo se realizando la medición de forma directa.(26,33)

Cenizas: AOAC 923.03 Ash

Determinación: Previamente un crisol debe ser incinerado o calentado a temperatura de tratamiento (550°C) por espacio de una hora; posteriormente se enfrió en desecador. Luego pesamos aproximadamente de 1 a 3 g de extracto seco, este debemos mezclarlos en el interior de un crisol. Posteriormente procedimos a incinerar o calcinar en la mufla a 550°C hasta observar cenizas blancas o ligeramente grises. Enfriamos en el desecador, pesando cuando alcanzo temperatura ambiente. Calculando el residuo como cenizas totales. (26,33)

pH: AOAC 981.12

Este ensayo se procedió a determinar por el método electrométrico, en el cual preparamos una suspensión de extracto seco al 10%; seguidamente realizamos la calibración, una vez realizada esta efectuamos la medición directamente de la medida del pH. (26,33)

2.4.1.5 Métodos Para Determinar la Actividad Antioxidante:

Determinación de actividad antioxidante por método DPPH:

Método desarrollado por Brand-Williams et al., DPPH (2, 2 –difencil-1-picrilhidracilo) se utiliza para evaluar la actividad antioxidante tanto en muestras de alimentos como extractos vegetales. Es un método colorimétrico

de valoración de actividad antioxidante fundado en la reducción del radical estable DPPH, el cual presenta coloración azul-violeta inicialmente, variando hacia amarillo pálido por reacción con una sustancia con capacidad antioxidante; la absorbancia es medida espectrofotométricamente a 517 nm. (34)

Se utilizaron 3.1 mg del radical DPPH y se disuelve en 100 ml de etanol analítico al 80%, se establece su absorbancia entre 0.9 – 1.0 mediante el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm (constituyo blanco de reactivo). (34) Se tomo 2,9 mL del reactivo DPPH en viales independientes de color ambar, a los que se agregó 100 uL de las diferentes diluciones del extracto etanolico por duplicado, se agita enérgicamente y se deja en incubando en la oscuridad por espacio de 30 minutos; Se determina el correspondiente porcentaje de inhibición del promedio de cada solución de las diversas concentración del extracto analizado.(26)

$$\% \text{ Inh} = \frac{\text{Lectura de blanco} - \text{lectura de muestra}}{\text{Lectura de blanco}} \times 100$$

Determinación de actividad antioxidante por método CUPRAC

Método que permite medir simultáneamente la capacidad antioxidante de compuestos lipofílicos e hidrofílicos, mediante de la reducción y quelación del ion cobre Cu^1 originado en la mezcla de reacción. Los reactivos que se utilizan son:

- Solución etanólica de Neocuproina $7,5 \times 10^{-3}\text{M}$
- Solución buffer acetato de amonio 1M de pH 7
- Solución acuosa de cloruro de cobre dihidratado $1.2 \times 10^{-2}\text{M}$
- Solución de patrón. (trolox)

En la determinación se toma 05 tubos de ensayos independientes en los cuales se coloca 1mL de la solución buffer acetato de amonio, 1 ml de la solución de cloruro de cobre, 1 mL de la solución de neocuproína, en cada uno de los tubo se adiciona 0,25 ml de las diluciones del extracto preparado o las diluciones del patrón de diversas concentraciones respectivamente, se mezclan vigorosamente y se dejan reposo a temperatura ambiente protegida de la luz solar directa por 30 minutos y luego se lee su absorbancia

espectrofotométricamente a 450 nm. Prepara una curva de calibración con los valores de las soluciones patrones y se expresa los resultados de la capacidad antioxidante como equivalente del trolox (35).

Determinación de polifenoles totales

Los polifenoles totales se determina por el metodo de Folin Ciocalteu, expresando los resultados como equivalentes de ácido gálico (ug AGE/g). Para lo cual se efectúa una recta de calibración con el patrón de ácido gálico.

Determinación.- Un peso del extracto concentrado se disolvió 5ml de etanol al 98° en el baño ultrasonido y luego se realizó una dilución de 1 : 5 con agua destilada, seguidamente se efectuó una serie de diluciones sucesivas. En viales independientes se coloca 100 µl de las diluciones del extracto o de las diluciones del patrón, se agregó a cada uno 250 µl del reactivo de Folin Ciocalteu (1:1) se agita vigorosamente y después de transcurrido 5 minuto se agrega 1250 µl de solución de carbonato de sodio (20% p/v) se agita y se deja incubando en oscuridad por 30 minutos. Después de la reacción se medió la absorbancia a 760 nm, utilizando como blanco agua destilada. Con los valores de la diluciones del patrón se establecer una curva de calibración que permite expresar los polifenoles totales como equivalente de ácido gálico.(35)

2.5 Lugar de experimentación

El lugar donde se llevó a cabo la presente investigación fue los laboratorios de Análisis Instrumental y Química General de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

2.6 Técnicas de procesamiento de la información

Recolección de datos analíticos

Todos los datos analítico fueron registrados en el correspondiente cuaderno de trabajo, en donde se anotaron los resultados de cada proceso y determinación de las partes experimentales programadas en el proyecto de investigación; haciendo uso de la aplicación de los métodos analíticos utilizados en cada caso.

Procesamiento de datos

Los datos se analizaron en Microsoft Excel 2019 y se sometieron a métodos de análisis paramétrico como: determinación de la media y desviación estándar, así como métodos no paramétricos como el coeficiente de correlación, para poder encontrar el IC₅₀ o TEAC según el método utilizado., para luego se expresados mediante los gráficos correspondientes.

2.7 Aspectos éticos

En la presente investigación los autores han cuidado todos los aspectos éticos notables que implica una investigación a nivel universitario para adoptar un título profesional, previniendo todos aquellos elementos que pudieran ocasionar un conflicto de interés o que lleven a una alteración de los objetivos del estudio.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización fisicoquímica del extracto

Tabla 1. Resultados de la Caracterización Fisicoquímica del extracto etanólico de las cascara del fruto de *Corryocactus. Brevistylus Sanky*

| Parámetros | Resultados | Unidades |
|-------------------------------|--------------|----------|
| Solidos totales | 84,75 ± 0,15 | g/100g |
| Humedad | 15,05 ± 0,15 | g/100g |
| Solidos solubles ¹ | 5,7 ± 0,29 | ° Brix |
| pH ¹ | 2,99 ± 0,03 | -- |
| Cenizas | 8,74 ± 0,19 | g/100g |
| Color | Pardo | -- |
| Olor | Suigéneris | -- |
| Aspecto | Pasta densa | -- |

