



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



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

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE QUÍMICO FARMACÉUTICO

**ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y DETERMINACIÓN
DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL FRUTO
Corryocactus brevistylus (Sanky) del anexo Pucurí.**

Autora:

Bach. BALVIN CANCHANYA DELSI

ICA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a DIOS quien es aquel que me dio fuerzas para seguir adelante, por la vida y salud. También agradecer a mi familia quienes fueron gracias a ellos que supe salir adelante superando cada obstáculo y salir victoriosa en el nombre de Jesucristo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS, por todo lo que he logrado, por darme una hija preciosa mi Luana Astrid y mantenerme en pie ante cualquier adversidad, a mi padre Honorio Balvin Quinto quien es padre y madre para mí y también para mis hermanos que me apoyaron y por supuesto a mis asesores de Tesis a los doctores Manuel Valle y Felipe Surco, por su gran aporte y apoyo que fueron desde un inicio mis formadores en la vida profesional por último y no menos importante a Juan Carlos que estuvo en momentos difíciles.

ÍNDICE

| | Pag. |
|---|-----------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Resumen | vi |
| Abstract | vii |
| Introducción | viii |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 10 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 10 |
| 1.2 Formulación del problema | 11 |
| 1.3 Justificación e importancia | 11 |
| 1.4 Objetivos de la investigación | 12 |
| 1.5 Hipótesis y Variables | 13 |
| CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS | 15 |
| 2.1 Antecedentes | 15 |
| 2.2 Marco teórico | 23 |
| 2.3 Marco conceptual | 28 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA | 33 |
| 3.1 Población y muestra | 33 |
| 3.2 Técnica de recolección de datos | 33 |
| 3.2.1 Tratamiento de muestra | 33 |
| 3.2.2 Análisis químico proximal | 34 |
| 3.2.3 Determinación de compuestos bioactivos | 38 |

| | |
|---|----|
| 3.2.4 Métodos para determinar la actividad antioxidante | 41 |
| 3.3 Técnicas de Análisis e interpretación | 42 |
| 3.4 Técnicas de procesamiento de la información | 43 |
| 3.5 Aspectos Éticos | 43 |
| | |
| CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 44 |
| 4.1. Resultados | 44 |
| 4.2. Discusión | 44 |
| | |
| CONCLUSIONES | 57 |
| RECOMENDACIONES | 58 |
| FUENTES DE INFORMACION | 59 |
| ANEXOS | 65 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA | 68 |

RESUMEN

OBJETIVO.- El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la composición química proximal y determinar la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* "Sanky" del Anexo Pucurí, Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho.

MÉTODOS. - Para la determinación química proximal se utilizaron métodos estandarizados de la Asociación de Analistas Químicos de Estados Unidos (AOAC) y normas técnicas peruanas del INDECOPI; para la identificación de los metabolitos secundarios se usaron métodos propuestos por Olga Lock y la determinación de la actividad antioxidante se realizó usando los métodos DPPH Y FRAP, propuestos por Brand Williams y Benzie y Strain respectivamente.

RESULTADOS: La porción comestible del fruto de sanky presenta un peso promedio de $160,57 \pm 68,6$ g, metabolitos secundarios como: grupos fenólicos libres, flavonoides, triterpenos; con respecto al análisis químico proximal presenta 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 μ M TE/g.

CONCLUSIÓN: El sanky del anexo de Pucurí presenta un bajo valor calórico y una actividad antioxidante que se encuentra dentro de los rangos obtenidos frente a estudios de la especie procedente de Arequipa

Palabras claves: Análisis químico-proximal, antioxidantes, Sanky, Pucurí

ABSTRACT

OBJECTIVE.- The main objective of this study was to evaluate the proximal chemical composition and determine the antioxidant activity in the *Corryocactus brevistylus* "Sanky" fruit from the Pucurí Annex, Llauta District, Lucanas Province, Ayacucho Department.

METHODS.- For the proximal chemical determination, standardized methods of the Association of Chemical Analysts of the United States (AOAC) and Peruvian technical standards of INDECOPI were used; For the identification of secondary metabolites, methods proposed by Olga Lock were used and the determination of the antioxidant activity was carried out using the DPPH and FRAP methods, proposed by Brand Williams and Benzie and Strain respectively.

RESULTS: The edible portion of the sanky fruit has an average weight of $160,57 \pm 68,6$ g ,secondary metabolites such as: free phenolic groups, flavonoids, triterpenes; with respect to the proximal chemical analysis, it presents a caloric value of 164.29 Kcal / 100g on a dry basis; and antioxidant activity by the DPPH method presents an EC50 of 2.9 mL of juice; Regarding the FRAP method, it presents 51.39 μ M TE / g.

CONCLUSION.- The sanky from the Pucurí annex has a low caloric value and antioxidant activity that is within the ranges obtained from studies of the species from Arequipa

Keywords: Proximal-chemical analysis, antioxidants, Sanky, Pucurí

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países más mega-diversos que existe en el planeta, que posee un enorme potencial en plantas medicinales y alimentarias, las cuales hasta la fecha no han sido aprovechadas en su verdadera magnitud. Muchas investigaciones corroboran que las cactáceas han venido siendo utilizadas desde tiempos ancestrales como alimentos y medicinas. Entre estas se encuentra el ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” cuyo fruto es una baya verde-amarilla, redonda y jugosa de sabor ácido algo neutro, comestible que está siendo procesado en una variedad de nuevos productos.

El Sanky es un cactus que crece en la ladera de los cerros de la serranía de nuestro país en suelos salinos o ligeramente ácidos, pobres, y pedregosos favorecidos por la humedad del ambiente y las lluvias temporales de regiones como Ayacucho, Huancavelica y Arequipa; y teniendo conocimiento que la composición de los compuestos vegetales varían de acuerdo a muchos factores agronómicos y medio ambientales es donde nace el interés de esta investigación de analizar la composición química proximal y la actividad antioxidante del fruto de Sanky producido en el Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho– Anexo Pucurí.

Si bien es cierto, existen algunos estudios en este sentido del fruto de Sanky de otras regiones (Ancash y Arequipa) en la revisión bibliográfica no hemos encontrado trabajos sobre la composición y actividad antioxidante

de los frutos de esta zona, los pobladores desconocen su real composición y propiedades, ya que solo manifiestan que tiene actividad energizante, por lo que su explotación se lleva de manera artesanal.

En este estudio se realizó una caracterización fisicoquímica de su parte externa y para la determinación de la composición químico proximal se hace uso de métodos normalizados de la AOAC, mientras que la actividad antioxidante se determinó por dos métodos diferentes como son: La capacidad de inhibición del radical DPPH y el método de reducción del ión férrico (FRAP).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El *Corryocactus brevistylus* “Sanky” es un arbusto perteneciente al género de los cactus que crecen en forma natural en la sierra de Perú y desde antes los incas lo usaban para mantenerse durante el camino ejemplo los chasquis¹, los pobladores del anexo de Pucurí, comentan que el fruto desde antes se consumía porque es muy bueno para mantenerse con energía durante largos periodos de horas cuando van a los campos a pastar a sus animales, lo ingieren ya que permiten que se mantengan durante el tiempo que están en esa labor y lo atribuyen a la gran cantidad de agua y pulpa que este presenta. Su consumo es como fruta y los pobladores del lugar desconocen las propiedades nutricionales, como terapéuticas (información recogida de los pobladores del anexo), es de allí, en donde nace la inquietud de investigar la composición químico-proximal y determinación de la actividad antioxidante presente en el fruto “Sanky” para darle una nueva orientación al consumo de esta fruta andina.

Ya que en la actualidad el fruto viene siendo comercializado en los mercados de la costa debido al incremento de la publicidad en el consumo de productos andinos. Al realizar una revisión de la tabla peruana de composición de alimentos² a la fecha no se reporta el valor nutricional del fruto a pesar que ya en el mercado existen productos procesados a base del mismo como por

ejemplo los néctares, sin que se halla establecido su valor nutricional oficialmente.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es la composición químico proximal y determinación de la actividad antioxidante presente en el fruto del *Corryocactus brevistylus* “Sanky” del anexo Pucurí?

1.3 Justificación e Importancia

1.3.1 Justificación

Desde tiempos inmemoriales los pobladores de la sierra consumen el fruto de “Sanky” como un alimento reparador de energía desconociendo sus acciones beneficiosas le puede brindar para su salud. En el presente trabajo se propone investigar la composición químico proximal del fruto del “Sanky” además de establecer su actividad antioxidante, teniendo en cuenta que en el mundo moderno se está a la búsqueda de productos naturales que puedan ayudar a combatir las enfermedades del tipo degenerativas³, y así con una menor incidencia de reacciones adversas. Asimismo, es importante establecer su composición químico – proximal ya que ella permitirá conocer cuál es el real aporte calórico nutricional del fruto y orientar su uso adecuado dentro de la industria alimentaria e inclusive poder ser utilizado como un alimento funcional.

