UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

"EVALUACIÓN DEL VALOR BIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DEL FRUTO DE *Lobivia maximiliana* PROVENIENTE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA – HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Rubén Adolfo TRILLO DEL PINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad universitaria de "Común Era", de la Facultad de Ciencias Agrarias, se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link es: meet.google.com/mtt-frcz-wbp, el 15 de diciembre de 2021 a horas 8:30 am., donde se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
Secretario : Mg. Jovencio TICSIHUA HUAMAN
Vocal : Mtro. Franklin ORE ARECHE

Designado con Resolución N° 096-2021-D-FCA-UNH (24-09-2021), del proyecto de investigación titulado: "EVALUACIÓN DEL VALOR BIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO DEL FRUTO DE *Lobivia maximiliana* PROVENIENTE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAVELICA".

Cuyo autor es el graduado:
BACHILLER : Rubén Adolfo TRILLO DEL PINO

ASESOR : Mtro. Franklin ORE ARECHE

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual, y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO [X] POR **UNANIMIDAD**

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
PRESIDENTE

Mg. Jovencio TICSIHUA HUAMAN
SECRETARIO

Mtro. Franklin ORE ARECHE
VOCAL

Titulo

“EVALUACIÓN DEL VALOR BIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DEL FRUTO DE *Lobivia maximiliana* PROVENIENTE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA – HUANCAVELICA”

Autor

Bach. Rubén Adolfo TRILLO DEL PINO

Asesor

Mtro. Franklin ORÉ ARECHE

Dedicatoria

A Dios por ser mi padre, mi confidente, por brindarme salud, fortaleza, sabiduría y regalarme cada día para cumplir cada una de mis metas.

A mi Madre, por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificio.

A mis hermanos y hermanas, quienes a la distancia y estando a mi lado me dan aliento e inspiración para ser mejor cada día.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento:

- ✓ A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica, por haberme formado profesionalmente, a través de los conocimientos impartidos en sus aulas.
- ✓ A los docentes de la Escuela Profesional de Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y consejos que formaron en mí, que fueron pilares fuertes en mí desarrollo profesional.
- ✓ Al Mtro. Franklin Ore Areche, mi asesor por brindarme su amistad, apoyo y orientación profesional constante, en la planificación y ejecución del presente trabajo de investigación.
- ✓ A los jurados, por apoyarme y compartir sus conocimientos para lograr el informe final.
- ✓ A mi madre, hermanos y hermanas que están cerca de mí apoyándome, y enseñarme que la perseverancia son el camino para lograr los objetivos.
- ✓ A mis amigos (as) por sus apoyos incondicionales durante mi formación profesional y la ejecución del presente trabajo de investigación.

Tabla de contenido

Acta de sustentación ii
Titulo iii
Autor iv
Asesor v
Dedicatoria vi
Agradecimiento vii
Resumen xiii
Abstract xiv
Introducción xv
CAPÍTULO I 16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16
1.1. Descripción del problema 16
1.2. Formulación del Problema 16
1.3. Objetivos 16
1.3.1. Objetivo General 16
1.3.2. Objetivo especifico 17
1.4. Justificación 17
1.5. Limitaciones 17
CAPÍTULO II 19
MARCO TEÓRICO 19
2.1. Antecedentes 19
2.2. Bases teóricas 22
2.2.1. Familia de las cactáceas 22
2.2.1.1. Taxonomía de la familia cactaceae 23
2.2.1.2. Características de la familia cactaceae 25
2.2.2. *Lobivia maximiliana* (Sancayo) 28
2.2.2.1. Clasificación taxonómica 29
2.2.2.2. Descripción botánica 29
2.2.2.3. Composición química 30
2.2.3. Antioxidante 31

2.2.3.1. Los productos naturales como los antioxidantes 32
2.2.3.2. Mecanismos de acción de los antioxidantes 32
2.2.3.3. Clasificación de los antioxidantes 33
2.2.3.4. Capacidad antioxidante 34
2.2.3.5. Compuestos fenólicos 35
2.2.3.6. Contenido de polifenoles totales por el reactivo de Folin-Ciocalteu 35
2.2.3.7. Flavonoides 36
2.2.3.8. Radicales libres (RL) 37
2.3. Bases conceptuales 40
2.3.1. Frutos silvestres 40
2.4. Definición de términos 41
CAPÍTULO III 42
MATERIALES Y MÉTODOS 42
3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio 42
3.1.1. Ámbito temporal 42
3.1.2. Ámbito espacial 42
3.1.2.1. Ubicación política 42
3.1.2.2. Ubicación geográfica 42
3.2. Tipo de investigación 42
3.3. Nivel de investigación 42
3.4. Población muestra y muestreo 43
3.4.1. Población 43
3.4.2. Muestra 43
3.4.3. Muestreo 43
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 43
3.5.1. Métodos de Investigación 44
3.5.2. Diseño de Investigación 44
3.5.2.1. Capacidad antioxidante 44
3.5.2.2. Polifenoles totales 44
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 45
CAPÍTULO IV 46

DISCUSIÓN DE RESULTADOS 46
4.1. Resultados del análisis fisicoquímico 46
4.1.1. Capacidad antioxidante 46
4.1.2. Polifenoles totales 46
4.1.3. Químico proximal 46
4.1.4. Azucares reductores 47
4.1.5. pH 47
4.2. Discusiones 47
4.2.1. Capacidad antioxidante 47
4.2.2. Polifenoles totales 48
4.2.3. Química proximal 48
4.2.4. Azucares reductores 48
4.2.5. pH 49
Conclusiones 50
Recomendaciones 51
Referencias bibliográficas 52
Apéndice 61

Tabla de contenidos de tablas

Tabla 1 *Comparación de fruto del Lobivia maximiliana (sancayo)* 30
Tabla 2 *Clasificación de antioxidantes según el sitio donde ejercen su acción* 33
Tabla 3 *Clasificación de los antioxidantes, según origen* 34
Tabla 4 *Instrumentos y técnicas de recolección de datos* 43
Tabla 5 *Resultados de la capacidad antioxidante* 46
Tabla 6 *Resultados de los polifenoles totales* 46
Tabla 7 *Resultados del análisis químico proximal* 47
Tabla 8 *Azucares reductores del del fruto de Lobivia maximiliana* 47
Tabla 9 *pH del fruto de Lobivia maximiliana* 47

Tabla de contenidos de figuras

Figura 1 *Planta de Lobivia maximiliana*..... 28
Figura 2 *Reacción del reactivo Folin-Ciocalteu.*..... 36
Figura 3 *Agentes oxidantes derivados del metabolismo celular.*..... 39
Figura 4 *Sales de hierro generando radicales oxidantes a partir de peróxidos*..... 40

Resumen

En el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica existen muchos frutos silvestres y nativos que poseen nutrientes esenciales para la salud, que hasta la fecha no fueron estudiados. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana* procedente de la comunidad campesina de Allpas – Acobamba. Los frutos fueron lavados, pelados y pulpeados, posteriormente mediante métodos analíticos fueron estandarizados. Los resultados determinados fueron la capacidad antioxidante (408,57 µmol de trolox/100), la concentración de polifenoles totales (78,10 mg ácido gálico/100 g), la propiedad químico proximal (humedad 94,31%, proteína 1,32%, ceniza 0,44%, grasa 0,01%, carbohidratos 3,94% y fibra 0,92%), azucares reductores (1,95%) y pH (3,80) del fruto de *Lobivia maximiliana* (sancayo). En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que el futo de *Lobivia maximiliana* representa una importante fuente de nutrientes, por lo cual podrían ser aprovechados en la alimentación humana y para la elaboración de alimentos funcionales y nutracéuticos para el consumo humano.

