



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN

**Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del *Corryocactus
brevistylus* “sanky”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Licenciado en Nutrición

AUTORA:

Ortiz Castillo, Sandra Nicole (ORCID: 0000-0002-3730-6594)

ASESOR:

Dr. Díaz Ortega, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-6154-8913)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida, porque supo guiarme y me dio la fortaleza de continuar mi camino y no desfallecer ante las adversidades.

A mis queridos padres

Por su amor, su comprensión, por incentivar me día con día a seguir adelante y apoyarme de manera incondicional en cada paso que he dado hasta lograr culminar mi profesión.

A mi hermana

Por su compañía, cariño, sus consejos brindados que me animaron siempre a no rendirme a pesar de los obstáculos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por bendecirme e iluminar
mí camino cada día, por darme fuerza y sabiduría en las
situaciones difíciles.

A mis padres, por su amor infinito, por el esfuerzo y sacrificio
para darme un futuro mejor y porque me enseñaron a ser
perseverante hasta lograr cada una de mis metas.

A mi asesor de tesis el Dr. Jorge Luis Díaz Ortega, por su
tiempo, paciencia y enseñanzas que me ayudaron a ser
mejor estudiante y lograr culminar mi trabajo de
investigación.

A mis profesoras de la escuela de Nutrición, por los
conocimientos brindados, en especial a la Mg. Jackeline Del
Pilar Bustamante Gallo, su apoyo, su amistad y educación
que me permitieron ser una mejor profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1 Tipo y diseño de Investigación	12
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3 Población, muestra y muestreo	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5 Procedimientos	14
3.6 Métodos de análisis de datos	16
3.7 Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	18
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES	22
REFERENCIAS	23
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capacidad antioxidante del fruto <i>Corryocactus Brevistylus</i> "Sanky".....	17
Tabla 2. Compuestos fenólicos del fruto <i>Corryocactus Brevistylus</i> "Sanky"	17

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, fue realizado teniendo como objetivo cuantificar la capacidad antioxidante y la concentración de los componentes fenólicos del *Corryocactus brevistylus* "sanky" originario del departamento de Arequipa. El tipo de investigación es básica y de corte transversal, asimismo, utiliza un diseño no experimental descriptivo simple. Se trabajó con la muestra fresca tanto para el método de captación del radical DPPH, que permitió calcular la capacidad antioxidante, como para el método de Folin Ciocalteu, que se empleó para evaluar los compuestos fenólicos. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante la utilización del programa Microsoft Office Excel 2016, mediante el cual se pudo obtener el promedio y la desviación estándar de ambos procedimientos.

El resultado obtenido para el valor de IC50 en la cuantificación de la actividad antioxidante fue 1 909,158 $\mu\text{g/mL}$, cuya actividad es equivalente a 0,44mM de ácido ascórbico, mientras que, el contenido de compuestos fenólicos mostró un valor de $15,08 \pm 2,27\text{mg}$ expresado en equivalentes de ácido gálico por 100g. En conclusión, el fruto *Corryocactus brevistylus* presenta actividad antioxidante y compuestos fenólicos en cantidades significativas.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, DPPH, compuestos fenólicos, Folin Ciocalteu, *Corryocactus brevistylus*.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the aim of quantifying the antioxidant capacity and concentration of the phenolic components of *Corryocactus brevistylus* "sanky" originating in the department of Arequipa. The type of research is basic and cross-sectional, and also uses an experimental design with a quantitative approach. We worked with the fresh sample both for the method of capture of the DPPH radical, which allowed calculating the antioxidant capacity, and for the Folin Ciocalteu method, which was used to evaluate the phenolic compounds. The analysis of the data obtained was carried out using the Microsoft Office Excel 2016 program, through which the average and standard deviation of both procedures could be obtained.

The result obtained for the value of IC₅₀ in the quantification of antioxidant activity was 1 909.158 µg/mL, whose activity is equivalent to 0.44mM of ascorbic acid, while, the content of phenolic compounds showed a value of 15.08±2.27 mg expressed in gallic acid equivalents per 100g. In conclusion, the fruit *Corryocactus brevistylus* presents antioxidant activity and phenolic compounds in significant amounts.

Keywords: Antioxidant capacity, DPPH, phenolic compounds, Folin Ciocalteu, *Corryocactus brevistylus*, sanky.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales, los alimentos han sido utilizados para muchos fines, principalmente como medicina natural ya que estos proveen principios activos que benefician la salud como prevención y tratamiento de enfermedades.

Las estadísticas indican que el 85% de las enfermedades se producen como consecuencia del estrés oxidativo, no sólo a nivel celular, sino también, a nivel de tejidos e incluso órganos. Es así, que el deterioro de las neuronas y del endotelio vascular, están ampliamente implicados en la aparición de tumores, problemas cardiovasculares y enfermedades como en el Parkinson, Alzheimer y Diabetes.¹

Las enfermedades no transmisibles son la principal causa de mortalidad al año en todo el mundo, representando más del 70%, es decir, alrededor de 41 millones de personas, incluyendo los 15 millones de personas que fallecen entre los 30 y 69 años.²

El estrés es un estado en el que el cuerpo se encuentra en alerta que va acorde a la situación a la cual se enfrenta, a modo de supervivencia. La enfermedad más común causada por el estrés es la diabetes tipo 2, la cual constituye alrededor del 85% a 90% de todos los casos alrededor del mundo.³ Según el Centro de Nacional de epidemiología, prevención y control de enfermedades del Ministerio de Salud, en el Perú al año 2018, de todos los casos de diabetes registrados según edad y sexo muestran una mayor incidencia en personas del sexo femenino cuyas edades van desde los 45 hasta los 64 años.⁴

Según la revista ScienceNews⁵ en un artículo publicado en abril del 2019, señala que se realizó un estudio en pacientes suecos para evaluar la relación que presenta el estrés en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, el cual muestra que, en pacientes diagnosticados con estrés, las probabilidades de padecer insuficiencia cardíaca son 7 veces más que personas que no tienen diagnóstico de estrés. Así mismo, la prevalencia de estrés post traumático llega al 1.1% en la población europea y 6.8% en la población estadounidense, cuyos

síntomas persisten 6 meses después del trauma lo que eleva el riesgo de enfermedad cardiovascular.⁶

Del mismo modo, la hipertensión arterial (HTA) es en la actualidad un problema de salud pública en nuestro país, una encuesta de ENDES en el año 2017, señala que aproximadamente 3 millones de adultos viven con esta enfermedad.⁷

Por otro lado, el cáncer se ubica dentro de las principales causas de defunción en todo el mundo, ocupando el segundo lugar; es decir, provoca la muerte de 1 de cada 6 personas. En resumen, en el 2015, fallecieron 8,8 millones de personas. Los principales tipos de cáncer son: pulmonar, hepático, colorrectal, gástrico y mamario.⁸

En cuanto al cáncer en el Perú, el Ministerio de Salud⁹, indicó que al año son más de 66 000 casos nuevos de cáncer diagnosticados y que más de 32 000 personas fallecen a causa de esta enfermedad. Así mismo, desde el año 2015 el cáncer viene siendo la principal causa de muerte, lo que lo convierte, al igual que la HTA, en un problema de salud pública.