1.3.2 Importancia

El presente trabajo es importante porque permitirá conocer la composición química – proximal y la determinación de la actividad antioxidante y a partir de esto se podrán realizar nuevas investigaciones para darle utilidad nutricional y como alimento funcional lo cual brindará un valor agregado al producto que podría beneficiar económicamente a los pobladores del Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho –Anexo Pucurí.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la composición química proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” del Anexo Pucurí, Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho.

1.4.2 Objetivos Específicos

Determinar la composición química proximal del fruto de ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky”

Identificar los compuestos bioactivos, que se presentan en el fruto del ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky”

Determinar la actividad antioxidante que presenta el fruto ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” en comparación de los resultados obtenidos frente a estudios de la especie procedente de Arequipa

1.5 Hipótesis y Variables

1.5.1 Hipótesis

El fruto de ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” del anexo de Pucurí, presenta una composición proximal y una actividad antioxidante diferente que los frutos procedentes de Arequipa según reporta la bibliografía.

1.5.2 Variables

Variable independiente:

El fruto Sanky

Variable dependiente:

Análisis químico-proximal

Actividad antioxidante

- **Operacionalización de variables**

| VARIABLE | INDICADOR | INDICE |
|--|------------------|------------------|
| Independiente: El fruto de Sanky <i>Corryocactus brevistylus</i> | Peso promedio | Gramos |
| | Tamaño | Centímetros |
| | Color | Nominal |
| | Aspecto | Nominal |
| | Forma | Nominal |
| Dependiente: Análisis químico proximal Actividad antioxidante | Humedad | Porcentaje |
| | Cenizas | Porcentaje |
| | Grasas | Porcentaje |
| | Proteína | Porcentaje |
| | Carbohidratos | Porcentaje |
| | Acidez | Porcentaje |
| | Sólidos solubles | Grados Brix |
| | DPPH | IC ₅₀ |
| | FRAP | TEAC |

Fuente: Datos de la autora

CAPITULO II

BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes de la investigación

Nolazco Diana y Guevara Américo 2008, realizaron un estudio de las principales características fisicoquímicas y comportamiento del Sanky (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis*) (Rauh & Backeberg Ostolaza) en almacenamiento donde encontraron sustancias fitoquímicas en el fruto y estos son: En pulpa: azúcares reductores, lactonas, triterpenos–esteroides, antocianinas, mucílagos. En cáscara: azúcares reductores, triterpenos –esteroides, catequinas, determinaron que el Sanky se conserva mejor a 6°C y 90 % de humedad relativa⁴.

Quiñonez Quispe Susan 2017. Caracterización y Determinación del contenido de compuestos fenólicos y Capacidad Antioxidante del fruto de Sanke (*Corryocactus brevistylus*). Determinó las características fisicoquímicas de fruto del Sanke en estado maduro, reportando los siguientes valores en el pH: Ex1 (2,7), Ex2 (3,0) y Ex3 (3,06). En los °Brix se reportó: Ex1 (2,4), Ex2 (2,7) y Ex3 (2,9). La acidez total (expresado en ácido cítrico) reportó: Ex1 (2,30), Ex2 (2,27) y Ex3 (2,31). El mayor contenido de fenoles totales en los extractos de fruto del Sanke se determinó en la muestra Ex3 (0,217), seguido de la muestra Ex2

(0,214) y por último Ex1 (0,212) mg ácido gálico equivalente/100g. La capacidad antioxidante presente en los fenoles totales de fruto del Sanke de la muestra Ex3 (0,217 mg ácido gálico equivalente/100g) reportó con mayor capacidad el extracto con 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%.⁵

Carpio Apaza, Roxana Edith; Figueroa Huayllapuma, Trinidad 2017. Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en extracto de sancayo (***Corryocactus brevistylus***) liofilizado. El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la goma arábica y maltodextrina en el contenido de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante en el extracto de sancayo (***Corryocactus brevistylus***) liofilizado, de esta forma lograr conservar los componentes de interés durante el proceso. Se determinó el contenido de Fenoles Totales mediante el método de Folin-Ciocalteu y la Capacidad Antioxidante mediante el método de DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl), en el extracto de sancayo (***Corryocactus brevistylus***) liofilizado con la adición de goma arábica y maltodextrina en extracto de sancayo (***Corryocactus brevistylus***) liofilizado. Luego determinaron el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante de las muestras y el patrón por triplicado, observaron que la muestra 1^a presentó porcentajes de 75% de maltodextrina y 25% de goma arábica

al 5.0 % de extracto de sancayo. El contenido de Fenoles totales promedio fue de 5,9876 mg GAE/g. El valor promedio de la actividad antioxidante expresada en Trolox/g fue de 293.8315 μ m. También se realizó el análisis proximal en la muestra 1 observando valores superiores en función del sancayo fresco producto de la concentración de los componentes que se lograron con la liofilización⁶

Alanoca Coaquira, Soany. 2014. 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. Se utilizaron frutos de *Corryocactus brevistylus* originarios de la provincia de Caylloma, perteneciente al departamento de Arequipa, los cuales fueron liofilizados Determinó la concentración de ácido ascórbico en forma voltamétrica, el valor logrado fue de 1,42 mg de Ac. Ascórbico/g, en la muestra liofilizada, utilizando el método de Folin – Ciocalteu se observó que el valor promedio de polifenoles fue de 6,41 mg GAE/g de muestra. En cuanto a la actividad antioxidante del sanky los valores promedio se encontraron de acuerdo a los métodos de DPPH (90,30 μ mol TE/g), ABTS (154,20 μ molTE/g) y CUPRAC (76,74 μ molTE/g) respectivamente.⁷

Lipe Camero, Carolina Rocío. 2016. Efecto hepatoprotector del zumo del fruto de ***Corryocactus brevistylus*** (Sanky) en ratones con daño hepático inducido por etanol 2016. Determina el efecto hepatoprotector del zumo del fruto de ***Corryocactus brevistylus*** (Sanky) en ratones con daño hepático inducido por etanol. Para realizar el ensayo utilizó el zumo frutos de Sanky recolectados en julio del 2016; en Puquina distrito ubicado en la provincia de General Sánchez Cerro de la región de Moquegua así como 56 ratones albinos machos adultos; Al comparar los resultados encuentra que en el G – II la hepatomegalia fue mayor ($6,37 \pm 0,69\%$) comparado con el grupo de tratamiento donde la reducción no fue significativa. En relación a la reducción del porcentaje de lesión en función de niveles de TBARs, los grupos de tratamiento V y VII presentaron porcentajes negativos (-19,7 y -19,24 respectivamente). Asimismo los grupos de tratamiento V y VI presentaron los mayores niveles de GS-NP con valores de $4392,43 \pm 354,04$ y $4897,26 \pm 796,09$ ug/ml/g de tejido. Concluye que el zumo del fruto de Sanky presentó efecto hepatoprotector en los ratones con inducción de etanol a nivel de GS – NP⁸

Burgos Robles, Sheyla Nahomi, Rivera Shuan, Milagros Cecilia. Propiedades reológicas y termofísicas de pulpa de sanky (*Corryocactus brevistylus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). El objetivo de la investigación fue determinar los parámetros reológicos y propiedades

termofísicas de pulpa de sanky (***Corryocactus brevistylus***) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) a diferentes concentraciones de sólidos y temperaturas⁹.

Arévalo A, col. 2012. Uso de biopectinasa y filtración al vacío para la clarificación de una mezcla diluida de pulpa de Sancayo (***Corryocactus brevistylus***) y tuna (*Opuntia ficus-indica*) a diferentes temperaturas A partir de un diseño compuesto central rotacional (DCCR), evaluó la influencia de los parámetros temperatura (25°C – 55°C), presión de vacío (0,2 bar – 0,8 bar) y concentración de biopectinasa (0g/300ml – 0,2g/300ml) para medir la resistencia de la torta (m/Kg) y el medio filtrante (m-1); hallando que la temperatura y la enzima tienen efecto sobre la torta y el medio filtrante; cuando la temperatura usada fue de 50°C no se encontró influencia sobre la resistencia de la torta, las temperaturas de 40 a 45°C fueron las más influyentes sobre la resistencia de la torta. Los parámetros anteriormente mencionados no afectaron significativamente la resistencia del medio filtrante¹⁰

Matos-Chamorro, Alfredo; Paredes-Guzmán, Julio; González-Rengifo, Luisa 2010. Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos del Sancayo (***Corryocactus brevistylus***). El objetivo de esta

investigación fue determinar la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos del Sancayo (*Corryocactus brevistylus*). Utilizaron 15 muestras de las cuales seleccionaron 3 que representaron los valores mínimo, medio y máximo (0,259, 0,682 y 1,012 mg de ácido gálico/mol de fenoles, se sometieron a la determinación de la actividad antioxidante encontrándose los valores de 266,32, 363,76 y 439,11 ug de Trolox/g. Concluyen que la temperatura y la concentración influyen en la extracción de los fenoles lo que se relaciona directamente con la actividad antioxidante en la muestra.¹¹