¹Medidos en una solución al 10%

3.2. Resultados del Tamizaje fitoquímico

Tabla 2. Resultado del tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de las cascarras del fruto de *Corryocactus. Brevistylus Sanky*

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

3.3. Actividad antioxidante por DPPH

Tabla 3. Valores de absorbancia para la curva de calibración de trolox para el método de DPPH

| trolox mM | Abs1 | Abs2 | ABs3 | % Inh |
|--------------|-------|-------|-------|----------|
| 0,7 | 0,320 | 0,328 | 0,324 | 64,6 |
| 0,5 | 0,512 | 0,510 | 0,515 | 43,9 |
| 0,4 | 0,705 | 0,706 | 0,708 | 22,7 |
| 0,2 | 0,825 | 0,823 | 0,829 | 9,76 |
| 0,1 | 0,945 | 0,944 | 0,945 | 3,96 |
| 0,05 | 0,981 | 0,983 | 0,982 | -- |
| Blanco | 0,984 | | | |

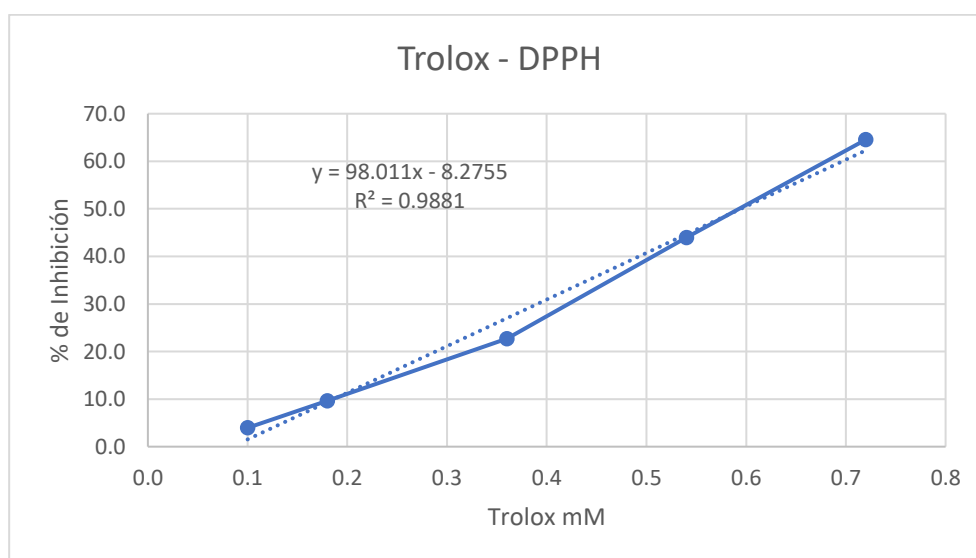


Figura 5. Correlación entre concentración del trolox y Porcentaje de inhibición

IC50 = 0,59 mM de trolox

Tabla 4. Determinación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la cascara del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) por el método DPPH

| Extracto mg/mL | Abs1 | Abs2 | Abs Prom | % Inh |
|-------------------|-------|-------|-------------|----------|
| 4,8 | 0,534 | 0,532 | 0,533 | 45,9 |
| 2,4 | 0,751 | 0,747 | 0,749 | 24,0 |
| 1,2 | 0,887 | 0,888 | 0,888 | 9,9 |
| 0,6 | 0,937 | 0,936 | 0,937 | 5,0 |
| 0,3 | 0,974 | 0,973 | 0,974 | 1,2 |
| Blanco | 0,986 | | | |

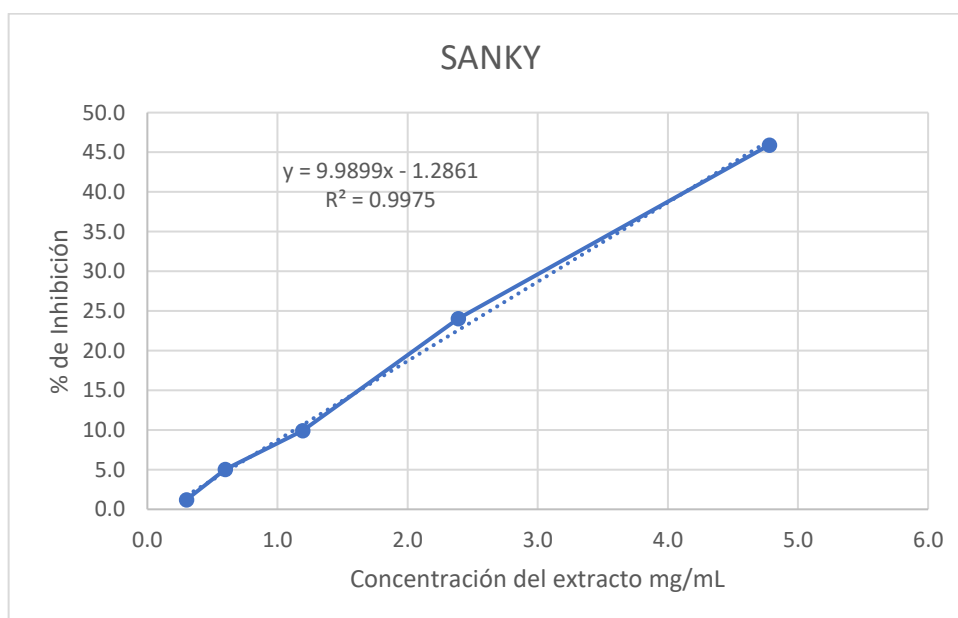


Figura 6. Curva de correlación entre concentración del extracto y porcentaje de inhibición

IC50 = 5,13mg

Por lo tanto: 5,13 mg de extracto equivale a 0,59 mM de trolox

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

| mM | | | |
|--------|-------|-------|----------|
| Trolox | Abs 1 | Abs2 | Promedio |
| 0,1 | 0,041 | 0,038 | 0,039 |
| 0,2 | 0,063 | 0,058 | 0,061 |
| 0,4 | 0,129 | 0,125 | 0,127 |
| 0,7 | 0,255 | 0,250 | 0,253 |
| 0,9 | 0,312 | 0,318 | 0,315 |
| 1,5 | 0,516 | 0,510 | 0,513 |