Palabras clave: sancayo, capacidad antioxidante, polifenoles totales.

Abstract

In the district and province of Acobamba in the department of Huancavelica there are many wild and native fruits that have essential nutrients for health, which have not been studied to date. The objective of this research was to evaluate the biological and physicochemical value of the fruit of Lobivia maximiliana from the peasant community of Allpas - Acobamba. The fruits were washed, peeled and pulped, later by means of analytical methods they were standardized. The determined results were the antioxidant capacity (408.57 µmol of trolox/100), the concentration of total polyphenols (78.10 mg gallic acid/100 g), the proximal chemical property (moisture 94.31%, protein 1.32 %, ash 0.44%, fat 0.01%, carbohydrates 3.94% and fiber 0.92%), reducing sugars (1.95%) and pH (3.80) of the fruit of Lobivia maximiliana (sancayo). In conclusion, the results obtained show that the fruit of Lobivia maximiliana represents an important source of nutrients, for which they could be used in human nutrition and for the production of functional foods and nutraceuticals for human consumption.

Keywords: sancayo, antioxidant capacity, total polyphenols.

Introducción

Actualmente la región de Huancavelica es considerada como una “región orgánica” por su inmensa riqueza natural por ende es relevante el desarrollo de alimentos orgánicos debido a que en la última década la preocupación por una buena alimentación y la gran demanda de productos para una dieta más saludable ha generado la búsqueda de alimentos que sean rico en antioxidantes y compuestos bioactivos, en este caso la el fruto del sancayo representa una gran oportunidad para su consumo.

En el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica existen muchos frutos silvestres y nativos que poseen nutrientes esenciales para la salud, que hasta la fecha no fueron estudiados.

El sancayo es una planta promisoria que se localiza en los medios endémicos de los andes peruanos (Cutipa, 2009), crece en los lugares más áridos, su composición mucilaginosa y su crecimiento con poca disponibilidad de agua, lo convierte en una planta resistente a temperaturas bajas y a la sequía, condiciones comunes en los andes, con la capacidad de cubrir de vegetación territorios descartados para la agricultura y ganadería (Nina, 2017).

La presente investigación se origina a raíz de un problema de que los frutos silvestres de la familia cactácea no han sido tomados en cuenta e importancia en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica, en donde no se tiene antecedentes de estudio.

En este sentido, el presente trabajo de investigación tiene como importancia contribuir y ampliar los conocimientos del estudio científico de las características fisicoquímicas del fruto de la *Lobivia maximiliana*.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En nuestro país, la mayoría de las especies de cactáceas que tenemos son endémicas, y están siendo seriamente amenazadas y están en camino a extinguirse; los últimos trabajos sobre la detección del estado de conservación de las especies no están del todo bien analizados, particularmente en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica, ya que es alarmante la forma como están destruyendo su hábitat o están siendo depredadas por la falta de conocimiento de su valor biológico y propiedades fisicoquímicas del fruto. Por lo que urge la necesidad de realizar un estudio fisicoquímico del fruto.

A este fruto no se le da importancia por la falta de información sobre sus propiedades fisicoquímicas, por esta razón se pretende realizar una caracterización fisicoquímica para su aprovechamiento agroindustrial. Además, este producto no tiene antecedentes de estudio dentro del departamento de Huancavelica, por lo cual se plantea la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, al realizar este estudio se estará dando inicio para que trabajos posteriores puedan profundizar con mayor facilidad y a la vez este trabajo les sirva como antecedente.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál será el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana*?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana*.

1.3.2. Objetivo especifico

- ✓ Determinar la capacidad antioxidante y la concentración de polifenoles totales del fruto de *Lobivia maximiliana*
- ✓ Determinar la propiedad químico proximal del fruto de *Lobivia maximiliana*.
- ✓ Determinar el pH del fruto de *Lobivia maximiliana*.
- ✓ Determinar los azucares reductores del fruto de *Lobivia maximiliana*.

1.4. Justificación

El valor teórico de esta la investigación se basa en el desconocimiento de las propiedades funcionales, tecnológicos y nutricionales de los frutos silvestres como de la *Lovibia maximiliana* (sancayo) que tienen el potencial de ser utilizados como materia prima en el aprovechamiento agroindustrial. Este aporte de información científica, permitirá ampliar los conocimientos científicos al evaluar las propiedades fisicoquímicas del fruto de *Lobivia maximiliana*; así mismo servirá como punto de partida para otros trabajos relacionados al fruto de la *Lobivia maximiliana*, que servirá como base.

El presente trabajo de investigación no solamente contribuirá a aumentar la superficie orgánica de la región, además tendrá preminencia en el aspecto socioeconómico ya que al dar a conocer sus propiedades del fruto de Lobivia maximiliana, la población incrementara su consumo y generara una demanda, al ver la necesidad de satisfacer la demanda los pobladores, donde se involucrarán en el cultivo, así incrementaran sus ingresos económicos que contribuirá a una mejor calidad de vida.

1.5. Limitaciones

La presente investigación se limita a los siguientes aspectos:

- ✓ Viabilidad de antecedentes; no existen fuentes o suficiente información relacionado a la tesis que por lo tanto gran parte de la información se va a basar en trabajo de campo.

- ✓ La materia prima es estacional, por lo cual fue muy dificultoso la recolección del mismo.
- ✓ Aquellos aspectos que no se reportan ni discuten serán puestos en la sección de recomendaciones.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Obregón *et al.* (2021) en su investigación titulada "Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas", tuvieron como objetivo determinar las características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de cinco variedades de frutas nativas: Aguaymanto (Physalis peruviana), sanky (Corryocactus brevistylus), cocona (Solanum sessiliflorum), pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) y camu camu (Myrciaria dubia), procedentes de la región andina central y de la selva norte peruana. Los frutos fueron lavados, pelados, pulpeados y liofilizados, para posteriormente, mediante métodos analíticos estandarizados, determinar el contenido de nutrientes, como vitamina C, fibra, sólidos solubles, entre otros. Los frutos aguaymanto, sanky y camu camu presentaron los mayores contenidos de vitamina C (43,0, 57,1 y 2780 mg por 100 g de peso fresco, respectivamente), respecto a la cocona y la pitahaya (4,54 y 8,0 mg por 100 g de peso fresco, respectivamente). El aguaymanto y la pitahaya (26,85 y 9,75 %) arrojaron los mayores contenidos de azúcares reductores. El aguaymanto y la cocona reportaron los mayores valores de fibra (4,9 y 2,5%, respectivamente). Con relación al contenido de sólidos solubles (°Brix), la pitahaya y el aguaymanto mostraron los mayores valores (16,2 y 13,3 respectivamente). En conclusión, los resultados obtenidos permiten demostrar que los frutos nativos estudiados representan una fuente importante de nutrientes que podrían ser aprovechados en la alimentación humana.