Jiménez Fernández, Evelyn Ester; 2014 Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) a partir de diferentes métodos de extracción. A partir de métodos de extracción con y sin escaldado de cáscaras de *Opuntia ficus indica* (nopal o tuna) se obtuvo mucilagos los que luego fueron sometidos a un análisis proximal (humedad, cenizas, grasas, proteínas y carbohidratos totales) Asimismo investigaron los siguientes valores: análisis de color, pH, actividad de agua, ángulo de reposo, reología y actividad microbiológica entre otros. Concluyen que no existen diferencias significativas en las características, físico-químicas, microbiológicas y reológicas de las muestras analizadas.¹²

Meza Sosa, Rosa María 2014. Analizó en pulpa concentrada de tuna naranja, el efecto de la temperatura de concentración en compuestos

bioactivos y capacidad antioxidante. La muestra procedió del distrito 3 de Octubre ubicado en la provincia de Chupaca Región Junín. En las determinaciones físicas se hallaron los siguientes resultados: Peso promedio 104.40 g, diámetros del polo mayor 4,53 cm, polo menor 4.29 cm, ecuatorial 5.23 cm. El análisis proximal arrojó los siguientes valores: humedad 85%, proteínas 0.51%, grasas, 0.05%, fibra 0.07% y carbohidratos 14.12%; también reportaron valores de ácido cítrico, pH y sólidos solubles (0.07%, 5.2 y 12° grados Brix respectivamente). Para evaluar la concentración de betacarotenos, vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante realizaron concentraciones al vacío a temperaturas de 40°, 50° y 60°C respectivamente. Los resultados obtenidos de betacaroteno/100g sin concentrar y concentrados demostraron que no existen diferencias significativas en las muestras con tratamientos entre 40 y 50°C y la muestra sin tratamiento¹³

Rosillo Zevallos, Claudia Katherine 2016. Estudio de los principios bioactivos y obtención de colorantes naturales de la cáscara de *Opuntia ficus - indica* (L.) Miller "tuna". Determinó la concentración de metabolitos secundarios, compuestos proximales y extracción de colorantes naturales de la cáscara de la tuna (*Opuntia ficus indica* (L) miller) recolectada en el distrito de San Bartolomé región Lima. Para la determinación bromatológica se aplicaron los métodos de la AOAC, la muestra fresca arrojó que la concentración

porcentual en gramos de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos, cenizas, fibra cruda y azúcares reductores fue 88,46, 1,08, 1,51, 9.06, 0.99, 0.22 y 2.40% respectivamente. También determinó la presencia de minerales usando el método de absorción atómica; los valores obtenidos en mg% fueron: Na 31.89, K 1052.36, Mg 127.56, Ca 605.91, P 31.89, Fe 0.32, Zn 1.10 y Cu 0.67. Determinaron espectrofotométricamente la presencia de betalaínas siendo la betacianinas las que se hallaban en mayor cantidad (637 mg/l). En cuanto a los polifenoles totales obtuvieron 132.89 mg% aplicando el método de Folin Ciocalteu, los flavonoides totales se determinaron espectroscópicamente hallándose un valor de 33,45 mg%. La actividad antioxidante fue determinada mediante el método de DPPH, el resultado fue de 0.901 ug/ml de Trolox; el colorante natural de color rojo, se obtuvo a un pH entre 5 y 6 estable en alimentos ácidos¹⁴

Ritva Repo de Carrasco, Christian René Encina Zelada. 2008. Determinaron la actividad antioxidante y concentración de metabolitos bioactivos presentes en frutas nativas del Perú. Destacaron que en el tomate del árbol se presentó un alto contenido de fibra cruda (4,5 g/100 gramos de fruta); el aguaymanto y el tomate de árbol presentaron 1,9g/100 g; para los compuestos fenólicos la papaya del monte presentó el más alto valor (167 mg de equiv. De ácido gálico/g. para las betalaínas el mayor valor lo arrojó la tuna del monte con 68.95 mg/L; finalmente el ácido ascórbico se encontró en mayor

concentración en el aguaymanto seguido por la papaya de monte, el tomate de árbol y la tuna roja con valores de 43.3, 31.41, 16.09 y 22.75 mg/100g respectivamente¹⁵

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sanky

Es un fruto ancestral producido en los andes peruanos en los departamentos de Ayacucho y Huancavelica es un cactus de la familia: cactáceas, Nolazco en su estudio reportó la presencia de los siguientes metabolitos secundarios: En pulpa: azúcares reductores, lactonas, triterpenos–esteroides, antocianinas, mucílagos. En cáscara: azúcares reductores, triterpenos – esteroides, catequinas ⁴.

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 mucilaginosa con numerosas semillas pequeñas de color negro.⁸

Geográficamente se encuentra en zonas semidesérticas entre los 2500 y 3200 metros sobre el nivel del mar, principalmente en la vertiente

occidental de los andes, en suelos pedregosos y pobres en las laderas de los cerros.⁸

2.2.2. Alimento nutraceutico o funcional

La definición está en desarrollo, pero en general se refiere a aquel alimento que, por sus componentes fisiológicos activos, provee beneficios más allá de la nutrición básica y puede prevenir enfermedades o promover la salud (Vinson,1999). De acuerdo con la academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, son aquellos alimentos en los cuales la concentración de uno o más ingredientes ha sido manipulada para aumentar su contribución a una dieta saludable (Chaudhari, 1999)¹⁶

2.2.3. Análisis proximal

Hace referencia al contenido de sustancias nutritivas de un alimento. Es un conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales un alimento, también se le conoce con el nombre de Weende Los análisis proximales comprenden la determinación de compuestos primarios como la concentración de: Humedad, proteína cruda (nitrógeno total), lípidos, fibra cenizas y extracto libre de

nitrógeno en una muestra; se utilizan para la formulación de una dieta o como valores requeridos cuando se formula un alimento en la industria alimentaria.¹⁷ La asociación de analistas químicos de estados Unidos (AOAC) describe ampliamente estos análisis en su manual de 1984¹⁸

2.2.4. Metabolitos secundarios

Los alimentos además de aportar nutrientes, contienen una serie de sustancias no nutritivas que intervienen en el metabolismo secundario de los vegetales: sustancias colorantes (pigmentos), aromáticas, reguladores del crecimiento, protectores naturales frente a parásitos y otros, que no tienen una función nutricional clásicamente definida, o no son considerados esenciales para la salud humana, pero que pueden tener un impacto significativo en el curso de alguna enfermedad, son los fitoquímicos o sustancias bioactivas. Las sustancias bioactivas o fitoquímicos se encuentran abundantemente en frutas y verduras, y en las bacterias "ácido lácticas" presentes en productos lácteos obtenidos por fermentación ácido láctica como el yogurt, leche cortada, y verduras fermentadas (ej: el choucroute)¹⁹.

2.2.5. Fitoquímicos

En la actualidad estas sustancias, fitoquímicos o quimiopreventores, están en el candelero de los laboratorios de investigación de la industria farmacéutica y alimentaria. En la literatura científica este campo de investigación se denomina alimentos funcionales. Aunque no se les puede considerar sustancias esenciales, ya que no se requieren para nuestro metabolismo, son indispensables a largo plazo para nuestra salud. Intervienen ejerciendo un efecto protector del sistema cardiocirculatorio, reductor de la presión sanguínea, regulador de la glucemia y la colesterolemia, reductor del riesgo de cáncer y mejorador de la respuesta defensivo inmunitario de nuestro cuerpo¹⁹.

2.2.6. Compuestos bioactivos

Tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales). Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud. Están en estudio para la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón y otras enfermedades. Los ejemplos de compuestos bioactivos incluyen el licopeno, el resveratrol, los lignanos, los taninos y los indoles²⁰.

2.2.7. Actividad antioxidante

Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena. Sin embargo, es necesario distinguir también entre actividad estabilizadora de radicales libres o antiradicalaria (en inglés, scavenger) y actividad antioxidante. La primera está determinada completamente por la reactividad de un antioxidante frente a radicales libres, lo cual puede ser caracterizado por la velocidad de esa reacción. Por su parte, la segunda mide la capacidad para retardar la degradación oxidativa. Por lo tanto, una alta actividad anti-radicalaria no siempre correlaciona con una alta actividad antioxidante; en particular, algunos compuestos fenólicos sintéticos presentan alta reactividad frente a radicales libres, pero muestran moderada actividad²¹.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Alimento

Producto natural o elaborado susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable para el consumo, constituido por una mezcla de nutrientes que cumplen determinadas funciones en el organismo²².