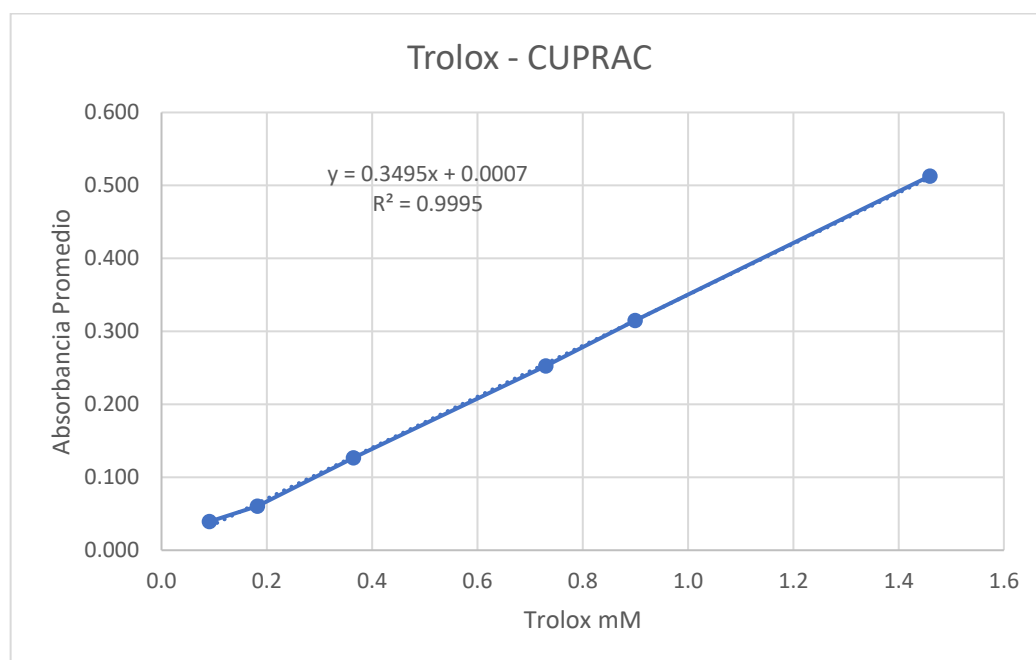


Figura 7. Curva de correlación de mM de trolox vs absorbancia para la determinación de actividad antioxidante por método CUPRAC

Tabla 6. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico de la cascara del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) por el método CUPRAC

| Extracto | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| mg/mL | Abs1 | Abs2 | Prom | TEAC |
| 4,78 | 0,714 | 0,709 | 0,712 | 2,03 |
| 2,39 | 0,359 | 0,352 | 0,350 | 1,02 |
| 1,2 | 0,176 | 0,174 | 0,175 | 0,50 |
| 0,6 | 0,080 | 0,085 | 0,083 | 0,023 |
| 0,3 | 0,030 | 0,036 | 0,033 | 0,09 |

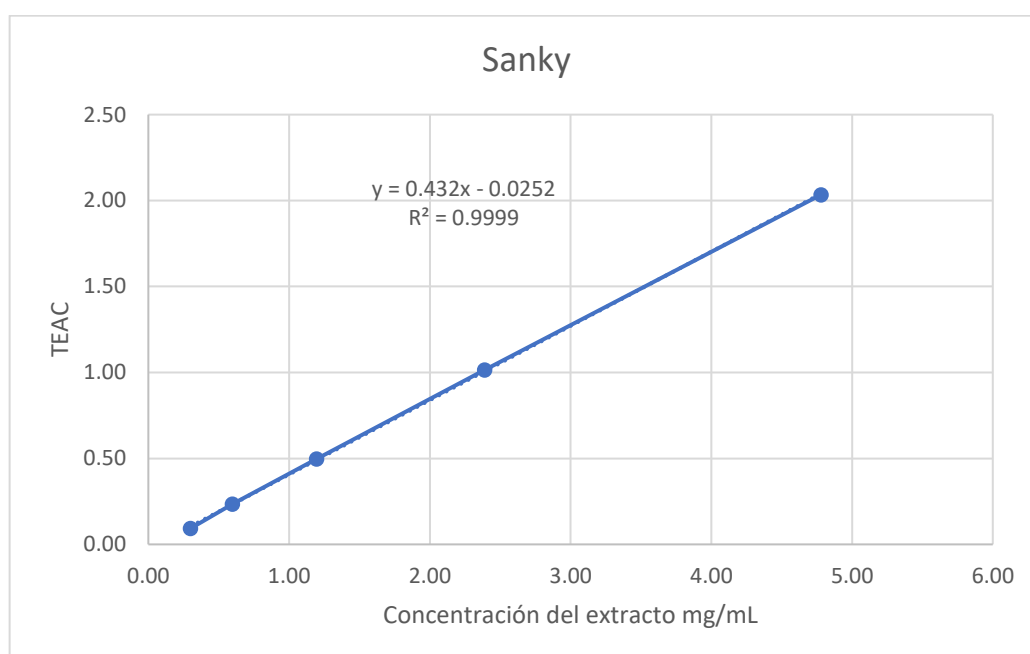


Figura 8. Correlación entre concentración del extracto y equivalente de trolox expresado en mM

Por lo Tanto: 1 mM de Trolox equivale a 2,37 mg/mL del extracto por el método CUPRAC

Tabla 7. Valores de absorbancia de las soluciones patrón de ácido gálico para la cuantificación de polifenoles

| Patrón Ácido gálico mM | Lectura 1 absorbancia | Lectura 2 absorbancia | Promedio lectura absorbancia |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 0,13 | 0,121 | 0,125 | 0,125 |
| 0,27 | 0,203 | 0,198 | 0,201 |
| 0,54 | 0,422 | 0,418 | 0,420 |
| 1,08 | 0,836 | 0,845 | 0,841 |
| 2,15 | 1,506 | 1,509 | 1,508 |
| 4,30 | -- | --- | --- |