Burgos & Rivera (2018) en su investigación titulada "Propiedades reológicas y termofísicas de pulpa de sanky (Corryocactus brevistylus) y aguaymanto (Physalis peruviana L.)" su objetivo fue determinar los parámetros reológicos y propiedades termofísicas de la pulpa de sanky (Corryocactus brevistylus) y aguaymanto (Physalis peruviana L.) a diferentes concentraciones de sólidos y temperaturas. Las pulpas de frutos andinos (sanky y aguaymanto) fueron concentradas a 25, 45 y 65 °Brix y temperaturas de 25, 40 y 60 °C. Para evaluar

el efecto de la concentración y la temperatura sobre los parámetros reológicos (η_{app}, n y k) se aplicó un diseño factorial 32, para el efecto de la temperatura sobre los módulos oscilatorios (G`, G", η* y tan δ) y el efecto de la concentración sobre las propiedades termofísicas (ρ, C_p, κ y α) se aplicó un DCA. Ambas pulpas presentaron un comportamiento pseudoplastico. El análisis de varianza mostró que las variables independientes (°Brix y °C) generaron diferencias significativas ($p<0.05$) en los parámetros reológicos de las pulpas, se presentó una relación inversa entre ambas variables independientes y los mejores valores, según la gráfica de superficie respuesta, se encontraban a una mayor concentración y menor temperatura. De igual forma, la temperatura generó diferencia significativa ($p<0.05$) entre los módulos oscilatorios de las muestras, la pulpa de sanky presentó un comportamiento semi-sólido en las tres temperaturas y el aguaymanto un comportamiento semi-liquido en las muestras de 25 y 40 °C y semi-sólido en la muestra a 60 °C. La concentración también generó diferenciassignificativas($p<0.05$) en las propiedades termofísicas de las pulpas, estas propiedades descendieron conforme aumentaba la concentración.

Lázaro & Lázaro (2019) en su investigación titulada "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", tuvieron como objetivo determinar el ácido ascórbico, los fenoles totales, la capacidad antioxidante de *Corryocactus brevistylus* (Sancayo) y su sensibilidad antibacteriana a *Escherichia Coli* ATCC 25922 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Para lo cual se procedió a la validación del método yodimétrico para la cuantificación del ácido ascórbico que dio como resultado en relación a la linealidad un coeficiente de correlación lineal R^2 de 0.9991; el límite de detección y cuantificación fue de 0,7882 mg y 0,9553 mg de ácido ascórbico respectivamente; en relación a la precisión la desviación estándar relativa (DSR) del 2% y un porcentaje de recuperación promedio del 106.11% que indica la precisión. Además, la concentración promedio de ácido ascórbico es 84,41 ± 1,30 mg/100 mL. en el jugo y muestra deshidratada de 269,46 ± 19,41 mg/100g. Por otro lado, la concentración promedio de fenoles

totales por el método de Folin Ciucalteu fue de 6.855 mg GAE/g. y se determinó que la capacidad antioxidante por el método Cuprac fue de 58,72 mmol de Trolox/g de muestra deshidratada. Finalmente, en relación a la sensibilidad bacteriana, *S. aureus* ATCC 25923 presenta mayor sensibilidad al extracto de etanol al 100% de concentración y la cepa de *E. coli* ATCC 25922 estudiada es resistente a todas las concentraciones evaluadas.

Jorge & Troncoso (2016) en su investigación titulada "Capacidad antioxidante del fruto de la Opuntia apurimacensis (ayrampo) y de la Opuntia ficus-indica (tuna)" su objetivo fue determinar la capacidad antioxidante de Opuntia apurimacensis (ayrampo) y de Opuntia ficus-indica (tuna). Diseño. Estudio analítico observacional. Lugar. Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional, Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Material biológico. Fruta fresca (ff) de Opuntia apurimacensis (ayrampo) y Opuntia ficus-indica (tuna). Intervenciones. En los extractos acuosos se realizaron determinaciones de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante (FRAP). Los resultados se analizaron mediante la prueba de Mann-Whitney, con 95% de confianza. Principales medidas de resultados. Concentración de vitamina C y polifenoles totales; capacidad antioxidante. Resultados. El ayrampo presentó mayor concentración de vitamina C (49,9 y 36,1 mg de ácido ascórbico/100 g ff), mayor concentración de polifenoles totales (107,3 y 68,7 mg de equivalente ácido gálico/100 g ff) y mayor capacidad antioxidante (1,1 y 0,7 mmoles de Fe-II/100 g ff) que la tuna. El ayrampo mostró mayor correlación entre la capacidad antioxidante y la vitamina C (0,91 y 0,56), mientras que, la tuna tuvo mayor correlación entre la capacidad antioxidante y los polifenoles totales (0,98 y 0,82). Conclusiones. El ayrampo presentó mayor capacidad antioxidante que la tuna.

Coavoy (2015) es su investigación titulado "Evaluación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de la tuna morada (Opuntia ficus-indica) del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima", tuvo como objetivo evaluar la capacidad antioxidante de compuestos fenólicos del nopal morado

(*Opuntia ficus-indica*) del distrito de San Bartolomé, Huarochiri, Lima, donde consideraron las siguientes variables: concentración de etanol (40% y 80%) y temperatura (30 °C y 60 °C) en relación al contenido total de fenol (mg ácido gálico/L de muestra) y encontrar la capacidad antioxidante. Los experimentos se realizaron según el diseño factorial 2^2 con 3 puntos centrales. El nopal se caracterizó fisicoquímicamente obteniendo un pH de 6,61, una acidez de 0,06 g. ácido cítrico/muestra de 100 mL, 11,67 °Brix e índice de madurez de 182,86 ± 8,96. La cuantificación de los fenoles totales se realizó según el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Familia de las cactáceas

Según Ragón (1989), la cactaceae es una parte importante de la flora peruana, con muchas especies endémicas o en peligro. Las cactáceas peruanas son una importante muestra de la diversidad biológica del Perú. Estas plantas se cultivan en todo el mundo, pero son originarias del continente americano.

A pesar de que las cactáceas del sur peruano guardan relación con cactáceas del norte de Chile y de Bolivia, la distribución de estas especies se halla influenciada por factores como: el tipo de suelo, la humedad y la temperatura.

Hacia mediados de 1980, la clasificación de los cactus abarca alrededor de 500 géneros y más de 1800 especies, muchas de las cuales se considera sinónimos de otras. Muchas plantas muchas plantas taxonómicas aparentemente diferentes resultaron tener características comunes, después de realizar estudios cladísticos y moleculares.

De acuerdo a Britton & Rose (1990), quien publico la lista de especies de la familia Cactaceae, en el Perú, viven 130 especies distribuidas en 34 géneros válidos para la ciencia. Ello indicaría que en el Perú habita el 10% de la biodiversidad de especies de cactus del mundo y el 43% de los géneros de cactus del mundo.