Fruto

Parte de la planta en que se transforma el ovario de la flor después de la fecundación; contiene las semillas y se separa de la planta cuando está madura²²

Pulpa

Parte blanda y carnosa, generalmente comestible, de la fruta²²

Cáscara

Capa o cubierta exterior, resistente, dura o quebradiza, que envuelve algunas cosas, especialmente los huevos, la fruta y los frutos secos²²

Antioxidante

Cualquier molécula, átomo o ion, que capaz de prevenir o retardar una reacción de oxidación (pérdida de electrones) de otras sustancias o moléculas, habitualmente se aplica a sustratos biológicos como: ADN,

proteínas, lípidos. La oxidación puede ser iniciada por los radicales libres, y especies suficientemente reactivas para inducir la oxidación de sustratos²³

Radicales libres

Cualquier especie que posea en su estructura a lo menos un electrón libre en su orbital más exterior, y que sea capaz de existir en forma autónoma. Los radicales libres son sustancias químicas que introducen oxígeno en las moléculas dianas, originando oxidación de algunas de sus partes, afectando el ADN, y que originando cambios que conducen al envejecimiento prematuro. Porque oxígeno es un elemento químico muy reactivo²³.

Metabolitos secundarios

Son aquellas sustancias sintetizadas por las plantas que no cumplen un rol fundamental en su normal desarrollo, como si lo hacen los metabolitos primarios, y cuya distribución es restringida de los tipos de plantas. ¹⁹.

Azúcares reductores

Son azúcares monosacáridos que poseen su grupo funcional carbonilo libre por el cual puede donar electrones, por lo que pueden reaccionar como reductores de otras sustancias. Estos dan positivo a la reacción con reactivo

de Fehling y la Reacción de Benedict, a la reacción con reactivo de Tollens, a la Reacción de Maillard²⁴.

Lactonas

Las lactonas son ésteres cíclicos que se obtienen mediante esterificación intramolecular a partir de moléculas que contienen grupos ácido y alcohol. Esta ciclación forma ciclos de 5 o 6 miembros.

Son productos de condensación de un grupo funcional alcohol y un grupo ácido carboxílico intramolecular. Pueden existir lactonas de 5 y 6 miembros clasificándose entre α -, β -, γ -, δ -Lactona²⁵.

Los terpenos

Son complejos hidrocarburos que tiene como fórmula general C_nH_{2n-4} , que se presentan en las plantas y pertenecen a la serie del isopreno; que poseen dos dobles enlaces conjugados formando un grupo de compuestos con características propias que le confieren una variedad efectos terapéuticos. Los terpenos se clasifican por el número de isoprenos (molécula base) que contienen y pueden aparecer en las siguientes configuraciones:

- Tres dobles enlaces y acíclico
- Dos dobles enlaces y monocíclico

- Un doble enlace y bicíclico

Triterpenos

Sustancias que contienen de 6 unidades de isopreno, con una fórmula general $C_{30}H_{48}$, son precursores estructurales para la formación de todos los esteroides²⁶.

Antocianidinas

Son pigmentos de colores que van desde el rojo hasta el azul morado, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Están constituidas por una molécula de azúcar unida por un enlace β -glucosúrico a una aglicona de antocianidinas, que es la aglicona. La estructura química básica es el ion flavilio, que está constituido de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B). Actualmente se conocen aproximadamente 20, siendo la más comunes: pelargonidina, peonidina, malvidina, delphinidina, cianidina y petunidina,²⁷.

Flavonoides

Del latín *flavus*, "amarillo", son metabolitos secundarios de las plantas de naturaleza fenólica, se originan mediante la condensación de una molécula de fenilalanina y 3 de malonil-CoA, a través de la "vía biosintética de los

flavonoides", se cicla gracias a una enzima isomerasa. Su estructura base, es un esqueleto de C₆-C₃-C₆, las diversas sustituciones o modificaciones en el esqueleto base origina una amplia y muy diversa familia de compuestos, aunque todos los productos finales se caracterizan por ser polifenólicos y solubles en agua.

Catequinas

Las Catequinas son un tipo de flavonoides que parecen tener una actividad anticancerígena reconocida, la fuente más rica en catequinas de la naturaleza es el té verde, en donde los flavonoides son pigmentos vegetales no nitrogenados. Son de comprobada actividad antioxidante y en las plantas parece tener funciones variadas²⁸.

Alcaloides

Son sustancias químicas nitrogenadas de origen vegetal, aunque existen protoalcaloides de origen animal. Existen cerca de 6000 alcaloides diferentes en la naturaleza. Se les atribuyen diversas propiedades como: antiinflamatorios, analgésicos, curativos o psicotrópicos, anestésicos, actúan sobre el SNC. Entre los alcaloides más importantes se encuentran: cafeína, atropina, cocaína, estricnina, heroína, morfina, nicotina y la quinina²⁴.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Población y Muestra

3.1.1 Población:

Son todos los frutos del Sanky, procedentes del anexo de Pucurí, provincia de Llauta, departamento de Ayacucho.

3.1.2 Muestra:

Se recolectaron 5 kilos de los frutos maduros de Sanky seleccionados aleatoriamente de las plantas que se encuentran en el anexo de Pucurí.

3.2. Técnicas de Recolección de Datos

3.2.1 Tratamiento de muestra

En la realización del presente trabajo la muestra Sanky una vez recolectada en el anexo de Pucurí, se eliminó las espinas de manera manual y fueron trasladadas al laboratorio de análisis instrumental. En esto las muestras fueron medidas en sus diámetros mayor y menor mediante un vernier calibrado, y luego pesadas una a una (peso total).

Posteriormente se extrae la parte comestible y se pesó para determinar el rendimiento.

Las porciones comestibles se juntan y se homogenizan para realización de los ensayos correspondientes. Para el caso de la determinación de los compuestos bioactivos y actividad antioxidante se toma una porción y se diluyó alcohol al 70% en la proporción 50g del filtrado de zumo con 450 mL de alcohol, y posteriormente es concentrada al vacío en un Rotavapor a una temperatura menor de 40 grados Celsius en una porción de 10 a 1; a partir de la cual se realiza varias diluciones para su análisis.

3.2.2 Análisis químico proximal

Humedad: AOAC 925.03B Solids (Total) and Moisture.

Determinación: Se pesaron aproximadamente 2 g de la porción comestible de la muestra homogenizada en una placa petri, previamente se secó a 130° por una hora se enfrió en un desecador y se pesó cuando alcanzó la temperatura ambiente. Se destapó la placa y secó a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por una hora (desde cuando la estufa alcanzó los 130°C), se cubrió la placa con su tapa dentro de la estufa y transfirió al desecador y se pesó cuando alcanzó la temperatura ambiente. Se reportó la pérdida de peso como humedad¹⁸

Cenizas: AOAC 923.03 Ash

Determinación: Se pesó de 3 a 5 g de la porción comestible de la muestra homogenizada dentro de un crisol previamente incinerado a la temperatura de tratamiento (550°) y enfriado en un desecador. Se llevó a incinerar en la mufla a 550° aproximadamente hasta cenizas blanca o ligeramente grises o hasta peso constante. Luego se enfrió en el desecador y pesó tan pronto alcanzó la temperatura ambiente. Se calculó el residuo como cenizas totales¹⁸.

Grasa cruda o Extracto etéreo: AOAC 920.39C

Determinación: Se pesó un balón previamente secado en una estufa 98-100°C y enfriado en un desecador. En un cartucho de celulosa o papel de filtro se pesó con exactitud entre 1-2 g de la porción comestible de la muestra homogenizada y se depositó en el embudo de extracción de un aparato soxhlet, luego se llenó con el solvente y se adicionó una porción del solvente en el balón y se conectó todo el sistema. Controlando que el goteo del reflujo esté aproximadamente a 30 gotas por minutos.

Se realizó la extracción hasta que el reflujo de solvente salga limpio (entre 4-6 veces), la comprobación se hizo depositando unas gotas en un papel de filtro, se dejó secar y se colocó a trasluz, hasta quedar limpio, se retiró el balón y se evaporó el residuo etéreo suavemente en un baño maría; y luego secó la grasa en una estufa a 100° hasta que se logró un

peso constante (aprox. 90 minutos). Se retiró el balón y se colocó en un desecador hasta que alcanzó la temperatura ambiente por 30 minutos y posteriormente se llevó a pesar¹⁸.

Proteína: AOAC 070.09 Kjeldahl Method.

Determinación: Se colocó un peso de la porción comestible de la muestra homogenizada de aproximadamente entre (0.7 – 2.2 g) dentro de un balón de digestión. Luego se adicionó 15 g de mezcla catalizadora (compuesta de CuSO_4 y K_2SO_4) más 25 mL de H_2SO_4 . Se colocó el frasco en posición inclinada y calentó suavemente hasta que cesó el espumeo, y se hirvió hasta que la solución sea clara y luego 30 minutos más. (Aproximadamente 2 h).