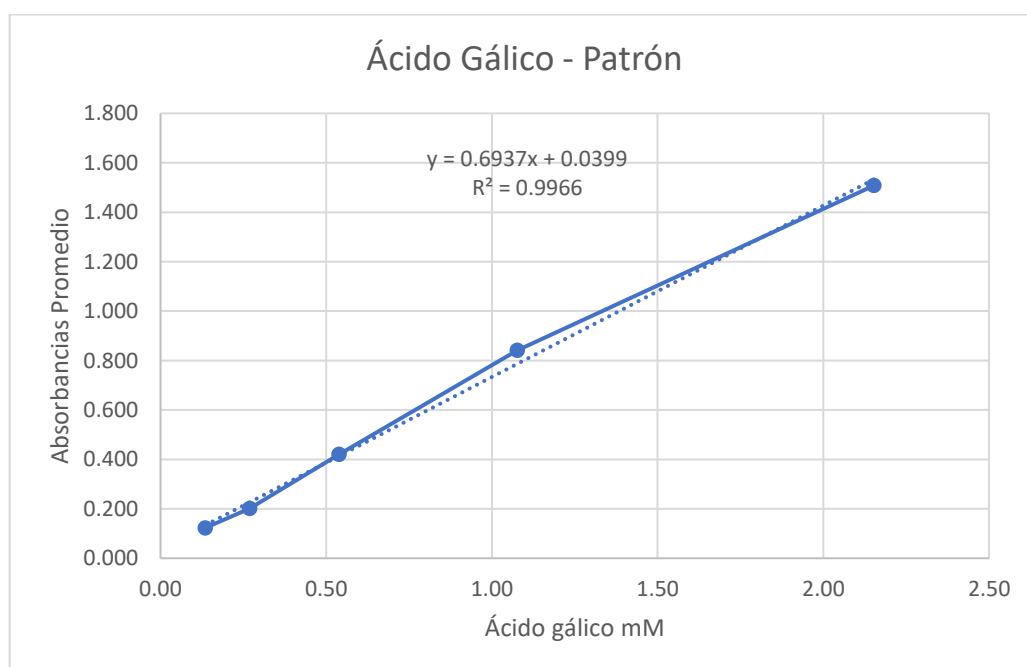


Figura 9. Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales

Tabla 8. Determinación de polifenoles totales de las diluciones del extracto etanólico de la cascara del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky)

| mg/mL de extracto | Abs 1 | Abs 2 | Prom | mMAGE/mg |
|-------------------------|----------|----------|-------|----------|
| 2,08 | 0,798 | 0,792 | 0,795 | 1,09 |
| 1,04 | 0,389 | 0,388 | 0,389 | 0,50 |
| 0,52 | 0,218 | 0,210 | 0,214 | 0,25 |
| 0,26 | 0,121 | 0,115 | 0,118 | 0,11 |
| 0,13 | 0,072 | 0,070 | 0,071 | 0,04 |

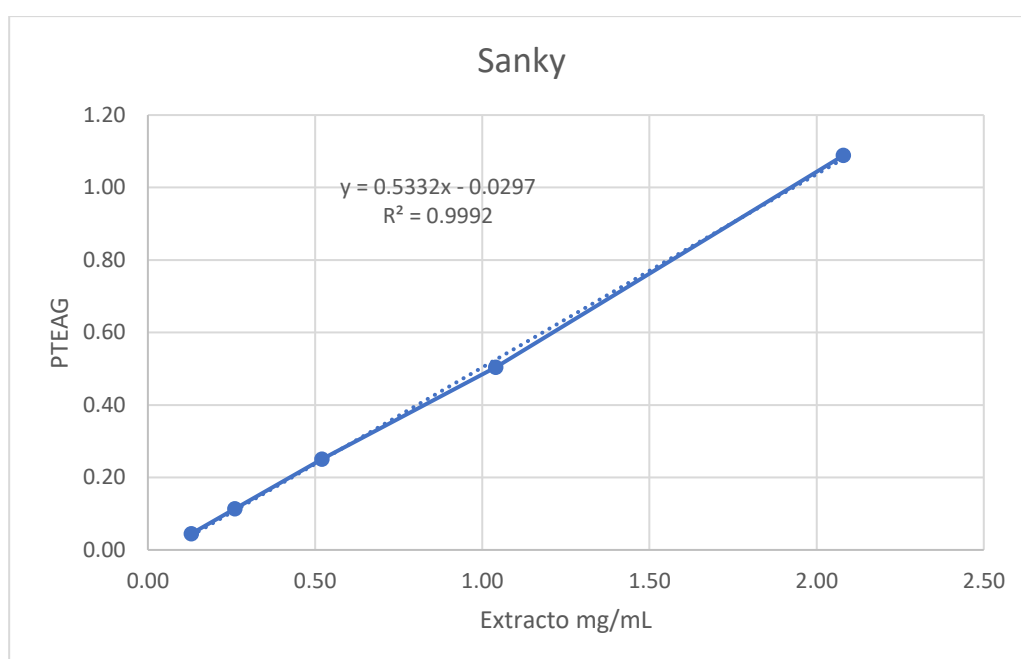


Figura 10. Correlación de concentración de extracto vs mM Equivalente de ácido gálico

Por lo tanto: 1mM de ácido gálico equivale a 1,93 mg/mL del extracto

IV. DISCUSIÓN

Considerando la escasez de recursos y las preocupaciones ambientales globales debemos ser cada vez más consciente de la reducción de residuos y la importancia de aplicar prácticas sostenibles. Ya en nuestra facultad existe una línea de investigación sobre el hecho de aprovechar los subproductos agroalimentarios, como fuente de recursos valiosos con un potencial por explotar, descartando el hecho de considerarlos como materiales de desecho y mas bien tener en cuenta como materia prima o suplemento para otros procesos, por lo que requiere una investigación de cada uno de estos, en el creciente énfasis de la sostenibilidad y una economía circular.

La Unión Europea (UE) estableció un plan de acción para eliminar el desperdicio de alimentos, utilizando como método la economía circular; esto involucra un fuerte énfasis en reducir, reutilizar, recuperar y reciclar materiales y energía para acrecentar el valor de los bienes, materiales y recursos, o extender la vida útil económica. (36). Diversos estudios han demostrado que los subproductos agroalimentarios, que se originan durante las diversas etapas de las operaciones agrícolas y del procesamiento de alimentos, contienen numerosos componentes nutricionales, funcionales, bioactivos y micronutrientes que pueden emplearse para desarrollar o enriquecer productos alimenticios innovadores, reducir los desperdicios y mejorar la sostenibilidad general de nuestros sistemas alimentarios. (37)

En el contexto antes indicado en el presente trabajo de investigación, se buscar obtener información de principios bioactivos y propiedad antioxidante de las cascaras del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) que se origina como un subproducto de la utilización de dicho fruto. Se obtuvo un extracto etanolico a partir de las cascaras por un proceso de maceración en alcohol a 96°, luego dicho extracto concentrado, se caracterizó con los parámetros de humedad, solidos totales, cenizas y pH (tabla 1), en lo que debemos destacar el contenido de cenizas con un valor de 8,74 g/100g lo que representa el contenido de sales minerales en el extracto; asimismo es destacable el pH 2,99 es de carácter acido, posiblemente por los orgánicos remanentes del fruto o la parte comestible que se caracteriza por un sabor acido, otro parámetro a resaltar el contenido de solidos solubles del extracto que representa un 5,7 por ciento lo que generalmente está constituido por compuestos solubles en agua como azucares, ácidos y sales. Posteriormente el extracto fue sometido a un tamizaje fitoquímico en el cual se pudo detectar la presencia de ciertos metabolitos secundarios como taninos, flavonoides, compuestos fenólicos libres y esteroides, si bien es cierto no se ha encontrado ningún estudio que reporte la composición de metabolitos secundarios en la cascara del fruto de esta especie, podemos observar que presenta metabolitos que se ha detectado en la porción comestible como la presencia de compuestos fenólicos libres y flavonoides (Balbín 2021) o compuestos hallados en las cascaras de otros

cactáceas como el nopal, entre los que puede mencionar la presencia de taninos, compuestos fenólicos, flavonoides y Triterpenos/esteroides (De Wit M et al. 2022),.