El *Corryocactus brevistylus*, más conocido como “Sanky”, “Sancayo” o “Guacalla”, es considerado un alimento nutracéutico debido a que se usa en el tratamiento de la prostatitis y complicaciones del riñón, su aporte de calcio se cree que podría favorecer en la osteoporosis, su elevado contenido en potasio ayudaría a prevenir calambres y su concentración de antioxidantes como antocianinas y vitamina C actúa como defensa del organismo frente a los radicales libres, los cuales causan daño oxidativo inclusive a los ácidos nucleicos, teniendo como consecuencia el inicio de diversas enfermedades degenerativas. Así mismo, se pueden producir néctares, jaleas, entre otros productos.¹⁰

¿Cuál es la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en el extracto hidroalcohólico del *Corryocactus brevistylus*?

Los problemas de salud y causas de muerte que encabezan la lista en nuestro país actualmente tienen como factor común de causa al estrés oxidativo, como es el caso de la diabetes mellitus 2, enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Ante esta situación, es sabido que tener una buena nutrición es fundamental tanto en la prevención de estas enfermedades como en la recuperación de las personas que las padecen. Es por ello que la mayor parte de las veces la población modifica sus hábitos de alimentación incluyendo en sus comidas alimentos que dentro de su composición contengan mayor cantidad de antioxidantes y compuestos fenólicos ya que a través de los años la evidencia científica ha demostrado que estos componentes tienen un efecto positivo tanto en la prevención como en el tratamiento de dichas enfermedades.

Es así que la presente investigación se justifica la importancia de dar conocer la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos que se encuentran en el *Corryocactus brevistylus*, más conocido como “Sanky” o “Sankayo”, el cual es considerado como un alimento nutracéutico. Del mismo modo, es menester promocionar frutas como esta ya que esto garantizaría un mejor aprovechamiento de todos los beneficios que este generoso fruto nos ofrece.

El objetivo general de la presente investigación es cuantificar la capacidad antioxidante y la concentración de los componentes fenólicos del *Corryocactus brevistylus*, y como objetivos específicos es determinar la capacidad antioxidante del *Corryocactus brevistylus* utilizando el radical libre DPPH, además, analizar el contenido de compuestos fenólicos del “Sanky” aplicando el método de Folin Ciocalteu.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo a las investigaciones en el ámbito nacional, según Orué¹¹ el alimento tendrá mayor o menor capacidad antioxidante de acuerdo a su origen y la composición de la porción del alimento que se desea evaluar, asimismo, indica que la mayor capacidad antioxidante se encuentra presente en la semilla. Su investigación tuvo como objetivo la determinación de la capacidad antioxidante del “Sanky” tanto en la fruta como en la semilla, mediante el método de análisis analítico e inductivo, utilizó la técnica para captar el radical DPPH, utilizando un extracto acuoso, en el cual encontró que el valor IC50 para la parte semilla del “Sanky” es de 4.0 mg/mL, mientras que para la parte pulpa es de 7.5 mg/ mL. Donde, llegó a la conclusión que la semilla muestra una mayor capacidad antioxidante en comparación con la pulpa. Así mismo, indica que a una mayor concentración del extracto de “Sanky” también aumenta la capacidad antioxidante.

Mientras que, Quiñones¹² en su investigación, cuyo objetivo fue caracterizar fisicoquímicamente y determinar el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de fruto del sanke (*Corryocactus brevistylus*) en estado maduro, enmarcando su proyecto en un tipo de investigación aplicada. Las características fisicoquímicas evaluadas fueron pH, °Brix y acidez total, consiguiendo valores para el pH de: Ex1 (2,7), Ex2 (3,0) y Ex3 (3,06), para los °Brix de: Ex1 (2,4), Ex2 (2,7) y Ex3 (2,9) y para acidez total (expresado en ácido cítrico) de: Ex1 (2,30), Ex2 (32,27) y Ex3 (2,31). Asimismo, el contenido de fenoles totales más elevado fue encontrado en la muestra Ex3 (0,217), continuado de la muestra Ex2 (0,214) y finalmente Ex1 (0,212) mg ácido gálico equivalente/100g. Del mismo modo, obtuvo mayor capacidad antioxidante en la muestra Ex3 (0,217 mg GAE/100g), cuyo extracto contenía etanol al 10% con 38,01%, seguido por el extracto al 25% con 25,20% y por último el extracto con etanol al 5% con 22,31%.

Según Lázaro¹³ quien en su investigación tuvo como objetivo cuantificar la cantidad de ácido ascórbico, fenoles totales, capacidad antioxidante y sensibilidad antibacteriana del *Corryocactus brevistylus* frente a la actividad bacteriana de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, empleó el método

yodimétrico en la determinación de ácido ascórbico, así mismo, para determinar los fenoles totales utilizó el método de Folin Ciocalteu, mediante el cual obtuvo como resultado 6.885 de miligramos de equivalentes de ácido gálico (mg GAE)/g y para realizar la determinación de la capacidad antioxidante, ejecutó el método de Capacidad Antioxidante Reductor de Ion Cúprico (CUPRAC, por sus siglas en inglés) mediante el cual alcanzó a obtener 58.72 mmol de Trolox/g de extracto etanólico.

Rojas¹⁰ realizó su investigación aplicando una técnica de extracción rápida de compuestos fenólicos que es el ultrasonido, su objetivo fue la determinación en la extracción asistida por ultrasonido, las variables de concentración de solvente, temperatura y tiempo, para la recuperación de los compuestos fenólicos en la cáscara del “Sanky”. Utilizó el diseño de Box Behnken y el método de Folin Ciocalteu. En conclusión, en la extracción de los compuestos fenólicos se obtuvo 43.9 mg de ácido gálico/gramos de muestra seca, habiendo aplicado a 50 % v/v de etanol y la extracción durante un tiempo de 40 minutos, utilizando 25 °C de temperatura.

En cuanto a los antecedentes internacionales, según Areche¹⁴ quien tuvo como objetivo de estudio reportar la actividad gastroprotectora y relacionarlo con la capacidad antioxidante y la presencia de compuestos fenólicos, realizando un perfil metabolómico utilizando cromatografía líquida de ultra alta presión y espectrometría de masas por electropulverización de alta resolución, y las actividades antioxidantes (DPPH, ABTS y FRAP). Las pruebas biológicas mostraron que el extracto etanólico poseía actividad gastroprotectora y la capacidad antioxidante presente fue de $47,45 \pm 0,23 \mu\text{g/mL}$, además, hallaron 38 compuestos, incluidos 12 ácidos orgánicos, nueve ácidos hidroxicinámicos, tres derivados de isoamericanol, seis flavonoides, cinco ácidos grasos y dos esteroides. En conclusión, el *Corryocactus brevistylus* demostró tener algunas capacidades gastroprotectoras y antioxidantes, además de presentar varios compuestos bioactivos.