Se enfrió y se adicionó 200 mL de H_2O , se enfrió a 25°C aprox. Y se adicionó 80 mL de solución de NaOH al 50% con agitación y luego se conectó inmediatamente al sistema de destilación, sumergiendo la punta del condensador en un matraz que contenía ácido estandarizado con 2-3 gotas del indicador anaranjado de metilo y se calentó hasta destilar todo el NH_3 contenido (aprox 150 mL destilado). Se removió el recipiente y se enjuagó la punta del condensador y se tituló el exceso del ácido estándar en el destilado con solución NaOH estandarizado¹⁸.

$$\%N = (\text{mL Ac} \times N \text{ Ac}) - (\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH}) \times 1.4007 / \text{g de muestra}$$

Multiplicar El %N por 5.7 para obtener % de Proteína

Carbohidratos: Por Diferencia según Collazos 1992²⁹

% Carbohidratos = 100 – (% prot + % grasa +%czas + Humedad)

Valor calórico: por calculo²⁹

$$VC_{\text{kCal/100g}} = (\% \text{prot} \times 4) + (\% \text{grasa} \times 9) + (\% \text{C.H}_d \times 4)$$

C.H_d. Carbohidratos digeribles = C.H - Fibra

Acidez:

Determinación.- Se tomó con una pipeta 10 mL del jugo de fruta en un Erlenmeyer conteniendo 100 mL de agua hervida fría. Y luego se agitó por espacio 60 segundos. Se tituló con NaOH 0,1N usando 0,5 mL de fenolftaleína al 0,5% (en alcohol 95%) hasta coloración levemente rosada. Se repitió el proceso para una segunda determinación.

Cálculos: Se calcula el porcentaje de acidez como ácido cítrico, Comparar los resultados con los obtenidos en la titulación electrométrica (Indecopi 2016)³⁰.

Sólidos Solubles:

Determinación.- Se cortó la fruta para obtener la parte comestible, la cual después de ser homogenizada se filtró a través de papel de filtro rápido

en un vaso de precipitados de 250 mL. Se tomó una alícuota del zumo con la pipeta y se coloca en forma de gotas en el prisma del refractómetro. Se realizó la medición ajustando el límite de a fase oscura y clara en el punto medio de la cruz para posteriormente realizar la lectura en la escala numerada inferior. La lectura se efectuó en grados Brix. La lectura fue acompañada de la temperatura a la que se ha realizado (AOAC 2016)¹⁸.

3.2.3 Determinación de compuestos bioactivos.

De la pulpa del fruto homogenizada se procedió a realizar reacciones de coloración o precipitación para identificar grupos funcionales y grupos de metabolitos presentes en el fruto de *Corryocactus brevistylus* "Sanky".

Detección de taninos:

Reacción de gelatina-Sal.- Se tomaron tres tubos de ensayo a los que se le adicionó 0.5 mL de extracto, al 1° tubo se adicionó 1 mL de NaCl 5%, al 2° tubo solución de gelatina 1% y al tubo 3° solución de gelatina – sal; la precipitación con este último reactivo o con ambos 1° y 2° es positiva para taninos, si únicamente precipita con el 1°, podría ser un falso positivo (Lock 1994)³¹.

Detección de compuestos fenólicos

Reacción de Cloruro Férrico.- En un tubo de ensayo se colocaron 0,5 mL del zumo y se adiciona una gota de disolución acuosa de FeCl_3 1%. La aparición de colores azul-negro, verde o azul verdoso, significa reacción positiva (Lock 1994)³¹.

Detección de flavonoides

Reacción de Shinoda.- Se colocó 20 gotas del extracto en un tubo de ensayo, agregó limaduras de Mg y 3 gotas de HCl concentrado.

Observar el cambio de color, la reacción es positiva cuando aparecen tonos de color rojo, anaranjado y violeta (Lock 1994)³¹.

Detección de aminoácidos:

Reacción de Ninhidrina.- En tiras de papel filtro absorbente se coloca con un capilar:

- ✓ Una gota de extracto + una gota de reactivo Ninhidrina al 2%.
- ✓ Blanco: Solución etanólica de Ninhidrina al 2%.

Una vez secado a temperatura ambiente las tiras de papel se colocaron en una placa de calefacción hasta que se observa un color pardo-marrón en el blanco.

Si el papel de la muestra presenta un color azul violáceo la reacción es positiva (Lock 1994)³¹

Detección de alcaloides

Se usan 4 tubos de ensayo y a cada uno colocó 4 mL de extracto y 1 mL de HCl 1% y luego se procedió con la reacción de precipitación como se indica, dejando uno como blanco:

- ✓ Dragendorff: añadir de 2-4 gotas y observar precipitado anaranjado.
- ✓ Mayer: Añadir 2 - 4 gotas y observar precipitado blanco.
- ✓ Hager: Añadir 2 - 4 gotas y observar precipitado amarillo³¹

Detección de saponinas

Prueba de espuma.- En dos tubos de ensayo conteniendo 10 mL de agua destilada, se adicionó 2.5 mL del extracto y se agitó por un minuto. Se dejó reposar 15 minutos y observar la formación de espuma. Se considera negativa si la altura de la espuma es menor de 5 mm (Lock 1994)³¹.

3.2.4 Métodos para determinar la actividad antioxidante

Determinación de actividad antioxidante por método DPPH: se empleó el método basado en el radical 2,2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). De las muchas modificaciones destaca la de Brand-Williams et al. en 1995, (Molyneux, 2004)³².

Se preparó el reactivo de DPPH a una concentración 0,1M, pesando 3,9 mg de DPPH en un vaso de precipitado previamente tarado y se disuelve con 100 mL de etanol, la disolución se sonica por espacio de 10 minutos, para asegurar la buena disolución y luego se verificó que la absorbancia a 517 nm estuviera entre 0,9 y 1,1 unidades de absorbancia. Se cubrió con papel de aluminio para proteger de la acción de la luz.

En los viales debidamente etiquetados, se agregó 2,9 mL de reactivo preparado de DPPH, posteriormente se adicionó 0,1 mL en cada una de las diluciones del extracto de Sanky de las concentraciones correspondientes y se mezcla, esta mezcla se dejó en reposo en oscuridad durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo se lee la absorbancia a 517 nm. Se determinó el porcentaje de inhibición del radical correspondiente a cada una de las diluciones del Sanky. A partir de esto se halla el EC₅₀. También se determina el EC₅₀ de la vitamina C para realizar una comparación directa.

Determinación de actividad antioxidante por método FRAP.- Se realizó el procedimiento descrito por Benzie y Strain (1999) con ligeras modificaciones. Se preparó el reactivo de FRAP, que consistió en solución de tampón acetato 300 mM (pH = 3,6), una solución de TPTZ 10 mM en HCl 40 mM y solución de tricloruro férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20 mM en una proporción 10:1:1 (v:v:v). En una cubeta, se añadió 3 mL de este reactivo en seguida se mide su absorbancia a 593 nm. Luego, se adiciono 100 μL de cada una de las disoluciones del zumo de sanky, se llevó a un vórtex durante 30 segundos. Se incubó por 6 minutos a temperatura ambiente y se realizó la lectura de absorbancia nuevamente a 593 nm, se restó el valor de la absorbancia inicial, dicho valor se extrapoló en la curva de calibración de trolox realizada. Las muestras se ensayaron por triplicado (Garcia et al. 2004)³³.

3.3 Técnicas de análisis e interpretación:

Se utilizaron técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas, utilizando como paquete estadístico el programa Excel 2010

3.4 Técnicas de procesamiento de la información

Recolección de datos analíticos.

Se realizó en los cuadernos de trabajos y hoja de ensayo donde se registraron los resultados de las técnicas analíticas aplicadas en cada caso.

Procesamientos de datos.

Estos fueron tratados por métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos y a través de las hojas de cálculos del programa Excel, para su respectivo tratamiento, lo que permitió obtener una información más confiable

3.5 Aspectos éticos.

En el presente trabajo los aspectos éticos están enmarcados en el ejercicio de la investigación científica en general y el uso del conocimiento, lo cual demanda conductas éticas en el investigador y el asesor. En el presente trabajo hay un acuerdo general para evitar conductas no éticas en la práctica y en el desarrollo del trabajo en sí, entre el asesorado y el asesor, con el principio de “Es mejor hacer las cosas bien que hacerlas mal”. De igual manera el equipo de investigación de la presente tesis declara no tener conflicto de interés de ninguna índole.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Tabla 1. Análisis físico y sensorial del fruto de Sanky

| PARAMETRO | PARTE EXTERNA | PARTE COMESTIBLE |
|------------------|-----------------------|-------------------------|
| Color | Verde claro | Amarillo verdoso |
| Olor | Suigéneris | Suigéneris |
| Aspecto/textura | Corteza dura y rígida | Suave/gomosa |
| Sabor | Astringente | Agridulce |
| Forma | Ovoide/esférica | Líquida/viscosa |
| Promedio mayor | 6,46 ± 0,79 | cm |
| Promedio menor | 5,97 ± 0,76 | cm |
| Peso promedio | 160,57 ± 68,5 | g |