La capacidad antioxidante fue determinada por dos métodos diferentes, teniendo como resultado frente al radical 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) un IC 50 de según las tablas 3 y 4 y su correspondiente figuras 5 y 6 un valor de IC50 de 5,13 mg en las condiciones determinadas, hay que considerar que esta medida de la capacidad antioxidante es relativa y depende de muchos factores; sin embargo cuando dicha actividad la referimos al trolox como patrón podemos indicar que el valor de 5,13 mg del extracto posee una capacidad antioxidante equivalente a 0,59 mM, lo que se puede considerar una actividad media, y cercana a la determinada por De Wit para la cascara del nopal, pero muy inferior a la capacidad antioxidante determinada en la parte comestible del fruto de la especie determinada por Arostegui-Faustino D (2023), con un valor de IC50 de 0,77; o en el caso de Balvin un IC50 2,9 y Ortiz 2021 un valor de IC 50 de 1,9; debemos tener en cuenta este método mide la capacidad antioxidante por el mecanismo de transferencia de hidrógenos principalmente, en cuanto a la valor del IC50 se hace referencia a la concentración necesaria para inhibir el 50% de la absorbancia del radical DPPH en las condiciones trabajadas, por lo tanto cuanto menor sea el valor del IC50 más activo será la sustancia evaluada. Por el método de CUPRAC el cual fundamenta su mecanismo de acción por el método de transferencia de electrones, ya se evalúa la capacidad de las sustancias antioxidante de reducir el ion cobre en el complejo formado, podemos observar en la tabla 6 y su correspondiente figura 8 en la cual se expresa que la actividad antioxidante del extracto es que 2,37 mg del mismo es equivalente a 1mM de trolox, este resultado no se puede contrastar directamente con ningún reporta, porque sin ben es cierto que Alanoca Coaquira, S. 2014, reporta un valor de 76,74 $\mu\text{molTE/g}$, pero en este caso hace referencia a la parte comestible liofilizada del fruto.

En cuanto a al contenido de compuestos polifenolicos totales en el extracto, lo cual se ve expresado tabla 8 y la figura 10 el contenido de polifenoles es de 1,93 mg equivalente a 1mM de ácido gálico, inferior a los estudios referenciados (18-20).

Todos estos resultados obtenidos nos permite inferir que las cascara del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) puede ser utilizado como una fuente para la obtención de compuestos de naturaleza polifenolicas, que podría servir para la elaboración o complementos de productos con ciertas propiedades biológicas.

V. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados obtenidos en el presente estudios de acuerdo a los objetivos planteamos podemos concluir:

1. En el extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) presenta apreciable fitoconstituyentes principalmente de naturaleza fenolicos entre los que destacan taninos, los grupos fenoles libres, flavonoides determinados a través de tamizaje fitoquimicos.
2. En el extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) presenta una apreciable cantidad de compuestos polifenolicos totales, que fue de 1,93 mg equivalentes a 1 mM de ácido gálico.
3. En el extracto etanólico de las cascaras del fruto de *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) donde la actividad antioxidante por el método de DPPH nos da 5,13 mg de extracto equivale a 0,59 mM de trolox y por el método CUPRAC nos da 1 mM de Trolox equivale a 2,37 mg/mL del extracto de intermedio a moderado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación de los subproductos de la agricultura y la agroindustria para su posible aprovechamiento como una manera de mitigar el posible efecto de contaminación del medio ambiente que dicha acumulación representaría y promover un enfoque de economía circular para mejorar la viabilidad económica.
2. Profundizar los análisis en estos subproductos tanto desde el punto de vista de presencia de metabolitos secundarios, como el contenido de micronutrientes para su aprovechamiento en la alimentación animal y humana o como posibles
3. Investigar las diversas propiedades biológicas que la medicina popular atribuye al uso de estos residuos del fruto del *Corryocactus. Brevistylus* (sanky) que permita dar una base científica que respalde a dichos conocimientos. .

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UACJ. Importancia de las Cactaceas. Hoja Tecnica N° 13. Universidad Autonoma de Ciudad Juarez. Instituto de Ciencias Biomedicas. Programa de biologia. 2017. disponible en: <https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/13.%20CACTACEAS.pdf>
2. Castillo-Campohermoso A, Lopez-Espinoza A, Ocampo-Fletes I. Conocimiento y uso de cactaceas por familias campesinas en Coxcatlan Puebla. *Ra Ximhal* 2010; vol 6. numero 3. pp. 347-353 disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015003.pdf>
3. Rodríguez Hamamura, Nadia, Acha de la Cruz, Otilia, & Collantes Díaz, Ingrid Elida. Estudio del contenido de los ácidos grasos y alcanos en la especie vegetal *Sanqui* (*Corryocactus brevistylus* subsp. *puquiensis*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, (2022). 88(4), 309-322. Epub 30 de diciembre de 2022. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i4.408>
4. Arostegui-Faustino Liz Delia, Huamán-Gutiérrez Oscar Gustavo. Capacidad antioxidante in vitro del *Corryocactus brevistylus* (sanky) y su efecto en la morfología del páncreas de ratas diabéticas inducidas con aloxano. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [Internet]. 2023 Jul [citado 2025 Feb 09] ; 40(3): 317-324. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342023000300317&lng=es. Epub 28-Sep-2023. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2023.403.12481>.
5. Ortiz Castillo S. Capacidad antioxidante y compuestos fenolicos del *Corryocactus brevistylus* (sanky). Tesis bachiller. Escuela Profesional de Nutrición. Facultad de Ciencia de la Salud. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74830/Ortiz_CSN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Balvin C.D. análisis químico proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* (Sanky) del anexo Pucurí. Tesis bachiller. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad San Luis Gonzaga. Ica -2021. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/items/03bb60fc-82e5-4154-9fa3-7858ff694adb>
7. Generalitat Valenciana. Residuos agropecuarios. disponible en: <https://mediambient.gva.es/documents/20549779/161513659/14.+Residuos+agropecuari+os.pdf/5614cf79-d0d7-4543-a5bf-aa493d759d84?t=1422280831484>