Las modificaciones taxonómicas en la familia cactaceae incluyen algunas especies que han sido incluidos dentro de antiguas géneros como ha sucedido en el caso del género Erdisia, hoy incluida en el género corryocactus. Por otro lado, cactus del género Lobivia (globulares) y del género Trichocerus (columnares), han sido reunidos en un género ya existe conocido como Echinoposis. La familia Cactaceae está dividida en tres sub-familias: Pereskioideae, Opontioideae y Cactoideae.

2.2.1.1. Taxonomía de la familia cactaceae

Una característica común en toda la familia Cactaceae en su suculcia, es decir su capacidad de almacenar agua en el tejido parenquimático.

Plantas perennes, desde muy pequeñas hasta gigantescas, con los tallos continuos o articulados, globosos, ovoides, cilíndricos, planos, angulosos, con costillas y mamelones, simples o ramificados, solitarios o cespitosos, erguidos o decumbentes. Aréolas elípticas o circulares (lugar donde nacen las ramas, flores, espinas, gloquidios o pelusa). Las hojas típicas están ausentes. En la mayoría las espinas representan hojas metamorfoseadas, los argumentos que apoyan esa homología entre hojas y espinas se basan en el origen de ambas estructuras en los puntos vegetativos y en su desarrollo filogenético. Las espinas se disponen formando fascículos en cada aréola (pequeñas almohadillas homólogas de las yemas) los cuales presentan dos puntos de desarrollo meristemático, que pueden originar además de espinas, brotes y flores. Se reconocen varias funciones de las espinas de las Cactáceas entre las que se mencionan: proteger contra la depredación de los animales; condensar la humedad del aire, para que la planta la utilice en su propia hidratación; ayudar a la dispersión y propagación vegetativa, proteger contra el efecto quemante del sol, disminuyendo la evaporación.

Las flores son polinizadas probablemente por mariposas diurnas. Si bien la población produce muchas flores no ocurre así con los frutos, pues muchas plantas después de florecer no fructifican. Las paredes de los frutos, desde el mismo comienzo de la maduración (que se inicia a finales de febrero), son comidas al parecer por hormigas, muy abundantes en este período sobre las colonias de plantas, provocando que las semillas caigan en el ápice de la misma donde quedan atrapadas entre las mamilas por lo que algunas. De ellas germinan sobre la planta progenitora (Liguori, & Inglese, 2015).

Poseen altos niveles de carbohidratos no estructurales y materia mineral en donde predomina principalmente el calcio y potasio). Más del 60% de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos ligados a azúcares como glucosa, manosa, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos. El mucílago está compuesto de diferentes polisacáridos neutros, ácidos y acetilados (mananos, glucomananos, galactomananos), responsables de la gran capacidad que tiene la planta para retener agua y gracias a la cual puede sobrevivir en condiciones de sequía (Inglese, Inglese & Liguori, 2012.).

El contenido de mucílago puede variar de 3,78 a 8,5% y el de pectina de 5,32 a 14,19%. El mucilago son carbohidratos complejos con gran capacidad de absorber agua y considerados fuente potencial industrial de hidrocoloides en proporciones que varían acorde al manejo del cultivo. El mucilago tiene la capacidad de gelificación con alto grado de viscosidad cuando se mezcla con agua, presenta composición química similar a las pectinas y por esta razón es generalmente asociado a ellas, no obstante, no parece estar químicamente relacionado, de manera covalente o no, a las pectinas estructurales de la pared celular (Azocar, 2001).

2.2.1.2. Características de la familia cactaceae

a. Metabolismo CAM

El metabolismo ácido de las Crasuláceas (CAM) es característico de las cactáceas. La eficiencia del proceso fotosintético CAM es menor y requiere altas temperaturas ambientales para su funcionamiento óptimo. Al contrario de vegetales como el maíz, las estomas de las cactáceas se abren durante las horas de oscuridad. Las estomas dejan entrar el CO_2 a la planta, el que se almacena como ácido málico al interior de la célula. Cuando las estomas se cierran, el ácido málico se convierte nuevamente en CO_2, con lo cual se inicia el ciclo de Calvin en los cloroplastos (León, Pitman & Roque, 2006).

b. Raíz

Las cactáceas estudiadas presentan al menos seis tipos de raíces: simples laterales, combinadas, compactas-laterales, tipo “tachuela”, raíces subterráneas y raíces adventicias. Las raíces son importantes para la nutrición de la planta, así como para el almacenamiento de nutrientes y como órgano de sostén (Reyes, 2015).

c. Los tallos

Las principales características de los tallos de estas plantas son la suculencia, las costillas, la ausencia de hojas, las areolas y la ausencia de leña. Los tallos se diferencias en las especies de cactáceas que pertenecen a la Subfamilia Cactoideae y Opuntioideae. El crecimiento de los tallos de cactus es menor en cactáceas columnares que en las Opuntias. Algunas especies presentan senescencia, que se manifiesta como una lanilla blanquecina que nace de las areólas. Estos órganos, similares a botones cumplen la función de dar origen a espinas, flores y frutos. La suculencia

de los cactus se debe a la existencia de un tejido que retiene el agua y sales en forma de mucílago. Esquemáticamente, el cuerpo de un cactus se compone de distintas capas (Pisco, 2015).

d. Las flores

La mayor parte de las flores de los cactus son de tipo tubular y se caracterizan por presentar un gran número de estambres, que son parte del aparato masculino de la flor. La ubicación de los estambres en relación al carpelo (estigma+estilo+ovario) permiten distinguir plantas de diferentes géneros. En general las flores de los cactus tienen ovario epigineo o infero. Las flores nacen de una estructura que también origina a las espinas; se trata de las AREOLAS. Una areola puede dar lugar a una flor o a varias. Algunas flores de las cactáceas es que presentan un eje floral corto si lo comparamos con las flores de otras plantas (Ostolaza, 2014).

e. Los frutos

Los frutos de los cactus pueden ser carnosos o secos. La mayoría de nuestros cactus tienen frutos secos, como es el caso de las Opuntias. Los frutos carnosos pueden ser dehiscentes, cuando se abren al madurar. Este es el caso de la “Sucja” (Haageocereusplatinospinus). Los frutos secos se pueden apreciar en cactus como: Neoraimondiaarequipensis o Corryocactusaureus. Un extremo son los frutos de Oreocereusleucotrichus, que carecen de pulpa y cuyas semillas juegan dentro del fruto y suenan como una sonaja al ser movidos (Ostolaza, 2014).

f. Semillas y polen

La mayor parte de las especies de cactus presentan semillas muy pequeñas y de bajo peso (una semilla de Corryocactusbrevistylus pesa 260 mg. y tiene un diámetro de 1 mm.). La mayor parte de las semillas se presentan de forma ovoide, cubierta de arilo duro en la sub-familia Opuntioideae. Las semillas en la sub-familia Cactoideae presentan generalmente forma lenticular o de "gorro" y se hallan envueltas comúnmente de mucílago. En la sub-familia Cactoideae, la testa o superficie de la semilla muestra una fusión del hilum y el micrópilo conformando la RMH (región micropilar). La apariencia de la testa es rugosa con depresiones y ondulaciones. El polen de cactáceas presenta una exina (pared externa) con espinulas y poros, los cuales presentan ornamentaciones. Un grano de polen de las especies comunes en el sur del Perú mide entre 60 y 90 μm. (Reyes, 2015).