Fuente: Datos de la autora

Tabla 2. Determinación de compuestos bioactivos en la parte comestible del fruto de Sanky

| Metabolitos | Reacción de identificación | Resultados |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Taninos | Gelatina-sal | - |
| Grupos fenólicos libres | FeCl ₃ | ++ |
| Aminoácidos | Ninhidrina | + |
| Flavonoides | Shinoda | ++ |
| Triterpenoides y/o esteroides | Lieberman Burchard | ++ |
| Antraquinonas | Borntrager | - |
| Alcaloides | Dragendorff | ++ |
| | Mayer | + |
| | Wagner | + |
| Leucoantocianidinas y/o catequinas | Rosenheim | + |

Nota: - ausencia

+ Presencia

Fuente: Datos de la autora

Tabla 3. Determinación del análisis químico proximal de la parte comestible del fruto de Sanky

| Repetición | Humedad (g/100g) | Cenizas (% b.s.) | Grasa (% b.s.) | Proteína (% b.s.) | C.H. (% b.s) |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 94,00 | 3,94 | 1,53 | 10,61 | 83,92 |
| 2 | 94,03 | 4,06 | 1,62 | 10,23 | 84,09 |
| 3 | 93,26 | 4,13 | 1,68 | 10,98 | 83,20 |
| Promedio | 93,75 | 4,04 | 1,61 | 10,61 | 83,74 |
| V.C. (b.s) (kcal/100g) | 164,29 | | | | |

Nota: C.H. = carbohidratos (obtenidos por cálculos). Fuente: Datos de la autora

$$\text{C.H digestible} = (\text{C.H} - \text{fibra}) \sim (83,74 - 56,9) = 26,84$$

B. S. = Base seca

V. C. = Valor calórico

Tabla 4. Otros parámetros fisicoquímicos de la parte comestible del fruto de Sanky

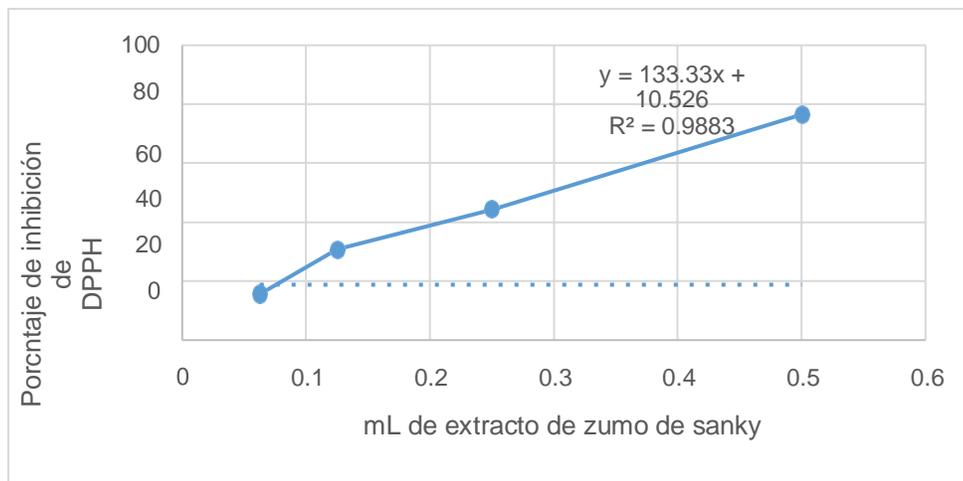
| Parámetro | Resultado | Unidad |
|----------------------|-------------|---------------------------------------|
| pH | 2,61 ± 0,13 | ---- |
| Acidez | 0,18 ± 0,05 | g/100g H ₂ SO ₄ |
| Sólidos solubles | 3,2 ± 0,2 | °Brix |
| Índice de refracción | 1,3364 | N _D |

Fuente: Datos de la autora

Tabla 5. Registro de lectura de la actividad antioxidante de la porción comestible de Sanky por el método del DPPH.

| Extracto mL | Abs 1 | Abs 2 | % Inh 1 | % Inh 2 | Prom % Inh |
|----------------|-------|-------|---------|---------|------------|
| 0,0625 | 0,83 | 0,78 | 13,7 | 17,9 | 15,6 |
| 0,125 | 0,657 | 0,677 | 31,7 | 29,6 | 30,6 |
| 0,25 | 0,53 | 0,54 | 55,3 | 54,3 | 54,8 |
| 0,5 | 0,241 | 0,211 | 74,9 | 78,1 | 76,5 |
| 1,0 | 0,19 | 0,179 | 80,2 | 81,5 | 80,9 |
| BlancoReactivo | 0,962 | | | | |

Fuente: datos de la autora



Fuente: datos de la autora

Gráfico 1. Correlación entre mL de extracto de zumo de Sanky/porcentaje de inhibición del radical DPPH

Consideraciones: en la elaboración de la curva de correlación entre Porcentaje de inhibición y la concentración del extracto no se considera la concentración de 1mL porque se observó que todo el radical DPPH había sido oxidado (color amarillo).

El EC₅₀ se obtiene a partir de la ecuación de la curva de correlación,

Por Tanto:

$$Y = 133,33X + 10,526$$

$$50 = 133,3 X + 10,526$$

$$X = 0,29 \text{ mL}$$

Teniendo en cuenta que el extracto se concentró en 10 a 1.

$$\mathbf{EC_{50} = 2,9 \text{ mL de zumo}}$$

Si tenemos en cuenta que usamos un patrón de vitamina C y en la cual se obtuvo que el EC₅₀ es equivalente a 0,635mg de vit C entonces:

$$2,9 \text{ mL} \text{ ----- } 0,635 \text{ mg/Vit C}$$

$$1 \text{ mL} \text{ _____ } X$$

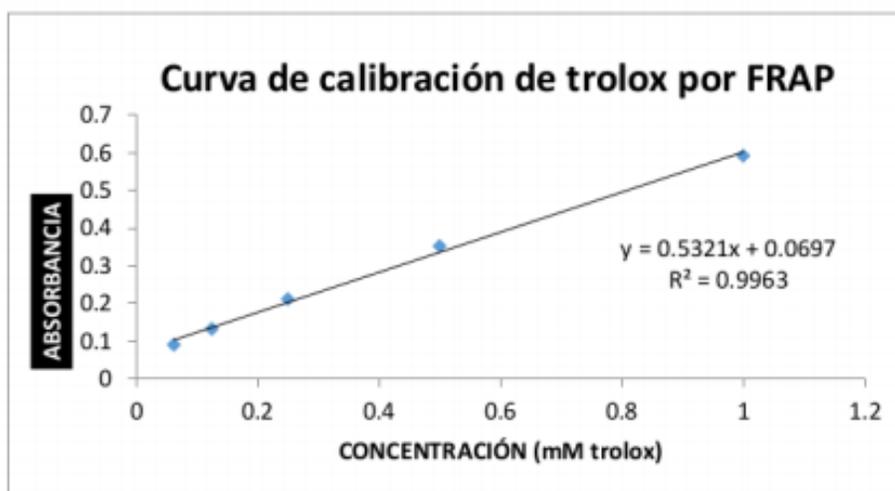
$$X = 0,219 \text{ mg Vit C}$$

$$\mathbf{219 \mu\text{g de Vit C/ mL de zumo de Sanky}}$$

Tabla 6. Valores de absorbancia de las concentraciones de trolox por el método de FRAP

| Concentración de Trolox mM | Abs Inicial | Abs Final | dif Abs | SD |
|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------|
| 0,031 | 0,065 | 0,100 | 0,035 | 0,007 |
| 0,062 | 0,067 | 0,142 | 0,075 | 0,006 |
| 0,125 | 0,066 | 0,174 | 0,108 | 0,02 |
| 0,25 | 0,066 | 0,275 | 0,207 | 0,015 |
| 0,5 | 0,068 | 0,455 | 0,387 | 0,012 |
| 1 | 0,067 | 0,778 | 0,711 | 0,06 |