8. Corredor, Yury Alexandra Vargas, and Liliana Ibeth Pérez Pérez. "Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente." *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14.1 (2018): 59-72.
9. González, Laura Victoria Peñaranda, Sandra Patricia Montenegro Gómez, and Paula Andrea Giraldo Abad. "Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia." *RIAA* 8.2 (2017): 141-150.
10. Sandate-Flores L, Rodríguez-Hernández D, Rostro-Alanis M, Melchor-Martínez M, Brambila-Paz C, Sosa-Hernández J, Parra-Saldívar J, Rodríguez-Rodríguez J, Hafiz M.N. Iqbal, Evaluation of three methods for betanin quantification in fruits from cacti, *MethodsX* 2022, Volume 9, <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101746>.
11. Coutiño Laguna B, Flores Gallegos A, Ascacio Valdés J, Aidé Sáenz Galindo A, Castañeda Facio A, Esparza González S, Rodríguez Herrera R, Physicochemical and functional properties of the undervalued fruits of cactus *Cylindropuntia imbricate* ("xoconostle") and antioxidant potential, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Volume 39, 2022, 102245, <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102245>.
12. De Wit, Maryna, et al. "Antioxidant content, capacity and retention in fresh and processed cactus pear (*Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*) fruit peels from different fruit-colored cultivars." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4 (2020): 133.
13. Moussa-Ayoub T, Youssef K, El-Samahy S, Kroh L, Rohn S, Flavonol profile of cactus fruits (*Opuntia ficus-indica*) enriched cereal-based extrudates: Authenticity and impact of extrusion, *Food Research International*, Volume 78, 2015, Pages 442-447, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.019>.
14. Albano, Clara, Carmine Negro, Noemi Tommasi, Carmela Gerardi, Giovanni Mita, Antonio Miceli, Luigi De Bellis, and Federica Blando. 2015. "Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes" *Antioxidants* 4, no. 2: 269-280. <https://doi.org/10.3390/antiox4020269>
15. Arostegui-Faustino Liz, Huamán-Gutiérrez Oscar. Capacidad antioxidante in vitro del *Corryocactus brevistylus* (sanky) y su efecto en la morfología del páncreas de ratas diabéticas inducidas con aloxano. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [Internet]. 2023 Jul [citado 2024 Jul 16] ; 40(3): 317-324. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342023000300317&lng=es. Epub 28-Sep-2023. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2023.403.12481>.

16. Rodríguez Hamamura, Nadia, Acha de la Cruz, Otilia, & Collantes Díaz, Ingrid Elida. Estudio del contenido de los ácidos grasos y alcanos en la especie vegetal Sanqui (*Corryocactus brevistylus* subsp. *puquiensis*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, (2022). 88(4), 309-322. Epub 30 de diciembre de 2022. <https://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v88i4.408>
17. Balvin C.D. Análisis químico proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* (Sanky) del anexo Pucurí. Tesis, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica. 2021
18. Ortiz C.S. Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del *Corryocactus brevistylus* “sanky” . Tesis. Escuela académica de nutrición. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo 2021.
19. Rojas, Tatiana, Fuentes Campos, María E., Contreras-López, Eliana, Gómez, Susana, & Muñoz-Jáuregui, Ana María. (2019). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 258-267. Recuperado en 17 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200012&lng=es&tlng=pt.
20. Alanoca C. Evaluación del Contenido de Ácido Ascórbico y Polifenoles Totales del Sancayo (*Corryocactus Brevistylus*) y Determinación de Su Actividad Antioxidante y Genotoxicidad en Linfocitos de Sangre Periférica. Tesis. Universidad Católica Santa Maria. Arequipa 2014
21. Calderón Moya-Méndez N, Ceroni Stuva A, Ostolaza C. Distribución y estado de conservación del género *Haageocereus* (Familia Cactaceae) en el departamento de Lima. *Ecol. Apl* 2004;3(1-2):17-22. DOI: <https://doi.org/10.21704/rea.v3i1-2.266>
22. Arakaki M, Ostolaza C, Cáceres F, Roque J. Cactaceae Endémicas del Perú. *Rev Peru Biol* 2006; 13(2):193-219. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v13i2.1821>
23. Ramírez-Bullón N, Ceroni-Stuva A y Castro-Cepero V. Fenología de cuatro especies de cactáceas del cerro Umarcata. Valle del río Chillón. Canta-Lima. Perú. *Ecología Aplicada*, 13(2), 2014
24. Lipe C, C. Efecto hepatoprotector del zumo del fruto de *Corryocactus brevistylus* (Sanky) en ratones con daño hepático inducido por etanol. Tesis bachiller 2016.(consultado marzo 2014). Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5220>
25. Nolzco C. D; Guevara P, A. Estudio de las principales características fisicoquímicas y comportamiento del Sanqui (*Corryocactus brevistylus* subsp. *puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) en almacenamiento. *Anales científicos* 2009 Vol. 70, núm. 4

26. Flores H.M. Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum* L. “hierba del alacrán” Tesis bachiller. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica 2024
27. Mejía Reyes, García Cabrera , Velázquez Ovalle , Vázquez Ovando. Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. 2021 Octubre; 9 (1)
28. Pujol A, Garcia, B. Tamargo, E. Salas. Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta *Sapindus saponaria* L. Revista Bionatura. 2020; 5(3) 1209-1214., <https://www.revistabionatura.com/files/2020.05.03.7.pdf>.
29. Sánchez Valle V, Méndez Sánchez N. "Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad". Revista de investigacion Medica Sur. 2013 Julio-Septiembre; 20(3): p. 161-168.) disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>
30. Özyürek, Mustafa & Güçlü, Kubilay & Tütem, Esmâ & Sözgen Başkan, Kevser & Erçağ, Erol & Karademir Çelik, S. & Baki, Sefa & Yıldız, Leyla & Karaman, Şeyda & Apak, Reşat. (2011). A comprehensive review of CUPRAC methodology. Analytical Methods. 3. 2439-2453. 10.1039/C1AY05320E.
31. Mercado-Mercado Gilberto, Rosa Carrillo Laura de la, Wall-Medrano Abraham, López Díaz José Alberto, Álvarez-Parrilla Emilio. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. Nutr. Hosp. [Internet]. 2013 Feb [citado 2025 Feb 14] ; 28(1): 36-46. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000100005&lng=es. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>.
32. Pujol A, Garcia, B. Tamargo, E. Salas. Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta *Sapindus saponaria* L. Revista Bionatura. 2020 Mayo; 5(3).
33. AOAC. Methods Officials of Analysis. AOAC International- 21^a Edition. Rockville, Maryland: AOAC International; 2019.
34. 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.
35. Quijatie L.J. Estudio comparativo de la propiedad antioxidante, polifenoles totales, flavonoides y minerales de los extractos etéreo, diclorometano y etanólico de la especie

Capsella Bursa pastoris “chichicara” Tesis bachiller. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 2023.