Un concepto básico que define los radicales libres es que son moléculas o átomos que contienen al menos un electrón no apareado en la última de sus capas y se forman cuando ciertas moléculas interactúan con el oxígeno,

pueden tener un origen endógeno producto de procesos biológicos o ser producido por la exposición a estímulos externos.¹⁵ Las Especies Reactivas de Oxígeno o de Nitrógeno (ROS y RNS, por sus siglas en inglés), son productos reactivos derivados de los radicales y producidas por las células aeróbicas, estos provocan modificaciones en las macromoléculas (proteínas, carbohidratos, lípidos y ADN), los cuales pueden ser usados como marcadores de estrés oxidativo.¹⁶

Existen diferentes tipos de radicales libres, entre los cuales tenemos: Oxígeno Singlete (O_2) el cual se produce cuando nos exponemos a la luz ultravioleta, Radical Anión Superóxido ($O_2^{\cdot-}$) este se origina por la captación de un electrón cuando es incompleta la reducción del oxígeno molecular, Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) se forma debido a la captación de 2 protones por el radical superóxido, Radical Hidroxilo (OH^{\cdot}) este ataca la estructura celular donde es producido, Óxido Nítrico (NO^{\cdot}) funciona como neurotransmisor y produce la destrucción de células.¹⁷

Asimismo, el daño causado por los agentes oxidantes mencionados puede ser el origen de múltiples enfermedades como las cardiovasculares. Por ello se sugiere el consumo de una alimentación rica en componentes antioxidantes.¹⁸

Los antioxidantes son considerados como sustancias que tienen el poder de prevenir o retrasar la oxidación de sustratos como las proteínas, carbohidratos, lípidos y ADN, siempre que los antioxidantes se encuentren en adecuadas concentraciones en relación a los sustratos oxidables. Una de las funciones principales que cumplen estas sustancias es brindar protección al cuerpo de los daños que pueden ocasionar los radicales libres.¹⁹

Estos antioxidantes funcionan inhibiendo o eliminando las especies reactivas de oxígeno/nitrógeno (ROS/RNS) debido a que su estructura química permite captar directamente estas especies, proceso por el cual genera metabolitos químicamente estables, logrando regular las defensas antioxidantes.²⁰ Nuestro cuerpo por sí mismo no es capaz de poder estabilizar o neutralizar estas sustancias, es por ello que las personas se ven en la obligación de buscar otras opciones para contrarrestar esta situación, es por ello que buscan en los

alimentos estos nutrientes que sí tienen la capacidad para neutralizarlos¹¹, dichos alimentos son las frutas (en mayor cantidad en la cáscara), vegetales y cereales.¹³

Los compuestos fenólicos o polifenoles son fitoquímicos, un amplio grupo de antioxidantes, considerados como metabolitos secundarios de las plantas, que en su composición presentan anillos aromáticos, uno o más de un grupo hidroxilo y uniones a elementos estructurales como ácidos orgánicos, aminas, entre otros. Su clasificación varía de acuerdo al número de anillos de fenol y demás elementos estructurales que se unen a dichos anillos.²¹

Diversos estudios demuestran que estos compuestos promueven beneficios para la salud reduciendo el riesgo de síndrome metabólico y complicaciones relacionadas con la diabetes tipo 2²², además, tienen la capacidad de variar la actividad de diversas enzimas ya que estimulan la catalasa, la glutatión peroxidasa, la superóxido dismutasa, sin embargo, tienen un efecto inhibitor sobre la xantina oxidasa y la nicotinamida-adenina dinucleótido fosfato (NADPH) oxidasa.²³ Es así que se observan propiedades antiinflamatorias, antitumorales, antitrombóticas, antimicrobianas, antialérgicas, anticancerígenas, antioxidantes y especialmente en el sistema nervioso, puesto que se ha observado una gran relación en la protección de enfermedades neurodegenerativas.¹¹

La capacidad antioxidante se entienden como mecanismos de defensa del cuerpo en el cual se incluye la participación de enzimas como la superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y catalasa, estas enzimas son antioxidantes endógenos, lo que quiere decir que nuestro cuerpo las produce, pero por otro lado también tenemos a los antioxidantes no enzimáticos como el glutatión, el ácido ascórbico y el tocoferol.²⁴

Se ha demostrado que el *Corryocactus brevistylus* debido a su capacidad antioxidante, reduce la actividad de la enzima superóxido dismutasa (SOD) pero incrementa la actividad de la enzima glutatión peroxidasa (GP), además, su actividad es muy parecida a la captación de ROS que lleva a cabo la vitamina C.²⁵

Es trascendental evaluar el contenido de la capacidad antioxidante total de un alimento, debido a que los agentes oxidantes realizan complicados mecanismos y no existe un único método para evaluarlos, por ello, lo ideal es aplicar múltiples métodos de análisis los cuales utilizan diferentes condiciones experimentales y principios, para luego poder dilucidar los resultados y promediarlos.

Dichos métodos cuantifican la capacidad de eliminación de oxidantes en una muestra, entre los cuales se encuentra el método de la Capacidad de Absorbancia del Radical Oxígeno (por sus siglas en inglés ORAC) es un método ampliamente aceptado que se utiliza para medir la capacidad antioxidante de diferentes muestras biológicas. En el cual, los radicales peroxilo están formados por un iniciador de radicales libres. Los radicales peroxilo reaccionan posteriormente con una sonda fluorescente como fluoresceína para formar un producto no fluorescente, que puede cuantificarse fácilmente por fluorescencia. Los antioxidantes presentes en la muestra experimental pueden retrasar la oxidación de la sonda fluorescente por los radicales peroxilo hasta que se agote su actividad antioxidante.²⁶

Del mismo modo, se encuentra el método Actividad Antioxidante Celular (CAA) es una de las mejores maneras para representar la medición real utilizando células primarias en condiciones normales en seres humanos que este ensayo permite cuantificar la actividad antioxidante de alimentos, suplementos dietéticos y fitoquímicos en cultivos celulares.¹⁵

Otro método que se aplica es el Método de 2,2-difenil-1-picrilhidracilo, más conocido como DPPH, es un radical libre comúnmente aplicado en la determinación de la capacidad antioxidante de compuestos individuales y algunas de sus muestras. Se fundamenta la medición con un espectrofotómetro las variaciones de la concentración de DPPH como resultado de la reacción entre un antioxidante con el radical, de esta manera, la cantidad de DPPH restante en la muestra utilizada, es la medida de la actividad antioxidante de dicho compuesto. El valor para IC₅₀, que es el 50% de inhibición de la concentración inicial del DPPH por el antioxidante, se determina mediante la reacción del DPPH en diferentes concentraciones del antioxidante, las cuales

deben monitorearse hasta que sea estable la concentración de DPPH.²⁷ La variación de color de violeta (DPPH • o DPPH-R) a amarillo (DPPH-H), es la característica de la reacción que ocurre a una longitud de onda de $\lambda = 517$ nm medida en el espectrofotómetro.²⁸ Por otro lado, es importante mencionar que la cinética entre el DPPH y el antioxidante dependen significativamente del tipo y cantidad del disolvente utilizado.²⁷

Así mismo, el método de Copper Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC), emplea la detección espectrofotométrica que permite medir la capacidad de reducir un cromóforo, en donde los cambios de color son usados en la cuantificación de antioxidantes, inclusive en muestras complejas como es el caso de los polifenoles. Los procesos químicos que están incluidos en este método involucran iones cúpricos –Cu (II)-, neocuproína (Nc), antioxidante molecular (AO). Algunas ventajas que se obtienen al aplicar este método son rápidas reacciones químicas, además, el pH utilizado es muy similar a las condiciones fisiológicas (pH7) y por último, el potencial de oxidación no es demasiado alto por lo que no oxida los azúcares, que en diversos casos provocan interferencias.²⁹

En la evaluación de la capacidad antioxidante también se puede aplicar el ensayo Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) el cual se basa en la transferencia de electrones, que consiste en la capacidad de reducir el Fe³⁺, este mide el Fe²⁺ que se obtiene luego de la reacción utilizando el espectrofotómetro para leer el resultado obtenido, donde se espera que el complejo férrico-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) que no presenta color, se reduzca y pase a ser un complejo coloreado.¹⁷