Fuente: Datos de la autora



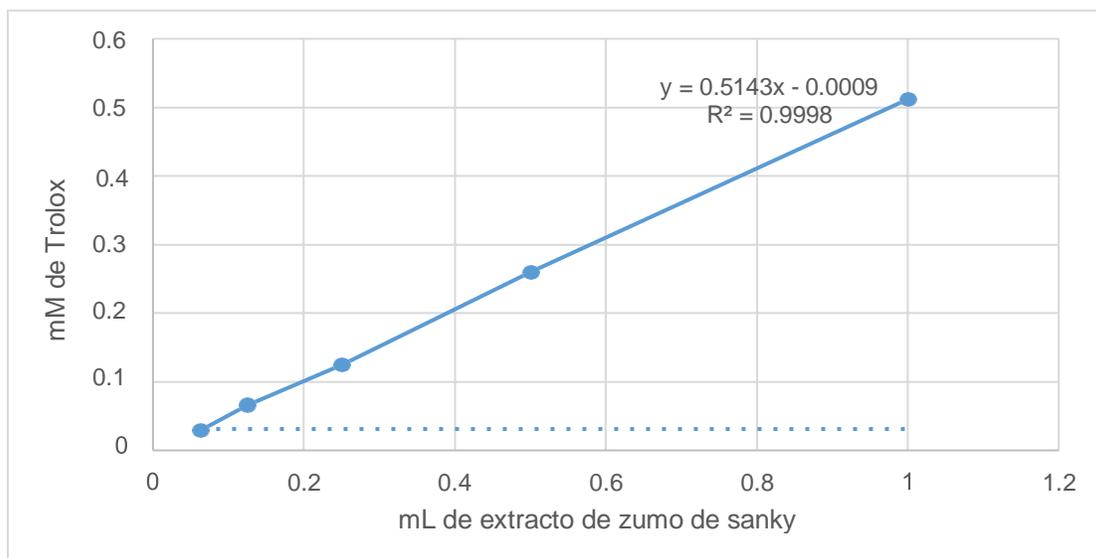
Fuente: Datos de la autora

Gráfico 2. Correlación entre la concentración y la absorbancia del trolox

Tabla 7. Valores de Absorbancia de las concentraciones de extracto y su correspondencia a milimoles de Trolox (TEAC)

| mL de extracto | Abs 1 | Abs 2 | Abs Prom | TEAC |
|----------------|-------|-------|----------|-------|
| 0,0625 | 0,084 | 0,086 | 0,085 | 0,029 |
| 0,125 | 0,102 | 0,108 | 0,105 | 0,066 |
| 0,25 | 0,137 | 0,134 | 0,136 | 0,125 |
| 0,5 | 0,207 | 0,209 | 0,208 | 0,260 |
| 1,0 | 0,340 | 0,343 | 0,342 | 0,512 |

Fuente: Datos de la Autora



Fuente: Datos de la Autora

Gráfico 3. Correlación entre concentración de extracto de zumo Sanky (mL) y la correspondencia a milimoles de trolox equivalentes

Consideraciones

Los milimoles equivalentes de trolox (TEAC) para cada concentración del extracto de sumo de Sanky se obtienen a partir de la ecuación de la curva de calibración del trolox, interpolando las absorbancias correspondientes a las concentraciones.

Por Tanto:

$$Y = 0,5321X + 0,0697$$

Donde Y = representa las absorbancias obtenidas en cada concentración.

Para hallar la concentración o volumen de extracto que equivalente a un mM de trolox se utiliza la ecuación de la curva de correlación de concentraciones (mL) / por milimoles de trolox.

$$Y = 0,5143X - 0,0009$$

Teniendo en cuenta que el extracto se concentró en 10 a 1.

Por lo tanto: **1mM trolox (TEAC) = 1,946 mL de extracto**

Si tenemos en cuenta el extracto se concentró 10:1

$$\mathbf{1mM\ trolox\ (TEAC)\ =\ 19,46\ mL\ Zumo}$$

$$19,46\ mL\ \text{-----}\ 1000\ \mu M\ \text{de\ trolox}$$

$$1\ mL\ \text{-----}\ 51,39\ \mu M$$

$$\mathbf{51,39\ \mu M\ \text{de\ trolox}/1\ mL\ \text{de\ zumo\ de\ Sanky}}$$

4.2 DISCUSION

El presente estudio tuvo como objetivo general “Evaluar la composición química proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* “Sanky” del Anexo Pucurí, Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho”, debido a dos aspectos: Primero que a partir de fines del año 2019 llegaron al anexo de Pucurí muchos compradores de esta fruta, la cual anteriormente no se comercializaba y era consumida escasamente en la zona local; desconociendo los pobladores el real valor comercial; y segundo: el hecho de desconocer el potencial nutricional de la fruta de esta zona, ya se sabe que la composición nutricional así como los metabolitos secundarios de una especie varían de acuerdo a una serie de factores agronómicos y medio ambientales, y en toda la literatura previa revisada no se encontró estudios de esta especie de esa localidad o alguna aledaña. Debemos tener en consideración que se recolectaron 5 kilos de Sanky maduro de las diferentes partes del anexo en la cual se produce dicha fruta, y luego del tratamiento de limpieza para eliminar las espinas fueron trasladadas al laboratorio de Análisis Instrumental y Control de Calidad de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Inicialmente se realizó un análisis de las características físicas y sensoriales de la fruta, como se puede apreciar en la tabla 1 las características tanto de la parte externa como de la porción comestible,

lo destacable es el tamaño promedio y peso de la fruta, los cuales son mayores a los reportados en otros estudios como los de Nolzco y Guevara 2008⁴ y Quiñones 2017⁵; así mismo, podemos observar que en la tabla 2 se presentan los resultados de las determinación cualitativa de los compuestos bioactivos presente en la parte comestible del fruto de Sanky, los cuales se determinaron mediante las reacciones de coloración y/o precipitación empleadas en los estudios fitoquímicos según la marcha analítica de Lock 1994³¹, los principales compuestos hallados Grupos fenólicos libres, flavonoides, terpenos y alcaloides, concordando que los datos hallados por los diversos autores mencionados en el acápite de antecedentes con la excepción que nosotros no hallamos lactonas como reporta Nolzco y Guevara 2008⁴, lo que hay que recalcar es que la mayoría de grupos de compuestos identificados se le relaciona con la determinación de propiedades antioxidantes.

En lo referente a la determinación del análisis químico proximal, como se observa en la tabla 3, se destaca el alto contenido de humedad de la porción comestible (93,75 g/100g) lo que permite que el valor calórico del fruto sea bajo, siendo su valor de 164,2 Kcal/100g en base seca, y nos lleva a concluir que su importancia estaría centrada principalmente en el aporte de metabolitos secundarios, estos valores no han sido posible comparar con otros datos encontrados en los trabajos previos, porque si bien es cierto que algunos de ellos presentan valores de

análisis proximal se refieren al fruto liofilizado como el caso de Alanoca 2014⁷, o el caso de Carpio y Figueroa donde prepararon la porción comestible del fruto liofilizado a una concentración de 0,5%, con un agregado de goma arábica y maltodextrina. Sin embargo cuando se trata de otros parámetros fisicoquímicos determinados como pH, sólidos solubles y acidez entre otros (tabla 4), los valores encontrados son bastante parecidos a los de Quiñones 2017⁵, quien reporta rangos de valores en los diferentes parámetros y las determinaciones caen dentro de ellos, con excepción de los sólidos solubles que en nuestro caso son ligeramente superiores (3,2 °Brix), lo que nos permite sugerir que en nuestro caso la fruta puede haber tenido un mayor grado de madurez, porque como es sabido en las frutas al mayor grado de madurez se incrementa los azúcares (representados por los grados Brix y disminuye la acidez).

En cuanto a lo referente a la determinación de la actividad antioxidante debemos considerar que muchos autores^{4,5,11} consideran que la concentración de alcohol en la extracción, así como la temperatura son criterios significativos para la determinación de la extracción de compuestos polifenólicos y por lo tanto, la actividad antioxidante del extracto correspondiente, en nuestro caso la extracción se realizó con una solución etanólica al 70%, en primer caso se determinó la actividad antioxidante por el método de captación del radical DPPH obtenido un $EC_{50} = 2,9$ mL del diluido de la fruta, en el afán de poder realizar una

comparación directa de nuestros resultados con los antecedentes utilizamos un patrón de comparación como fue la vitamina “C”; sin embargo tenemos que empleando este método Carpio y Figueroa⁶ determinaron la actividad en una preparado liofilizado obteniendo 293,84 μM equivalentes de trolox/g peso seco, Alanoca 2014⁷ obtuvo en el fruto liofilizado 90,3 μM TE/g, y Matos-Chamorro y col 2010¹¹, obtuvieron un valor entre 266,32 y 493,1 μM TE/g; siendo este último valor bastante aproximado a lo obtenido en el presente trabajo con la salvedad que en nuestro estudio el patrón fue la vitamina C, como ya se mencionó anteriormente. Para la determinación de la actividad antioxidante por el método de FRAP no se encontró ningún antecedente que sirva de comparación, se debe tener en cuenta que en este método el mecanismo de acción está basado en la transferencia de electrones libres (SET), que por lo general tiende a dar valores inferiores que otros métodos en los cuales se basan en los dos mecanismos conocidos (SET y HAT), Sin embargo el valor obtenido de 51,39 μM TE/mL del zumo del fruto se puede considerar un valor considerable, teniendo en cuenta que estamos hablando de la determinación de la actividad antioxidante en el fruto fresco el cual contiene un porcentaje de humedad del 93,75 g/100g.

Se debe destacar los antecedentes o estudios encontrados frente a los cuales se han comparado los resultados del presente estudios son de las zonas de Huancayo, Moquegua y principalmente de Arequipa.