g. Areólas y espinas

Las areólas son áreas de los tallos de las plantas suculentas con uno o más puntos de crecimiento, y de las cuales nacen espinas, cerdas o flores. Una areóla puede estar representado por un retoño de una espina junto a una bráctea. Las areólas son funcionales durante determinado período. Aunque en algunas especies siguen produciendo tricomas, espinas y flores por varios años (como en Browningiacandelaris o en Neoraimondia). Las raíces de emergencia también se originan en las areólas. Las espinas presentan una estructura diversa. Las espinas setosas se caracterizan por ser muy densas y en forma de cerdas (como en Haageocereussetosus, del norte peruano). Las espinas típicas son aciculares, como en el caso de Echinopsisschoenii. La senescencia o los

"pelitos" blancos que presentan cactus como Oreocereusleucotrichus son una forma de espina. La forma y el número en que se disponen las espinas en la planta sirven también para identificar a la especie (Ostolaza, 2014).

2.2.2. *Lobivia maximiliana* (Sancayo)

Es endémica de los andes peruanos, tal como se aprecia en la Figura 1, crece en el altiplano puneño, en áreas secas, rocosas y pedregosas; se desarrolla entre 3850 a 4100 msnm. Su resistencia la frio es de -5 °C. El tiempo de floración de la semilla es de 4 a 5 años. (Cutipa, 2009). Es una planta silvestre importante para predecir el clima, según los campesinos. Una señal de buen año es cuando la floración de esta planta es abundante en el mes de agosto. Los campesinos asocian a esta planta mayormente como indicadora del futuro crecimiento de los tubérculos, principalmente de la papa. Cuando las flores de esa planta están destruidas en determinadas fechas en la estación de invierno, es señal de una mala producción de papa en el verano.

Figura 1

Planta de Lobivia maximiliana.

2.2.2.1. Clasificación taxonómica

Según Alanoca (2009), la clasificación taxonómicamente es de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
Sub Reyno	: Phanerogamae
División	: Angiopermae
Clase	: Dicotyledoneae
Subclase	: Archychamydeae
Orden	: Cactales
Familia	: Cactaceae
Género	: Lobivia
Especie	: *Lobivia Maximiliana*
Nombre vulgar	: Sancayo.

2.2.2.2. Descripción botánica

La variedad *Lobivia maximiliana* es una planta perene, color verde oscuro, diámetro de la panta de 10,0- 26,0 cm, costillas numerosas 14-22, espinas duras de color gis café rojizo a café oscuro en el extremo apical; flores vistosas, diurnas, pequeñas y pétalos de color rojo anaranjados miden de 3,5 a 4,1 cm de longitud y de 5cm a 6cm de diámetro (Cutipa, 2009); fruto bayo esférica de 1,7 a 2,8 cm de diámetro, de color café rosa, pulpa de color blanco y semillas de color negro. Crece solitaria o formando grupos, con pocas espinas o muy espinosas. La forma solitaria puede ser globosa o deprimida. La agrupada de todos los tamaños, se trata habitualmente de grupos de 2 a 13 hijuelos. Esta forma se produce por gemación del tallo, ya que posee una sola raíz, raíz engrosada tuberiforme con ramificaciones fibrosas. Tallos esféricos, costillas numerosas (14 a 22), sesgadas, anchas (4 mm de ancho) y profundas (3 mm de alto).

Epidermis color verde oscuro que con envejecimiento va variando a tonos amarillentos y rojizos. Hojas modificadas llamadas espinas, que nacen de las areolas; espinas duras de color gris café rojizo a café oscuro en el extremo apical, de 8 a 14 espinas por areola, 55 espinas centrales grandes de 4,2 a 5,1 cm de largo, 3 a 8 espinas radiales más pequeñas, finas y algunas algo horizontales de 0,7 a 2,7 cm de largo. En ejemplares adultos las espinas basales envejecen, ennegrecen y se vuelven quebradizas. Flores nacen de la 3° o 4° areolas formando una corona, brotan de 4 a 19 flores por planta, estambres numerosos (208 estambres), pistilo y estigma de 8 lóbulos de color verde limón. Frutos de baya esférica de 1,6 a 2,8 cm de longitud por 1,5 a 2,5 cm de diámetro. En el fruto se encontraron alrededor de 214 semillas negras pequeñas de 1 mm de diámetro, inmersas en pulpa blanca. Demora 1 a 2 meses en madurar. La aparición de brotes laterales, constituyendo un medio de propagación natural, llegando a desarrollar apretadas agrupaciones globosas, no se tiene datos sobre su reproducción por semilla (Alanoca, 2009).

2.2.2.3. Composición química

Tabla 1

Comparación de fruto del Lobivia maximiliana (sancayo)

Componente	Sancayo Arequipa	Sancayo Puno
Humedad	95,2	95,70
Cenizas	0,4	0,38
Proteínas	1,3	1,10
Grasas	0,00	0,00
Fibra	0,90	0,70
Carbohidratos	3,1	2,77
Calcio	104,5	240,47 a 288,40
Fosforo	12,8	0,0013 a 0,0018

Fuente: Chambi (2018).

2.2.3. Antioxidante

Los antioxidantes facilitan el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias de las células, lo que ayuda a reducir el estrés oxidativo y, por tanto, ayuda en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (Zamora, 2007).

Los antioxidantes comprenden un grupo de sustancias con estructuras químicas y mecanismos de acción muy variados. Pueden inhibir o retrasar la oxidación de dos formas: capturando radicales libres, en cuyo caso se denominan antioxidantes primarios, o mediante mecanismos no relacionados con la captura de radicales libres, en cuyo caso se conocen como antioxidantes secundarios (Pokorny, 2001).

Los antioxidantes primarios incluyen compuestos fenólicos y se destruyen durante el período de inducción. Los antioxidantes secundarios operan a través de varios mecanismos, que incluyen su unión a metales pesados, absorción de oxígeno, conversión de hidroperóxidos en especies no radicales, absorción de radiación UV o desactivación de oxígeno singlete. Por lo general, los antioxidantes secundarios solo tienen actividad antioxidante en presencia de un segundo componente menor, lo que se puede ver en el caso de agentes secuestrantes, como el ácido cítrico, que solo es efectivo en presencia de iones metálicos, y agentes reductores como el ascórbico. ácido que solo es eficaz en presencia de tocoferoles u otros antioxidantes primarios.