Por otro lado, el método más utilizado en la determinación de compuestos fenólicos es el método de Folin-Ciocalteu, es de tipo espectrofotométrico, en la que el reactivo de Folin-Ciocalteu se compone de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y presenta un color amarillo, reacciona con los restos fenólicos variando su color a azul.¹⁷

Este método es una reacción con la que también se puede medir la capacidad antioxidante, que utiliza la lectura de un espectrofotómetro, una disolución

acuosa en metanol, la concentración en rotavapor y que se expresa en partes por millón de ácido cafeico.¹⁸

El “Sanky” (*Corryocactus brevistylus*) pertenece a la familia de las cactáceas que en el Perú se pueden encontrar cerca de 30 especies³⁰, es nativo de los Andes peruanos, se dice que antiguamente esta fruta era la preferida por los chasquis (mensajeros del Inca) los cuales recorrían grandes distancias, alrededor de 6 a 8 horas de camino.³¹

Crece entre los 2500 msnm a 3500 msnm de manera silvestre¹⁰, en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna, este fruto andino aporta una cantidad generosa de agua por lo que los pobladores de las zonas aledañas lo consumen para saciar su sed.¹³ Otras investigaciones muestran que esta fruta silvestre también crece al suroeste del continente americano, al oeste de Bolivia y al norte de Chile ya que estos lugares poseen un hábitat ideal para esta cactácea.

La planta tiene la apariencia de un cactus y su coloración se va tornando de verde oscuro a verde claro, tiene la característica de un tallo carnoso que puede alcanzar desde los 1.5 a los 5 metros de altura y sus ramas se extienden hasta alcanzar los 8 a 15 centímetros de grosor, y el número de costillas son alrededor de 6 a 9 que se distribuyen en forma diagonal y triangular, en general puede llegar a medir hasta 50 cm de diámetro³², sus espinas son color marrón y se van coloreando en tono gris a medida que va pasando el tiempo, tienen forma recta y derecha y pueden llegar a medir hasta 24 centímetros.¹⁴

Sus flores son de color amarillo - dorado y poseen una corola muy abierta, son anchas en forma de embudo y se ubican en los laterales, no despiden aroma. Su tamaño es aproximadamente de 9 centímetros de largo y unos 10 centímetros de ancho.³³

Sus frutos son más conocidos como “sanky”, es de coloración verde - amarillenta y de forma redonda como una baya, su diámetro suele estar entre los 7 a 12 cm, presenta abundantes espinas que van incrustadas desde la cáscara hasta la pulpa de la fruta., se desprende fácilmente de las espinas y tiene un sabor ácido característico y la intensidad depende del estado de

madurez que el fruto presente, su pulpa presenta un color blanco traslúcido espeso con pequeñas semillas color negro disperso en todo el interior.³⁰

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación:

- Es de tipo básica y de corte transversal

Diseño de investigación:

- Es no experimental, descriptivo simple.

3.2 Variables y operacionalización

Capacidad antioxidante:

- **Definición conceptual:** Son sustancias que tienen el poder de prevenir o retrasar la oxidación de sustratos como las proteínas, carbohidratos, lípidos y ADN, brindan protección al cuerpo de los daños que pueden ocasionar los radicales libres.¹⁹
- **Definición operacional:** La capacidad antioxidante se determinó el método de DPPH.
- **Indicador:** IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH/100 gramos de pulpa de fruta.
- **Tipos de variables:** Cuantitativa, de razón. (Anexo 1)

Compuestos fenólicos:

- **Definición conceptual:** Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de antioxidantes. metabolitos secundarios de las plantas, en su composición presentan anillos aromáticos, uno o más de un grupo hidroxilo y uniones a elementos estructurales como ácidos orgánicos, aminas, entre otros.²¹
- **Definición operacional:** Los compuestos fenólicos se determinó la aplicación del método de Folin Ciocalteu.
- **Indicador:** miligramos de equivalente de ácido gálico/100 gramos de pulpa de fruta.
- **Tipos de variables:** Cuantitativa, de razón. (Anexo 1)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

- La población está conformada por la pulpa madura de *Corryocactus brevistylus* “Sanky”.

Criterios de inclusión:

- Frutas con el mismo contenido de grados Brix.³⁴

Criterios de exclusión:

- Frutas que presenten alguna característica de deterioro por microorganismos, cortes, golpes o magulladuras.

Muestra:

- Se utilizó 1kg de Sanky (*Corryocactus brevistylus*) que fue adquirido en el mercado local “La Hermelinda”, ubicado en el Distrito de Trujillo, (La Libertad – Perú), en la sección de frutas, en el mes de abril del 2021, el cual se deriva de cultivos del Departamento de Arequipa (2 335 m.s.n.m)

Muestreo:

- No probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se empleó la técnica de observación en la determinación de la capacidad antioxidante y de los compuestos fenólicos, aplicando el método del DPPH y el método de Folin Ciocalteu respectivamente.

Asimismo, el instrumento de recolección de datos utilizado para cada método fue una ficha de recolección de datos, para la cual no fue necesario realizar la confiabilidad estadística debido a que solo se registraron los datos obtenidos luego de las lecturas realizadas con el espectrofotómetro de marca Kyntel kv1200. (Anexo 2, 3)

3.5 Procedimientos

Procedimiento de extracto hidroalcohólico:³⁵

Se lavó con agua a chorro, se desinfectó con hipoclorito de sodio al 1% y se enjuagó con agua destilada, luego, se pesaron 371.246 g de pulpa de *Corryocactus brevistylus* y se prepararon 371 mL de etanol al 80%, posteriormente, fue triturada la pulpa del “sanky” en el mortero y se añadió el etanol al 80%, esta mezcla fue depositada en 1 frasco de ámbar de 1L, dicho frasco fue sellado y se dejó macerar por un periodo de 7 días, a continuación, se filtró el macerado (413 mL), y fue llevado a Baño María CDK-S22 a 80 °C por 10 horas hasta obtenerse de un 35 a 40% de la solución concentrada (156 mL), finalmente, se midieron los grados brix utilizando un refractómetro (7 °Brix).

De esta manera se obtendrá como base la solución madre previamente elaborada, que será diluida en diferentes concentraciones según lo requiera. (Anexo 4)

Determinación de los compuestos fenólicos:

- **Método de FolinCiocalteu:³⁶**

Para el desarrollo de este método se midieron 125 µL de ácido gálico (Spectrum Chemical, Gardena, California) que es la solución patrón, a la cual se le añadió 0.5 mL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin Ciocalteu (Merck, Darmstadt, Alemania), todo esto se dejó que reaccione por 6 minutos, transcurrido ese tiempo se agregó 1,25 mL de Na₂CO₃ (Merck, Darmstadt, Alemania) al 7% y 1mL de agua destilada, se volvió a dejar en reposo por 90 minutos a temperatura ambiente, finalmente, se realizaron las lecturas de absorbancia a 760 nm de longitud de onda en el espectrofotómetro Kynitel kv-1200.

A 125 µL de la solución de extracto diluido en proporción de 1:5, siendo 1 mL del extracto hidroalcohólico más 4 mL de H₂O destilada, se le agregaron 500 µL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin Ciocalteu, se esperó 6 minutos, luego se agregó 1250 µL de Na₂CO₃ al 7%, 1000 µL de H₂O

destilada y se dejó reposar por 90 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se realizaron las lecturas de absorbancia a 760 nm de longitud de onda en el espectrofotómetro Kyntel kv-1200.