36. Rațu, Roxana Nicoleta, Ionuț Dumitru Veleşcu, Florina Stoica, Alexandru Usturoi, Vlad Nicolae Arsenoia, Ioana Cristina Crivei, Alina Narcisa Postolache, Florin Daniel Lipșa, Feodor Filipov, Andreea Mihaela Florea, and et al. 2023. "Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry" *Agriculture* 13, no. 8: 1559. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081559>
37. Comunian, T.A.; Silva, M.P.; Souza, C.J.F. The Use of Food By-Products as a Novel for Functional Foods: Their Use as Ingredients and for the Encapsulation Process. *Trends Food Sci. Technol.* **2021**, *108*, 269–280. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

VIII. ANEXOS



Figura 11. Lugar de recolección de la especie



Figura 12. Cascara y fraccionamiento de la misma



Figura 13. Molienda de la cascara de sanky

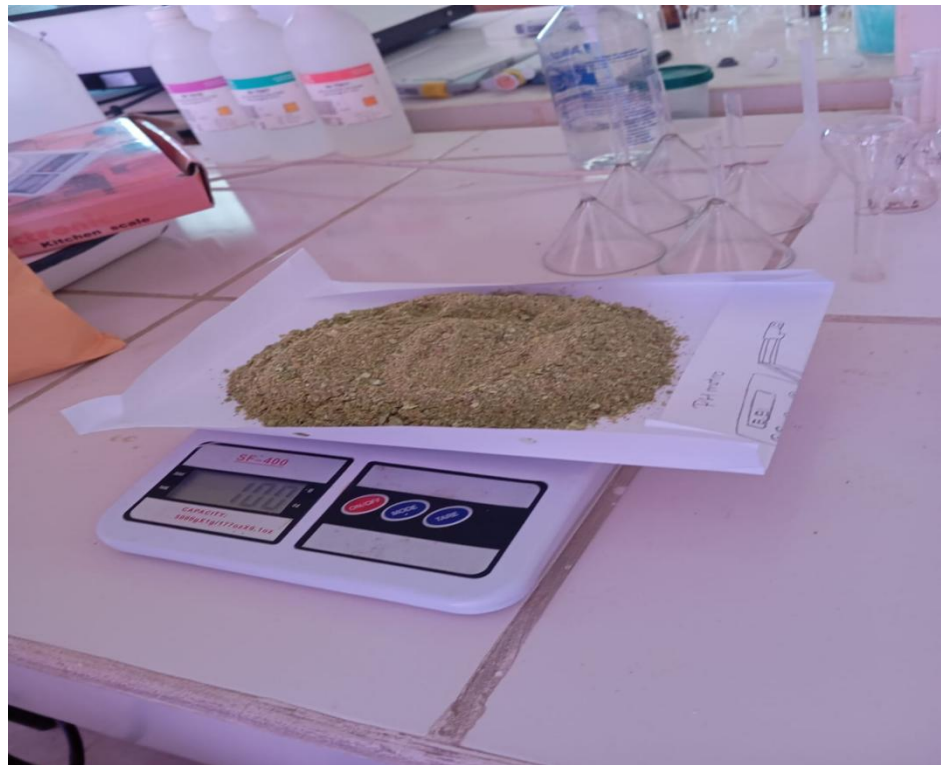


Figura 14. Pesado de cascara molida para la extracción



Figura 15. Maceración de cascaras en alcohol

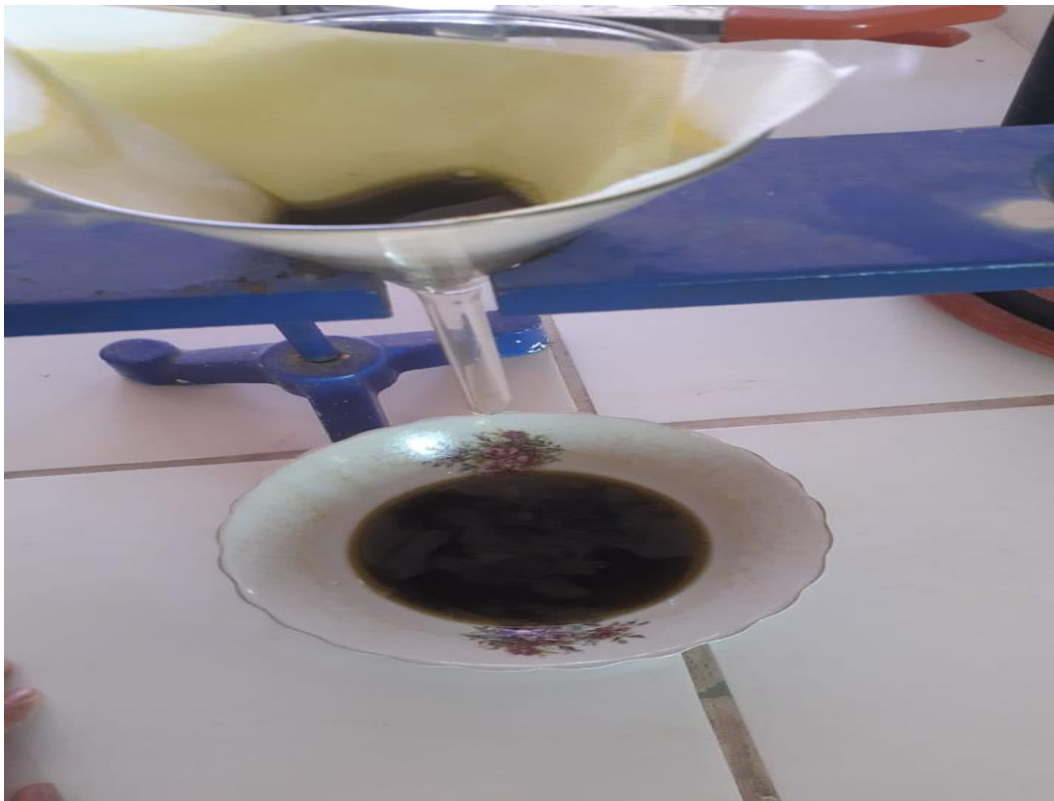


Figura 16. Filtrado del extracto

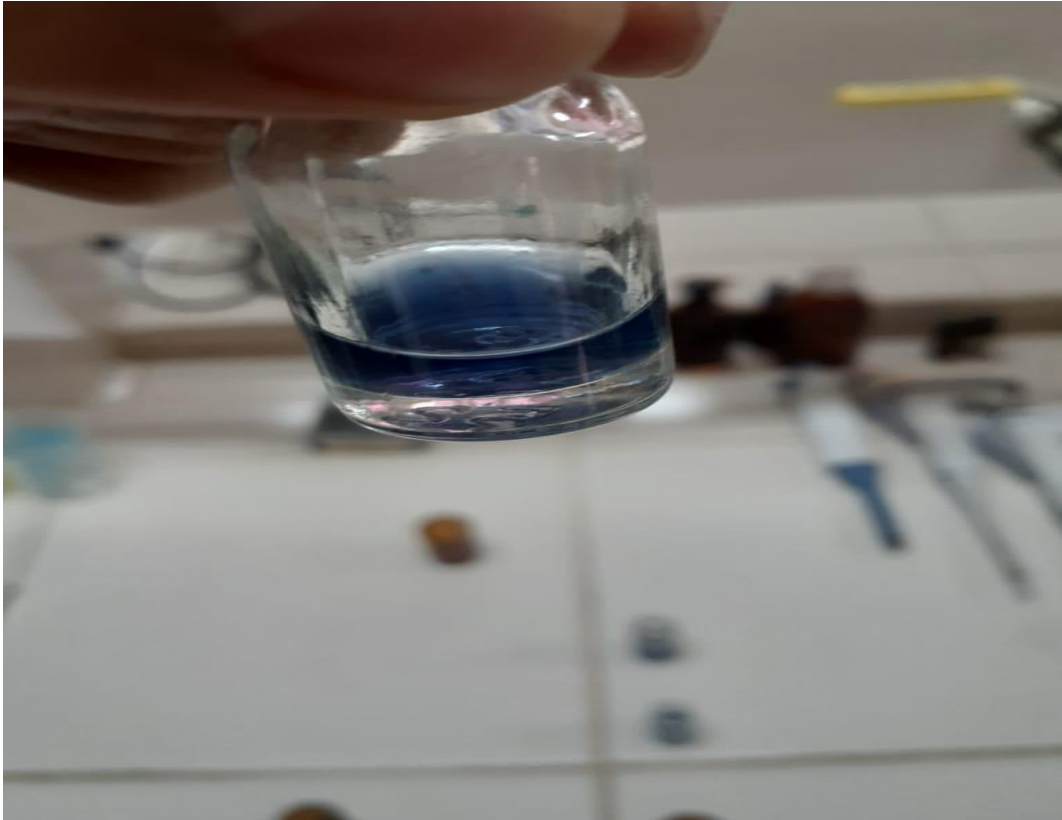


Figura 17. dilución del extracto y determinación de polifenoles



Figura 18. Determinación caracterización del extracto pH y Cenizas



Figura 19. Fraccionamiento del extracto



Figura 20. Determinación del flavonoides

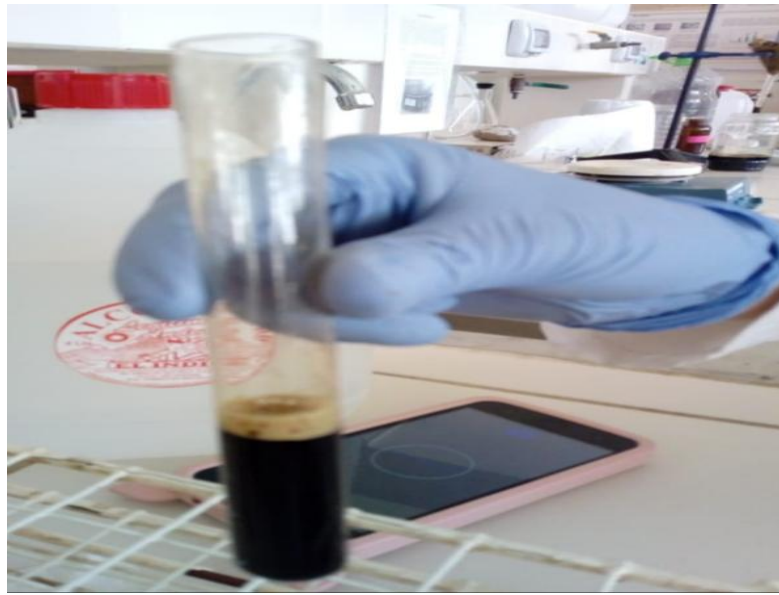


Figura 21. Reacción de identificación de Triterpenoides en el extracto etanólico

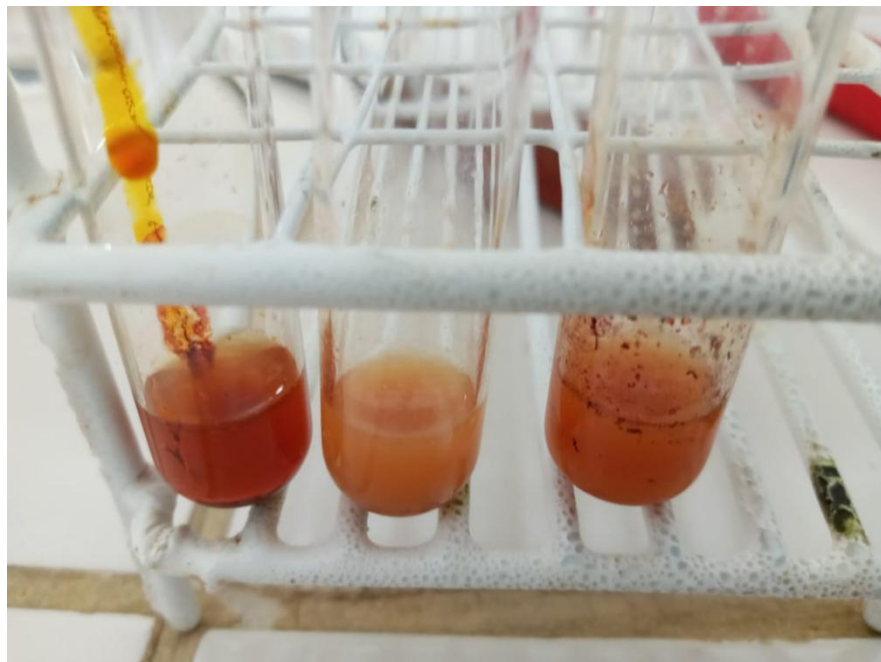


Figura 22. Reacción de identificación de Alcaloides en el extracto