De los resultados obtenidos podemos deducir que el fruto de Sanky producido en el distrito de Distrito de Llauta, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho–Anexo Pucurí., presenta características considerables a tener en cuenta tanto del aspecto físico-sensorial, como de la composición química y contenido de metabolitos que le dan un valor apreciable desde el punto de vista nutricional y como posible alimento funcional nutracéutico para el alivio de algunas dolencias relacionadas a la presencia o generación de radicales libres los cuales podrían neutralizarse con la capacidad antioxidante reportada en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Culminado el presente trabajo y de acuerdo a los objetivos planteados podemos concluir que:

- La composición química proximal del fruto de ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” destaca por su bajo valor calórico de 164,29 Kcal /100g en base seca.
- Los compuestos bioactivos, que se presentan en el fruto del ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” son: grupos fenólicos libres, alcaloides, flavonoides y triterpenos mayoritariamente.
- La actividad antioxidante por el DPPH es igual a EC₅₀ de 2,9 mL de zumo y por el método FRAP 51,39 µM de trolox/mL de zumo
- El fruto ***Corryocactus brevistylus*** “Sanky” presenta un bajo valor calórico y la actividad antioxidante se encuentra dentro de los rangos obtenidos dentro de estudios de la especie.

RECOMENDACIONES

- Realizar determinación de compuestos fenólicos totales en el zumo de la fruta, tal que permita realizar una comparación más directa presente a los trabajos encontrados.
- Determinación del contenido de Vitamina C, ya que en otras especies de cactáceas se ha reportado un contenido apreciable de esta vitamina y establecer si esta considerable capacidad antioxidante se deba a los metabolitos secundarios.
- Realizar estudios de estabilidad de la capacidad antioxidante, puesto que el fruto es estacional y fácilmente perecible y degradable.
- Elaboración y valoración de procesados del fruto para un mejor aprovechamiento de su riqueza nutricional-funcional y darle el valor comercial del caso.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Linares Guerrero, D. "Sanky: poderoso antioxidante natural", Lima .Diario la República. (2010),
2. Reyes G M; Gómez-Sánchez P I; Espinoza BC. Tabla peruana de composición de los alimentos Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2017.
3. Organización Mundial de la Salud. *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles*. Ginebra: OMS; 2014. Disponible en: <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/es/>.
4. 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
5. Quiñones Q, S. Caracterización y Determinación del contenido de compuestos fenólicos y Capacidad Antioxidante del fruto de Sanke (*Corryocactus brevistylus*). Tesis bachiller 2017 (consultado febrero 2019) Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1094/TP-UNH.AGROIND 0035.pdf?sequence=1&isAllowe>
6. Carpio A, R; Figueroa H. Efecto de la adición de goma arábiga y maltodextrina en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante

en extracto de sancayo (*Corryocactus brevistylus*) liofilizado. 2017

(consultado marzo 2019) disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3014>

7. Alanoca C, S. Evaluación del contenido de ácido ascórbico y polifenoles totales del sancayo (*CORRYOACTUS BREVISTYLUS*) y determinación de su actividad antioxidante y genotoxicidad en linfocitos de sangre periférica. Tesis Bachiller 2014 (consultado 2 abril 2019) disponible en: <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/4321/42.0108.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. 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 2019) Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5220>
9. Burgos R S; Rivera S, M. Propiedades reológicas y termofísicas de pulpa de sanky (*Corryocactus brevistylus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) Tesis Bachiller 2018. (consultado febrero 2019) Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1304>
10. Arévalo A, col. Uso de biopectinasa y filtración al vacío para la clarificación de una mezcla diluida de pulpa de Sancayo (*Corryocactus brevistylus*) y tuna (*Opuntia ficus-indica*) a diferentes temperaturas. *Agroindustrial Science*. 2012: Vol 2, Num 1
11. Matos-Chamorro A; Paredes-Guzmán J; González-Rengifo L. Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos

Fenólicos del Sancayo (*Corryocactus brevistylus*) (consultado enero 2019). Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/228863920_Determinacion_de_la_Capacidad_Antioxidante_de_los_Compuestos_Fenolicos_del_Sancayo_Corryocactus_brevistylus

12. Jiménez F, E. Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) a partir de diferentes métodos de extracción. Tesis 2014. (Consultado marzo 2019) Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130028>
13. Meza S, R. Evaluación del efecto de la temperatura de concentración en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa concentrada de tuna anaranjada (*Opuntia* spp.). Tesis bachiller 2014 (Consultado febrero 2019) Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1234>
14. Rosillo Z, C. Estudio de los principios bioactivos y obtención de colorantes naturales de la cáscara de *Opuntia ficus - indica* (L.) Miller "tuna". Tesis bachiller 2016. (consultado marzo 2019) Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5031>
15. Repo R; Encina Z C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 2008 v.74 n.2
16. Menéndez P, M. Los Alimentos funcionales. Nuevos alimentos para un Nuevo estilo de vida. Editor trea Madrid. 2011

17. FAO. Food and nutrition paper 14/7. Manuals of food quality control. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma 1984.
18. AOAC. Official Methods of Analysis 19th Edition. Rockville, Maryland, AOAC International Editorial. USA 2012
19. Palencia M Y. Sustancia Bioactivas en alimentos (consultado marzo 2019). Disponible en: http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf
20. Instituto Nacional del Cancer. Diccionario. Departamento de salud y servicios humanitarios de EEUU. (consultado 21 de febrero 2019) Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/compuesto-bioactivo>
21. Berradre M.; González C.; Sulbarán B y Fernández V. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de extractos de semilla de uva (*Vitis vinifera*) variedad Malvasía y Tempranillo Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2013, 30: 619-631
22. _FAO. Glosario de términos. (consultado 23 de marzo). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>
23. Enciclopedia de salud de Medypsi. (consultado Febrero 2019). Disponible en: <https://www.encyclopediasalud.com/definiciones/radical-libre/>
24. Ecured. Azúcares reductores. (consultado en marzo 2019) Disponible en: https://www.ecured.cu/Az%C3%BAcares_reductores

25. Educalingo. Diccionarios (Consultado abril de 2019). Disponible en:
<https://educalingo.com/es/dic-pt/lactona>
26. Plantas medicinales (consultado 16 de marzo 2019). Disponible en:
<https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/aceites-esenciales/terpenos/>
27. Aguilera Ortiz M, Reza M, Chew R y Meza J. Propiedades funcionales de las antocianinas, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud Volumen XIII, No 2, MAYO/AGOSTO DE 2011 PÁG. 16 - 22 ISSN: 1665 – 1456 (consultado marzo 2019). Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/283361581_Propiedades_funcionales_de_las_antocianinas
28. Martínez Centelles. Flavonoides Botanical online (Consultado febrero 2019) Disponible en:
[_https://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm](https://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm)
29. Minsa. Tabla Peruana de composición de los alimentos. 7ª edición. Instituto Nacional de Nutrición. Lima 1996
30. Indecopi. NTP 203.070. Productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales. Determinación de la acidez. INDECOPI 1977
31. Lock de Ugaz, O. 1994. Investigación Fitoquímica. Métodos de Estudios de Productos Naturales. Fondo Editorial, PUCP. Lima-Perú, p. 7.
32. Molyneux P. The use of the stable free radical DPPH for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology 2004; 26 (2): 211-219.

33. García A, de Pascual T, Santos C. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food chemistry* 2004; 84: 13-18.

ANEXOS







MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Análisis químico proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* "Sanky" del anexo Pucurí

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | MARCO TEÓRICO | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLES | METODOLOGÍA |
|---|--|---|--|--|--|
| <p>¿Cuál es la composición química proximal y la actividad antioxidante del fruto de "Sanky" <i>Corryocactus brevistylus</i> del anexo de Pucurí?</p> | <p>Determinar la composición química proximal y la actividad antioxidante del fruto de "sanky" <i>Corryocactus brevistylus</i> del anexo de Pucurí</p> | <p>El <i>Corryocactus brevistylus</i> sanky es un arbusto perteneciente al género de los cactus que crecen en forma natural en la sierra de Perú y desde antes los incas lo usaban para mantenerse durante el camino ejemplo los chasquis¹, los pobladores del anexo de Pucurí, comentan que el fruto desde antes se consumía porque es muy bueno para mantenerse con energía durante largos periodos de horas cuando van a los campos a pastear a sus animales,</p> | <p>El fruto de "sanky" <i>Corryocactus brevistylus</i> del anexo de Pucurí presenta una composición química y actividad antioxidante diferentes que los frutos Procedente Arequipa según reporta la bibliografía</p> | <p>INDEPENDIENTE El fruto de "sanky" <i>Corryocactus brevistylus</i> Indicador: Parámetros físico: Peso promedio Color Olor Tamaño aspecto Índice: Nominales</p> <p>DEPENDIENTE -Composición química Indicador Humedad Cenizas Proteína Grasa carbohidratos acidez Índice: g/100g -Actividad antioxidante Indicador: Método DPPH Método FRAP Índice: - IC₅₀ -TEAC</p> | <p>TIPO DE INVESTIGACION Básica.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo y Explicativo.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental.</p> <p>POBLACIÓN: El fruto de sanky <i>Corryocactus brevistylus</i> del anexo de Pucurí</p> |