La determinación del contenido de polifenoles totales se realizó mediante la interpolación de las absorbancias de los extractos en la curva del ácido gálico. (Anexo 5)

Determinación de la capacidad antioxidante:

- **Método de DPPH:**³⁶

Para la realización de este procedimiento se realizó una curva de calibración con ácido ascórbico mediante la cual se expresará la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de *Corryocactus brevistylus* como equivalentes en $\mu\text{M/L}$ de ácido ascórbico.

Fueron utilizados 4 patrones de ácido ascórbico (Lab Chem, Naughan, India) en diferentes concentraciones: 0,02 mM; 0,05 mM; 0,2 mM; 0,5 mM. De cada solución se tomaron 100 mL y se les agregó 5 mL de la solución etanólica de DPPH $\bullet+$ ($1 \times 10^{-4}\text{M}$) (Sigma Aldrich, Alemania), se procedió a agitar y dejar reposar 60 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente. Se procedió a medir las absorbancias de cada muestra utilizando un espectrofotómetro Kyntel kv-1200, aplicando una longitud de onda fija de 517 nm, esperando ver un cambio de color, de violeta a amarillo.

Para evaluar la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico del sanky, se prepararon 4 concentraciones: 75 $\mu\text{g/mL}$, 150 $\mu\text{g/mL}$, 300 $\mu\text{g/mL}$, y 450 $\mu\text{g/mL}$; se tomaron 100 μL de cada una de las concentraciones preparadas para ser enfrentadas con 5 mL de la solución DPPH $\bullet+$ ($1 \times 10^{-4}\text{M}$), luego, se dejó reposar por un tiempo de 60 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente, para dar lectura en el espectrofotómetro Kyntel kv-1200 a una longitud de onda fija de 517 nm. (Anexo 6)

- En la determinación de la actividad de los radicales libres se aplicó el siguiente cálculo:

$$\% \text{Capacidad secuestradora del radical DPPH} = \left[\frac{(A_i - A_f)}{A_i} \right] \times 100$$

Donde:

- A_i : Es la absorbancia inicial de la muestra de extracto tratado con la solución del radical DPPH*.
- A_f : Es la absorbancia final del extracto tratado con la solución del radical DPPH*.

3.6 Métodos de análisis de datos

Para el análisis de los datos se aplicó la estadística descriptiva, utilizando el programa Microsoft Office Excel 2016 que nos permitió obtener el promedio y la variación estándar de los resultados obtenidos en la cuantificación de la capacidad antioxidante y de los compuestos fenólicos.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se realizó de acuerdo a lo establecido en el código de ética de la Universidad César Vallejo, la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763³⁷ la cual exhorta a conservar y utilizar de manera responsable el patrimonio forestal y de fauna silvestre.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Capacidad antioxidante del fruto *Corryocactus Brevistylus* “Sanky”

Extracto hidroalcohólico	Capacidad antioxidante		
	Ecuación de la recta de la capacidad antioxidante IC50	IC50	Concentración de vitamina C*
<i>Corryocactus brevistylus</i>	Y=0,0202x + 11,435 R2=0,971	1 909,158 µg/mL	0,44 mM

Leyenda: X: concentración del extracto hidroalcohólico de *Corryocactus brevistylus*. Y: absorbancias de la reacción con el DPPH 0.1 mM. IC50: Concentración Inhibitoria del 50% del radical libre.

*Fuente: Obtenida de la recta de la concentración del extracto hidroalcohólico de *Corryocactus brevistylus* vs capacidad secuestradora del radical libre DPPH a longitud de onda 760 nm. (Ver anexo 7)

Tabla 2. Compuestos fenólicos del fruto *Corryocactus Brevistylus* “Sanky”

Extracto hidroalcohólico	Compuestos fenólicos	
	Concentración de ácido gálico expresado en mg/L del extracto*	Expresados en mg eq-AG/100g
<i>Corryocactus brevistylus</i>	50.13 ± 4.27	15.08 ± 2.27

*Fuente: Obtenida de la curva de calibración de ácido gálico (GA) vs absorbancia a longitud de onda 760 nm. (Ver anexo 8)

V. DISCUSIÓN

El *Corryocactus brevistylus*, comúnmente conocido como “sanky” y pertenece a la familia de las *cactáceas*, debido a que contiene compuestos fenólicos los cuales, al consumir el alimento, ejercen actividad antioxidante frente a los radicales libres, aportando diversos beneficios para la salud y por lo que es considerado un alimento nutracéutico, utilizado en la prevención y tratamiento de diferentes enfermedades.

El extracto hidroalcohólico que se utilizó en la determinación de capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos, fue elaborado a base de la pulpa madura de Sanky, debido a que es usualmente consumido en ese estadio de maduración, asimismo, se utilizó etanol al 80% en lugar de metanol ya que este último es de uso controlado en nuestro país, además, el calor aplicado mediante el Baño María CDK-S22 permitió obtener el extracto hidroalcohólico concentrado.

El método más utilizado para determinar la capacidad antioxidante de un alimento es a través del radical DPPH•+, dónde, las lecturas de absorbancias se ubican en una curva de inhibición del DPPH•+, en el presente estudio la ecuación de la curva: $Y=0.0202X + 11.435$, “Y” es el porcentaje de inhibición del DPPH•+, y “X” viene a ser la concentración del extracto, así mismo, fue importante realizar la curva de inhibición del DPPH por la vitamina C, para expresar la equivalencia de capacidad antioxidante del fruto en mM de vitamina C. (Ver anexo 7)

En este caso, como puede observarse en la tabla 1, la muestra fresca de *Corryocactus brevistylus* demostró una capacidad antioxidante frente a una solución etanólica de DPPH ($1 \times 10^{-4}M$), con un IC50 de 1 909,158 $\mu g/mL$, cuya actividad es equivalente a 0,44mM de ácido ascórbico. Sin embargo, la capacidad antioxidante del sanky también ha sido estudiada en otros tipos de muestra y además expresada en diferentes unidades de concentración, por ejemplo, Areche¹⁴ en su investigación realizada a partir de una muestra seca de sanky, encontró $47,45 \pm 0,23 \mu g/mL$ frente a una solución metanólica de DPPH ($4 \times 10^{-4}M$), se puede evidenciar una mayor actividad antioxidante puesto que en una muestra seca se encuentra aumentada la concentración de compuestos antioxidantes, además, esto hace que la cantidad necesaria de muestra sea menor, del mismo modo, se conoce que el metanol favorece a una mejor captación del radical sintético

DPPH y por ello su solubilidad. No obstante, Orué¹¹, utilizó una muestra acuosa de la pulpa de sanky en donde obtuvo 7,5 mg/mL como valor de IC50, lo que indica que en medio acuoso la captación del DPPH es menor.

Por otro lado, se han realizado otros métodos para determinar la capacidad antioxidante, y cuyos resultados son expresados como equivalentes antioxidantes, así tenemos el caso de Lázaro¹³ que evaluó la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos del sanky utilizando el método de CUPRAC, en el cual obtuvo 58.72 mmol de Trolox/g de extracto etanólico de la muestra seca de pulpa y semilla. De igual manera, Matos³⁸ determinó el valor de IC50 de 439,11 µg Trolox/g muestra seca, habiendo utilizado 70°C en la extracción de su muestra y etanol al 90% de concentración.