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de la transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales que inician reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones eliminando radicales intermedios e inhiben otras reacciones de oxidación, oxidándose ellos mismos. Por esta razón, los antioxidantes suelen ser agentes reductores, como tioles o polifenoles. Los

antioxidantes se encuentran en las aceitunas, el ajo, el arroz integral, el café, la coliflor, el brócoli, la berenjena, el jengibre, el perejil, la cebolla, los cítricos, la sémola, los tomates, el aceite de semilla de uva, el té, el romero, entre muchos otros alimentos. Los antioxidantes tienen una acción estabilizadora sobre los radicales libres que inhiben la peroxidación lipídica, proceso involucrado en el desarrollo de varias enfermedades comunes, como la aterosclerosis y enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer, entre otras (Zaro, 2014).

2.2.3.1. Los productos naturales como los antioxidantes

Frankel *et al.,* (1996), se refieren a algunas investigaciones de la actividad antioxidante de varias fuentes naturales que demuestran que son efectivas y seguras, por tanto, los extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos despiertan interés en la industria alimentaria por retrasar la degradación oxidativa de lípidos y mejorar las cualidades de los alimentos. Además, se están estableciendo metodologías de extracción, identificación de compuestos activos y evaluación de la efectividad de estos compuestos activos en la oxidación de aceites y alimentos, verificando si la capacidad antioxidante de una fuente natural está influenciada por varios factores como: se cultiva la planta, el disolvente o la técnica de extracción utilizada, o el sustrato lipídico utilizado en la prueba.

2.2.3.2. Mecanismos de acción de los antioxidantes

Pérez & Pérez, (2000), mencionan que uno de los mecanismos de acción de los antioxidantes presentes en el organismo es aquel en el que la molécula antioxidante, al chocar con un radical libre de oxígeno, le da un electrón, el cual se oxida al rotar y transformar en un radical libre de oxígeno débil y no tóxico.

2.2.3.3. Clasificación de los antioxidantes

Los antioxidantes evitan que otras moléculas se unan al oxígeno, reaccionando e interactuando más rápidamente con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de moléculas presentes, en un determinado microambiente, membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular (Tabla 3). La acción del antioxidante es sacrificar su propia integridad molecular para evitar cambios en las moléculas de lípidos, proteínas, ADN, etc. Funcionalmente vital o más importante. Su acción se lleva a cabo en medios hidrofílicos e hidrofóbicos. Actúan como carroñeros, con el objetivo de mantener el equilibrio prooxidante/antioxidante a su favor (Tabla 2) (Venereo, 2002).

Tabla 2

Clasificación de antioxidantes según el sitio donde ejercen su acción

Intracelular	Membrana	Extracelular
Superóxido dismutasa	Vitamina E	Ceruloplasmina
Catalasa	Betacarotenos	Transferinas
Peroxidasa	Ubiquinol-10	Lactoferinas
DT-deafarasa	---	Albúminas
GSH	---	Haptoglobinas
Proteínas que ligan metales	---	Vitamina C
Sistemas proteolíticos	---	Ácido úrico
Vitamina C	---	Vitamina E

Fuente: Venereo (2002).

Tabla 3

Clasificación de los antioxidantes, según origen

Origen	Acción
Exógenos	
Vitamina E	Neutraliza el oxígeno singlete Captura radicales libres hidroxilo Captura O_2 Neutraliza peróxidos
Vitamina C	Neutraliza el oxígeno singlete Captura radicales libres hidroxilo Captura O_2 Regenera la forma oxidada de la vitamina E
Betacarotenos, flavonoides y licopenos	Neutraliza el oxígeno singlete
Endógenos	
Enzimáticos	Cofactor
Superóxido dismutasa (SOD)	Cobre, Sodio, Manganeso
Catalaza (CAT)	Hierro
Glutatión peroxidasa (GPx)	Selenio
No enzimáticos	
Glutatión	Barreras fisiológicas que enfrenta el oxígeno a su paso desde el aire hasta las células
Coenzima Q-Ácido Tioctico	Transportadores de metales (transferrina y ceruloplasmina)

Fuente: Venereo (2002).

2.2.3.4. Capacidad antioxidante

Según Floegel (2011), la capacidad antioxidante de un producto alimenticio está determinada por interacciones entre diferentes

compuestos con diferentes mecanismos de acción. Por este motivo, la determinación de la capacidad antioxidante de los extractos complejos se suele realizar mediante diferentes métodos complementarios, que evalúan diferentes mecanismos de acción. Algunos de los métodos más utilizados, por su sencillez y reproducibilidad, son FRAP (poder antioxidante reductor de hierro), DPPH (agotamiento del óxido de 2,2-difenil-1-picrilhidro Brasil) y ABTS (agotamiento de 2, 2'-Azinobis -Ácido 3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) (Bakirel *et al.,* 2008 y Sasikumar *et al.,* 2012).

2.2.3.5. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, siendo secretados como mecanismo de defensa frente a condiciones de estrés, como infecciones, radiación ultravioleta, entre otros. Esta síntesis se produce a partir de la fenilalanina a través del quiquimato. Desempeñan un papel vital en las plantas y regulan el metabolismo y la síntesis de la lignina (Dixon & Paiva, 1995), por lo que las plantas tienen una gran cantidad de componentes fenólicos (flavonoles, flavonoles, calconas, flavonas, flavanonas, isoflavonas, taninos, etc.). estilbenos, curcuminoides, ácidos fenólicos, cumarinas, lignanos, etc.) (Cay *et al.,* 2006).

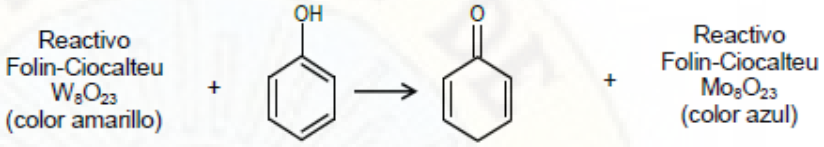
2.2.3.6. Contenido de polifenoles totales por el reactivo de Folin-Ciocalteu

El método Folin-Ciocalteu se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. Consiste en la reacción entre el reactivo de Folin-Ciocalteu activado con carbonato de sodio. Todos los compuestos fenólicos de la muestra se oxidan con el reactivo de Folin-Ciocalteau, que se reduce para dar una

mezcla de óxido de tungsteno azul (W8O23) y óxido de molibdeno (Mo8O23). La oxidación de los fenoles, presentes en la muestra, provoca la aparición de un color azulado que presenta máxima absorción a 765 nm (Pilar, 2009).

Figura 2

Reacción del reactivo Folin-Ciocalteu.



Fuente: Cross *et al.* (2009).

2.2.3.7. Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales que se encuentran en los vegetales que protegen al organismo de los daños causados por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental, los productos químicos en los alimentos, etc. El cuerpo humano no puede producir estos productos químicos protectores, por lo que deben obtenerse a través de la dieta o en forma de suplementos. Se distribuyen ampliamente en plantas, frutas, verduras y en diversas bebidas y representan componentes sustanciales de la parte no energética de la dieta (Aherne & O'Brien, 2002).

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades quelantes del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. Por tanto, desempeñan un papel fundamental en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo y tienen efectos terapéuticos en un gran número de patologías, incluidas la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer (Havsteen, 1983).