El método de Folin Ciocalteu se utiliza para la determinación de compuestos fenólicos, donde se toma como base la curva de calibración de ácido gálico, teniendo en cuenta la ecuación $Y=0.0031X - 0.042$, donde “Y” es la lectura de absorbancia y “X” es la concentración de ácido gálico. (Ver anexo 8)

La tabla 2 muestra que el contenido de compuestos fenólicos en la muestra fresca de *Corryocactus brevistylus* fue 15,08±2,27 mg equivalentes de ácido gálico/100g. Esto se diferencia del contenido de fenoles totales evaluado por Quiñones¹² en una muestra fresca, que mostró un valor de 0,217 mg GAE/100g, debido a que la concentración de etanol utilizada en dicho estudio fue del 10%. Por otra parte, en la determinación de compuestos fenólicos algunos estudios expresan sus resultados en diferentes unidades de medida, por ejemplo, Lázaro¹³ utilizó una muestra seca de sanky en estadio de maduración medio, en el cual obtuvo 6.885 mg GAE/g, lo que señala que la alta concentración de fenoles es afín con el tipo de muestra usado, y además indicaría la existencia de una proporción directa entre el grado de maduración y el contenido de compuestos fenólicos.

Además, se ha evaluado el contenido de compuestos fenólicos de otras partes del fruto, aplicando diferentes métodos, tal y como indica Rojas¹⁰ que utilizó el método de extracción por ultrasonido para evaluar la muestra seca de cáscara de *Corryocactus brevistylus*, por 40 minutos a 25 °C de temperatura, con un volumen de 50 % v/v de etanol, donde obtuvo 43.9 mg eq-AG/g.

Los compuestos fenólicos que se han podido determinar en un extracto etanólico de *Corryocactus brevistylus* utilizando el método de cromatografía líquida de ultra alta precisión fueron: ácido hidroxibenzóico, cafeoil-o-hexósido, rutina, flavonol taxifolina, ramnetina/isorhamnetina-3-O-rutinoso, quercetina, isorhamnetina y rhamnetina, entre otros, los cuales fueron agrupados en 6 flavonoides, 9 ácidos hidroxicinámicos y 12 ácidos orgánicos.¹⁴ El poder antioxidante de todos estos polifenoles brindan al alimento la cualidad de evitar la oxidación de las células y el llamado estrés oxidativo causante de enfermedades como artritis reumatoidea, Parkinson, Alzheimer, de la misma manera, contribuye a prevenir diversas enfermedades que afectan severamente el funcionamiento adecuado del organismo humano, tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer y muchas más patologías con características inflamatorias, es ahí donde radica la importancia de incluir dentro de una alimentación balanceada frutos como este, para así llevar una mejor calidad de vida.

Además, es elemental recordar que la manipulación del fruto en los métodos empleados en este estudio, es un factor que podría tener significancia en los resultados, puesto que, si aplicamos elevadas temperaturas al fruto, el contenido de nutrientes puede verse afectado, principalmente nutrientes termolábiles.

Algunas limitaciones que hacen la diferencia entre los resultados obtenidos en la presente investigación con los demás estudios son el tipo de muestra estudiada, el estado de maduración de la fruta utilizada, el proceso de manipulación de la muestra, las condiciones de almacenamiento del fruto, así como la cantidad y el tipo de solvente (acetato de etilo y dioxanato) utilizado en la preparación de la muestra tiene efecto directo en la disminución de la cinética del radical DPPH, de igual manera, la evidencia científica demuestra que la concentración de hidrógeno, el contenido de agua o incluso la presencia de iones metálicos pueden afectar la medición ralentizando la reacción del DPPH. Sin embargo, los solventes que mejor respuesta han tenido en este método son las soluciones metanólicas y cloroformicas, los cuales aceleran la reacción del DPPH, de igual manera, con un pH sobre 4,15 se ha observado un aumento en la cinética del radical.²⁷ Por otro lado, el método DPPH ha demostrado ser incapaz de medir muestras en su defecto muy coloreadas.²⁸

VI. CONCLUSIONES

1. La capacidad antioxidante obtenida en la muestra fresca del fruto *Corryocactus brevistylus* fue de 1909,158 $\mu\text{g/mL}$, cuya actividad es equivalente a 0,44mM de ácido ascórbico.
2. Los compuestos fenólicos del sanky fueron expresados en equivalentes de ácido gálico, teniendo como resultado $15,08 \pm 2.27 \text{mg eq-AG/100g}$.

VII. RECOMENDACIONES

- Desarrollar el método FRAP, ORAC en diferentes estadios de maduración del fruto *Corryocactus brevistylus* para evaluar la actividad antioxidante.
- Motivar el desarrollo del método CAA para evaluar la capacidad antioxidante de *Corryocactus brevistylus*, ya que este método permite observar el poder antioxidante de manera más real en las células.
- Evaluar y determinar los fenoles específicos que contiene el fruto *Corryocactus brevistylus*.
- Debido a la cantidad de compuestos fenólicos que posee este fruto, se recomienda buscar nuevas alternativas de consumo, creando productos tales como néctares, mermeladas, entre otros, los cuales permitan incrementar el consumo de este alimento brindando a los consumidores una mejor calidad de vida y opciones más saludables.

REFERENCIAS

1. Morillas J. El estrés oxidativo causa el 85% de las enfermedades: este proceso ocasiona, además del envejecimiento de la piel, un deterioro del organismo a otros niveles como el endotelio vascular y las neuronas, relacionado con la aparición de Alzheimer, Parkinson o diabetes. Gale OneFile. [Internet]. 2010 [Citado 12 de febrero de 2020]. p. 63. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A228428595/IFME?u=univcv&sid=IFME&xid=b7925ad2>
2. Organización Panamericana de Salud. [Internet]. Cuáles son las 10 principales amenazas a la salud en 2019. 2019 [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=article&id=4229:cuales-son-las-10-principales-amenazas-a-la-salud-en-2019&Itemid=900
3. Organización Panamericana de Salud. [Internet]. Diabetes. 2012 [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6715:2012-diabetes&Itemid=39446&lang=es
4. Centro Nacional de epidemiología, prevención y control de enfermedades. Casos registrados de diabetes según grupo de edad y sexo, Perú 2018. [Internet]. 2018 [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE09/diabetes.pdf>
5. Singh M. People with stress disorders like PTSD are at higher risk of heart disease. ScienceNews. [Internet] 2019. [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencenews.org/article/people-stress-disorders-ptsd-are-higher-risk-heart-disease>
6. Folgarait A. Estrés: el riesgo cardiovascular es mayor durante el primer año. Sociedad Argentina de Cardiología. [Internet] 2019 [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.sac.org.ar/actualidad/estres-el-riesgo-cardiovascular/>
7. Revilla L. La hipertensión arterial en el Perú, a propósito del Día Mundial de la Hipertensión. Boletín epidemiológico del Perú [Internet] 2019 [Citado 12 de febrero de 2020]. 28 (19): 459-460. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/19.pdf>

8. World Health Organization. [Internet]. Cancer: Key facts. 2018 [Citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
9. Ramos W. Día Mundial contra el Cáncer. Boletín Epidemiológico del Perú [Internet] 2019 [Citado 12 de febrero de 2020]. 28 (05): 109-110. Disponible en: https://www.dge.gob.pe/portal/docs/notas_prensa/2019/notaprensa0012019.pdf
10. Rojas T, Fuentes C, contreras E, Gómez S, Muñoz A. Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). RevSocQuím Perú. [Internet] 2019 [Citado 12 de febrero de 2020]. 85 (2). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200012
11. Orué J. Efecto de la concentración sobre la capacidad antioxidante del sanky (*Corryocactus brevistylus*): pulpa y semilla. [Tesis]. [Lima]. Universidad Alas Peruanas; 2019. [Citado 18 de febrero de 2020]. Recuperado a partir de: http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/685/2/ORUE_VILCA-Resumen.pdf
12. Quiñones S. Caracterización y determinación del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del fruto de sanke (*Corryocactus brevistylus*). [Tesis]. [Huancavelica]. Universidad Nacional de Huancavelica; 2017[Citado 18 de febrero de 2020].
13. Lázaro C, Lázaro R. Determinación de ácido ascórbico, fenoles totales, capacidad antioxidante de *Corryocactus brevistylus* (Sancayo) y sensibilidad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. [Tesis]. [Arequipa]. Universidad Privada Autónoma del Sur; 2019 [Citado 18 de febrero de 2020].
14. Areche C, Hernandez M, Cano T, Ticona J, Cortes C, Simirgiotis M. *Corryocactus brevistylus* (K. Schum. ex Vaupel) Britton& Rose (Cactaceae): Antioxidant, Gastroprotective Effects, and Metabolomic ProfilingbyUltrahigh-Pressure Liquid Chromatography and Electrospray High Resolution Orbitrap Tandem Mass Spectrometry. Front Pharmacol. [Internet]. 2020 [Citado 18 de febrero de 2020]. 11: 417. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7156589/>

15. Meng D, Zhang P, Zhang L, Wang H, Ho C, Li S, Shahidi F, Zhao H. Detection of cellular redox reactions and antioxidant activity assays. *Journal of Functional Foods* [Internet]. 2017 [Citado 18 de febrero de 2020]. (37): 467–479. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2017.08.008>
16. Chandrasekaran A, Sosa M, Melendez A. Redox control of senescence and age-related disease. Elsevier. [Internet]. 2017 [Citado 18 de febrero de 2020]. 11: 91-102. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213231716303184?via%3Dihub>
17. Liguori I, Russo G, Curcio F, Bulli G, Aran L, Della-Morte D, et al. Oxidative stress, aging, and diseases. *Clin Interv Aging*. [Internet]. 2018 [Citado 18 de febrero de 2020]. 13: 757–772. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5927356/>
18. Díez L. Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en olivas. [Tesis]. [Madrid]. Universidad Complutense; 2018. [Citado 19 de febrero de 2020]. Recuperado a partir de: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20DIEZ%20DE%20LA%20IGLESIA.pdf>
19. Peres C., Hernández J., Martínez S., Tvarijonaviciute A., Joaquin J. Spectrophotometric assays for total antioxidant capacity (TAC) in dog serum: an update. *BMC Vet Res*; [Internet]. 2016 [Citado 19 de febrero de 2020]. 12: 166. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4986369/pdf/12917_2016_Article_792.pdf
20. Hunyadi A. The mechanism(s) of action of antioxidants: From scavenging reactive oxygen/nitrogen species to redox signaling and the generation of bioactive secondary metabolites. *Med Res Rev*. [Internet]. 2019 [Citado 19 de febrero de 2020]. 39 (6): 2505-2533. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/med.21592>
21. De Lacerda L, Veras M, Melo L. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. *Rev. Ceres*. [Internet]. 2014 [Citado 19 de febrero de 2020]; 61, 764 - 779. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461000002>

22. Lin D, Xiao M, Zhao J, Li Z, Xing B, Li X, et al. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 Diabetes. *Moléculas*. [Internet]. 2016 [Citado 19 de febrero de 2020]. 21 (10), 1374. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules21101374>
23. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Madrid: *NutrHosp*. [Internet]. 2012 [Citado 19 de febrero de 2020]. 27 (1): 76 - 89 Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf
24. Nijveldt R., van Nood E., van Hoorn D., Boelens P., van Norren K., van Leeuwen P. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr*; [Internet]. 2001 [Citado 19 de febrero de 2020]. 74 (4): 418-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/74.4.418>
25. Alderete H, Chuco L, Dominguez P, Hualán L, Olazabal G, Quintana R, et al. Efecto de *Corryocactus brevistylus* sobre las ratas con estrés oxidativo inducido con administración por vía oral de grasa de res. *Fac Farm y Bioq*, [Internet]. 2015 [Citado 19 de febrero de 2020].
26. Gunawardena H, Silva R, Ranasinghe P. Human plasma dynamically quenches the fluorescein at the initial point of oxygen radical absorption capacity (ORAC) assay. *BMC Res Notes* [Internet]. 2019 [Citado 19 de febrero de 2020].(12): 809. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4845-4>
27. Dawidowicz A, Wianowska D, Olszowy M. On practical problems in estimation of antioxidant activity of compounds by DPPH method (Problems in estimation of antioxidant activity). *Food Chemistry* [Internet]. 2012 [Citado 19 de febrero de 2020]. (131): 1037–1043. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.067>
28. Flieger J, Flieger M. The [DPPH•/DPPH-H]-HPLC-DAD Method on Tracking the Antioxidant Activity of Pure Antioxidants and Goutweed (*Aegopodium podagraria* L.) Hydroalcoholic Extracts. *Molecules* [Internet]. 2020 [Citado 21 de febrero de 2020]. 25(24), 6005. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules25246005>
29. Cárdenas A, Gómez M, Frontana C. Development of an Electrochemical Cupric Reducing Antioxidant Capacity Method (CUPRAC) for Antioxidant Analysis.

- México. *Electrochimica Acta* [Internet]. 2014 [Citado 21 de febrero de 2020]. (128): 113–118. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.10.191>
30. Ostolaza C. 101 Cactus del Perú. Perú: Ministerio del Ambiente; [Internet]. 2014 [Citado 21 de febrero de 2020]. p. 96; 253. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/document.pdf>
31. Mayta M. Estudio de factibilidad para la instalación de una agroindustria orientada al cultivo, procesamiento y comercialización del sanky en la región Arequipa. [Tesis]. [Arequipa]. Universidad Nacional de San Agustín; 2016.
32. Rispoli J, Chipana H. Evaluation of asexual propagation by two cacti species: *Corryocactus brevistylus* K. Schum., and *Oreocereus leucotrichus* (Philippi) Wagenknecht, native species in the foot hills of region XV, Arica and Parinacota, Chile. *Idesia*. [Internet]. 2018 [Citado 21 de febrero de 2020]. 36 (4): 109–120. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005002803>
33. Anderson E. *The Cactus Family*. Portland: TimberPress; [Internet]. 2001 [Citado 21 de febrero de 2020].
34. Alvarez E, Vietti F, Obregón H, Atoche W, Huayta F. “Global Partnerships for Development and Engineering Education” on 15th International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology (LACCEI); 2017 July 19-21; Boca Raton, Florida, United States; [Internet]. 2017 [Citado 21 de febrero de 2020]. p.99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.99>
35. Nizama T. Contenido de compuestos carotenoides y determinación de la capacidad antioxidante in vitro de *Physalis peruviana* / “aguaymanto”. [Tesis]. [Trujillo]. Universidad César Vallejo; 2019. [Citado 14 de febrero de 2020]. Recuperado a partir de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36209/nizama_mt.pdf?sequence=3&isAllowed=y
36. Nossa D, Talero Y, Rozo W. Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L). *Rev Cub Plan Medi* [Internet]. 2016 [Citado 14 de febrero de 2020]. 21 (2):125-132. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>