2.2.3.7.1. Acción antioxidante de los flavonoides

La capacidad de los polifenoles vegetales para actuar como antioxidantes en sistemas biológicos ya se reconoció en la década de 1930; sin embargo, el mecanismo antioxidante se ha ignorado en gran medida hasta hace poco. El creciente interés por los flavonoides se debe a la valorización de su amplia actividad farmacológica. Pueden unirse a polímeros biológicos, como enzimas, transportadores de hormonas y ADN; quelantes de iones metálicos transitorios, como Fe2 +, Cu2 +, Zn2 +, catalizan el transporte de electrones y eliminan los radicales libres (Saskia et al., 1998). Debido a este hecho, se han descrito efectos protectores en patologías como diabetes mellitus, cáncer, enfermedades cardíacas, infecciones virales, úlceras e inflamación de estómago y duodeno. Otras actividades dignas de mención son sus acciones antivirales y antialérgicas, así como sus propiedades antitrombóticas y antiinflamatorias (Vrijsen *et al.*, 1988).

2.2.3.8. Radicales libres (RL)

Los RL son aquellas moléculas que en su estructura atómica tienen un electrón impar o desapareado en el orbital externo, lo que le confiere una configuración espacial que genera una alta inestabilidad. Es una entidad química que, a diferencia de la tendencia espontánea normal de los electrones ubicados en átomos y moléculas a formar pares, no está emparejada. Esto la hace muy inestable, extraordinariamente reactiva y de corta duración, con una enorme capacidad de combinar de forma inespecífica en la mayoría de los casos, así como con la diversidad de moléculas que componen la estructura celular:

carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y derivados de cada uno de ellos (Halliwell & Gutterioge, 1989).

El oxígeno es un elemento esencial para la vida, pero es una fuente de radicales libres que, si no se neutralizan adecuadamente, pueden tener efectos nocivos sobre la función celular. Se dice que existe "estrés oxidativo" cuando existe una exposición excesiva a oxidantes y/o capacidad antioxidante (Mayor, 2010).

A. Formación de los radicales libres

Los radicales libres se producen generalmente en la célula a través de reacciones de transferencia de electrones, con o sin participación enzimática, pero mediadas por iones de metales de transición; Es el caso del radical OH que se genera siempre que el H_2O_2 entra en contacto con iones de cobre (Cu + 2) o iones de hierro (Fe + 2); Dado que el H_2O_2 y los complejos metálicos están presentes en los seres humanos, es lógico suponer que el OH se puede formar in vivo (Mayor, 2010).

Los radicales libres están formados por fuentes exógenas o endógenas:

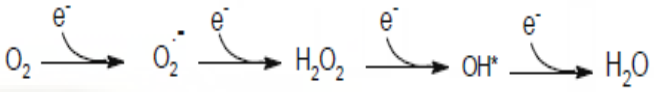
a. Fuentes endógenas

Podemos distinguir cuatro fuentes endógenas que dan origen a la mayoría de los agentes oxidantes producidos por las células:

- ✓ En el curso normal de la respiración aeróbica, las mitocondrias consumen O_2, reduciéndolo a H_2O en varias etapas. Inevitablemente, a lo largo de este proceso aparecen subproductos como O_2^-, H_2O_2 y OH^-.

Figura 3

Agentes oxidantes derivados del metabolismo celular.



Fuente: Cross *et al.* (2009).

- ✓ Las células fagocíticas (leucocitos, neutrófilos, macrófagos y eosinófilos) cuando se activan por mediadores proinflamatorios o productos bacterianos, virales o parasitarios, destruyen las células infectadas mediante un ataque oxidativo (literalmente una "explosión" oxidativa) en grandes cantidades de O_2^-, H_2O_2 y OH^-. Las infecciones crónicas conducen a una actividad fagocítica continua que causa inflamación crónica, que es el principal factor de riesgo de cáncer.
- ✓ Los peroxisomas, orgánulos responsables de la descomposición de los ácidos grasos y otras moléculas, producen H_2O_2 como subproducto, que es degradado naturalmente por la enzima catalasa. En determinadas condiciones, algunos de los peróxidos escapan a la degradación y se liberan en otros compartimentos celulares, provocando un mayor daño oxidativo al ADN.
- ✓ Las enzimas complejas del citocromo P450 son las principales responsables del metabolismo oxidativo de los xenobióticos. La inducción de estas enzimas previene los efectos tóxicos agudos de agentes extraños al organismo, pero también produce subproductos oxidativos que pueden dañar el ADN (Cross *et al*., 2009; Montero, 1996).

b. Fuentes exógenas

Entre las principales fuentes exógenas de radicales libres destacan:

- ✓ Los óxidos de nitrógeno del humo de tabaco.
- ✓ Las sales de hierro y cobre que promueven la generación de radicales oxidantes a partir de peróxidos.

Figura 4

Sales de hierro generando radicales oxidantes a partir de peróxidos.

Fuente: Cross *et al.* (2009).

- ✓ Los alimentos que ingerimos a través de la dieta, especialmente los de origen vegetal, que se oxidan en mayor o menor grado generando diferentes tipos de oxidantes como peróxidos, aldehídos, ácidos grasos oxidados y metales de transición (Cross *et al.*, 2009; Montero, 1996)

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Frutos silvestres

Los frutos silvestres han sido una parte integral de la dieta de los habitantes rurales del trópico americano (López & García, 2021). Las especies silvestres comestibles crecen con o sin acción humana y necesitan superar un proceso de selección humana para ser consideradas cultivos domesticados (Heywood, 1999). Los límites entre ambas categorías pueden ser confusos, ya que se deben considerar más factores al clasificarlos. Las plantas silvestres comestibles y sus productos han sido importantes porque han dado forma a la distribución ecológica y la riqueza de especies en los ecosistemas (Levis *et al.*, 2017). A pesar de su gran influencia, muchos de ellos han sido infrautilizados debido a la

pérdida de conocimiento, diversos factores, como la llegada de nuevas alternativas, o cambios en los ecosistemas y la diversidad cultural, provocaron una reducción en el uso de especies nativas (Byg & Balsev, 2004; Van *et al.*, 2018).

2.4. Definición de términos

- ✓ **Antioxidante:** En el sentido más amplio de la palabra, como cualquier molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación (pérdida de uno o más electrones) de otras moléculas, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos. La oxidación de tales sustratos podrá ser iniciada por dos tipos de especies reactivas: los radicales libres, y aquellas especies que, sin ser radicales libres, son suficientemente reactivas para inducir la oxidación de sustratos como los mencionados
- ✓ **Flavonoides:** Término genérico con el que se identifica a una serie de metabolitos secundarios de las plantas, que se encuentran en varias frutas y verduras coloridas -arándanos, ciruelas, manzanas, bayas, naranjas, fresas, espinacas- protegen las células del organismo de daños que podrían contribuir al desarrollo.
- ✓ **Polifenoles:** Son sustancias que se encuentran en las plantas y determinados alimentos como las uvas para dar olor y sabor. Hay dos grupos importantes, los flavonoides y las isoflavonas que aportan muchos beneficios para actuar, especialmente, contra los radicales libres, siendo perfectos antioxidantes naturales.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio

3.1.1. Ámbito temporal

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo y abril del año 2021, el fruto del sancayo se obtuvo de la comunidad campesina de Allpas, del distrito y provincia de Acobamba – Huancavelica. La ejecución se realizó en la ciudad de Huancayo en el laboratorio de Certificaciones Nacionales de Alimentos SAC. (CENASAC).