37. Ministerio de Agricultura. [Internet]. Ley Forestal y de Fauna Silvestre LEY N° 29763. Perú; 2015 [Citado 21 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>
38. Matos A, Paredes J, González L. Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos del Sancayo (*Corryocactus brevistylus*). Rev. Inv Cien Tecn Alim [Internet]. 2010 [Citado 21 de febrero de 2020].1(1): 66-71. Disponible en: https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_alimentos/article/view/821

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipos de variables
Capacidad antioxidante	Son sustancias que tienen el poder de prevenir o retrasar la oxidación de sustratos como las proteínas, carbohidratos, lípidos y ADN, brindan protección al cuerpo de los daños que pueden ocasionar los radicales libres. ¹⁶	La capacidad antioxidante se determina aplicando el método de DPPH.	IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH/100 gramos de pulpa de fruta.	Cuantitativa De razón
Compuestos fenólicos	Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de antioxidantes. metabolitos secundarios de las plantas, en su composición presentan anillos aromáticos, uno o más de un grupo hidroxilo y uniones a elementos estructurales como ácidos orgánicos, aminas, entre otros. ¹⁸	Los compuestos fenólicos se determinan mediante la aplicación del método de Folin Ciocalteu.	miligramos de equivalente de ácido gálico/100 gramos de pulpa de fruta.	Cuantitativa De razón

ANEXO 2. Ficha de recolección de datos – determinación de capacidad antioxidante

N° de muestra	Determinación de capacidad antioxidante		
	Concentración	Absorbancia	% inhibición
1	75 µg/mL	0,561	12,34375
2	100 µg/mL	0,544	15
3	300 µg/mL	0,525	17,96875
4	450 µg/mL	0,511	20,15625

ANEXO 3. Ficha de recolección de datos – determinación de compuestos fenólicos

N° de prueba	Determinación de compuestos fenólicos			
	Lecturas de absorbancias	Concentración de CF del extracto diluido 1:5 (µg/mL)	Concentración de CF en el extracto concentrado (mg)	Concentración en mg/100 g de pulpa (Concentración de CF del extracto x 100/371.246*)
1	0,203	66,8387097	52,1341935	14,04325
2	0,186	61,3548387	47,8567742	12,89106
3	0,22	72,3225806	56,4116129	15,19545

*Volumen del Extracto hidroalcohólico concentrado de pulpa de *Corryocactus Brevistylus*

ANEXO 4. Elaboración del extracto etanólico.

Ilustración 2. Selección, lavado y desinfección del fruto.



Ilustración 1. Pesado de la pulpa de sanky.



Ilustración 6. Extracto etanólico de *Corryocactus brevistylus*.



Ilustración 5. Maceración del extracto etanólico de sanky.



Ilustración 4. Filtración del extracto macerado de sanky.



Ilustración 3. Baño maría CDK-S22 para concentración del extracto.



ANEXO 5. Determinación de Compuestos fenólicos.

Ilustración 7. Reacción inicial del reactivo de Folin Ciocalteu.



Ilustración 8. Reacción final del reactivo de Folin Ciocalteu.



Ilustración 9. Lectura en el espectrofotómetro Kyntel kv-1200.



ANEXO 6. Determinación de la capacidad antioxidante.

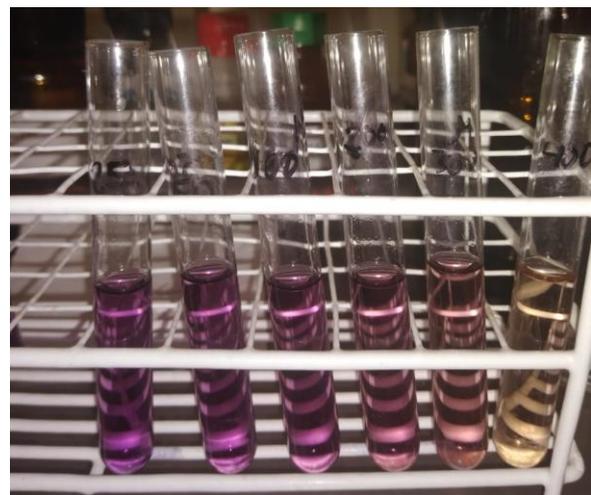
Ilustración 10. Solución de reactivo DPPH.



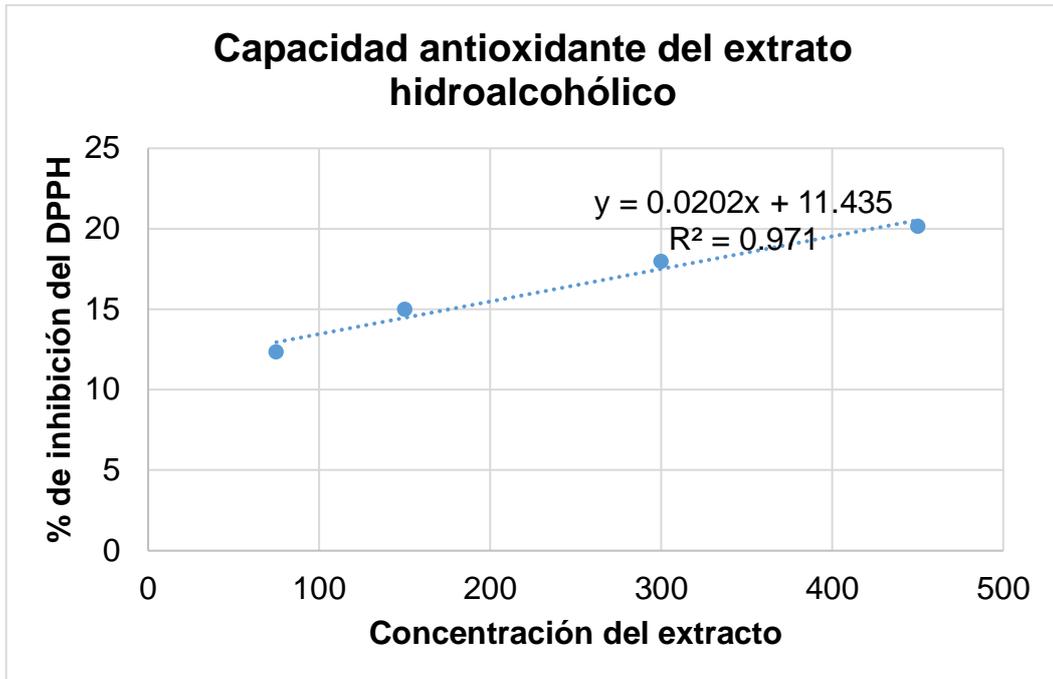
Ilustración 11. Extracto etanólico de Sanky más solución del reactivo DPPH.



Ilustración 12. Extracto etanólico de Sanky más solución del reactivo DPPH 90' después.



ANEXO 7. Curva de calibración de la capacidad antioxidante del *Corryocactus brevistylus*.



ANEXO 8. Curva de calibración de concentración de Ácido Gálico vs absorbancias para la determinación de compuestos fenólicos del *Corryocactus brevistylus*.