3.1.2. Ámbito espacial

3.1.2.1. Ubicación política

País	: Perú
Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba

3.1.2.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 12° 50′ 30″
Longitud Oeste	: 74° 33′ 42,2″
Altitud	: 3417 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica porque busca amplificar y aclarar los conocimientos de la guinda de acuerdo a los hallazgo y aportes teóricos.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Descriptivo, porque se describió los resultados obtenidos de los análisis realizados.

3.4. Población muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población estuvo conformada por el fruto de sancayo que se producen en la comunidad campesina de Allpas del distrito y provincia de Acobamba – Huancavelica.

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 3 kg de fruto de sancayo.

3.4.3. Muestreo

El muestreo de los frutos del sancayo fue al azar.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el siguiente trabajo de investigación, los instrumentos y técnicas de recolección de datos, se ejecutó de la siguiente manera:

Tabla 4

Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Observación directa	Ficha de observación, libretas de campo.	Estado óptimo de los frutos. Calidad de los frutos.
Mediciones	Cantidad de frutos.	kg de fruto de *Lobivia maximiliana*
Recolección de información	Revisión bibliográfica de libros, artículos, tesis, entre otras fuentes.	Referencias bibliográficas de método de evaluación de capacidad antioxidante.
Capacidad antioxidante.	Método DPPH	Datos recopilados del laboratorio
Polifenoles totales	Método Folin-Ciocalteau	Resultados (Ácidos fenólicos (AF), flavonoides (FLA) y taninos (TAN))

3.5.1. Métodos de Investigación

El método utilizado en la investigación fue el método hipotético – deductivo.

3.5.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es descriptivo para lo cual se realizó los siguientes análisis:

3.5.2.1. Capacidad antioxidante

Para la determinación de la capacidad antioxidante se utilizarán volúmenes de muestra comprendidos entre 0,02 y 0,15 mL a los cuales se añade metanol, tampón acetato 0,1 M, pH 6,0 y 0,5 mL de solución del radical libre estable DPPH, completando un volumen total de 3 mL en cada tubo. Luego se dejará en reposo en la oscuridad durante 30 minutos, a cuyo término se leerá en el espectrofotómetro a 517 nm. Los resultados se expresarán como IC_{50} (mg/mL).

3.5.2.2. Polifenoles totales

a. Método Folin-Ciocalteau

La determinación de los polifenoles totales se llevará a cabo utilizando el método utilizado por Singleton, Orthofer y Lamuela-Raventos (Singleton, Orthofer & Raventos, 1999). En un tubo de ensayo se colocará 1,0 mL de reactivo Folin-Ciocalteau, 0,05 mL de muestra y se dejará en reposo durante 5 minutos, luego de los cuales se agregará 0,95 mL de solución de carbonato de sodio al 7,5% y se llevará a baño maría a 45 ºC durante 15 minutos. Posteriormente se leerá en el espectrofotómetro a 725 nm.

Se trabajó con un potenciómetro digital previamente calibrado con una solución buffer de pH. Inmediatamente se colocó 8 ml del jugo de la muestra en un vaso

precipitado. La lectura se realizó directamente en la pantalla.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos se realizaron con la ayuda de la estadística descriptiva utilizando el MS Excel 2019.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados del análisis fisicoquímico

4.1.1. Capacidad antioxidante

Los resultados de la capacidad antioxidante del fruto de *Lobivia maximiliana* se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados de la capacidad antioxidante

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Capacidad antioxidante	408,58 µmol de trolox/100 g	408,55 µmol de trolox/100 g	408,57 µmol de trolox/100 g

4.1.2. Polifenoles totales

Los resultados del análisis de la concentración de los polifenoles totales del fruto de *Lobivia maximiliana* se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Resultados de los polifenoles totales

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Concentración de polifenoles totales	78,08 mg ácido gálico/100 g	78,12 mg ácido gálico/100 g	78,10 mg ácido gálico/100 g

4.1.3. Químico proximal

Los resultados del análisis químico proximal del fruto de *Lobivia maximiliana* se presentan en la Tabla 4.

Tabla 7

Resultados del análisis químico proximal

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Humedad	94,30	94,32	94,31%
Proteína	1,31	1,33	1,32%
Ceniza	0,45	0,43	0,44%
Grasa	0,01	0,01	0,01%
Carbohidratos	3,93	3,94	3,94%
Fibra	0,91	0,93	0,92%

4.1.4. Azucares reductores

Los resultados de los azucares reductores del fruto de *Lobivia maximiliana* se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8

Azucares reductores del del fruto de Lobivia maximiliana

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Azucares reductores	1,90%	2,00%	1,95%

4.1.5. pH

Los resultados del pH del fruto de *Lobivia maximiliana* se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

pH del fruto de Lobivia maximiliana

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
pH	3,80	3,80	3,80

4.2. Discusiones

4.2.1. Capacidad antioxidante

Los resultados de la capacidad antioxidante obtenido del fruto de *Lobivia maximiliana* están en la Tabla 5, se empleó trolox como molécula patrón para la determinación de esta característica. En base a los análisis de la

capacidad antioxidante se pudo evidenciar una concentración de 408,57 µmol de trolox/100. Moreno *et al.* (2014) reportaron valores de antioxidantes para el fruto de quito quito por los métodos DPPH (65 µmol de trolox/100 g), valores inferiores debido al tipo de fruto y el estado de madurez y procedencia.

4.2.2. Polifenoles totales

Se cuantificó los polifenoles totales presentes en extractos metanólicos mediante la técnica de espectrofotometría por el método de FolinCiocalteu, dando como resultado una concentración 78,10 mg ácido gálico/100 g; valor superior al reportado por Obregón (2020) en los frutos de quito quito (67,24 mg Eq. ácido gálico /100 g) y al aguaymanto (62,93 mg Eq. ácido gálico/100 g), en ese orden; seguido de la pitahaya (38,02 mg Eq. ácido gálico /100 g). es preciso indicar que los resultados de polifenoles totales son diferentes debido al tipo de frutos.

4.2.3. Química proximal

La humedad, proteína, ceniza y carbohidratos del fruto de *Lobivia maximiliana* son próximos al reportado por Obregón *et al.* (2021) en el fruto del sanky, mientras en fibra hay una ligera ventaja. El contenido de ceniza, fibra y carbohidratos determinados se encuentran dentro de los valores de composición química proximal reportados para frutas peruanas por Reyes *et al.* (2017).

4.2.4. Azucares reductores

En la pulpa de se encontró los sólidos solubles de 1,95%, valor menor al del sanky (*Corryocactus brevistylus*) de 4,14% reportado por Obregón *et al.,* (2021); la diferencia es por el tipo de fruto y la procedencia del fruto. Al respecto, Viñas *et al.* (2013) señalan que la concentración de azúcares solubles, aumenta durante la maduración y alcanza su máximo nivel en el momento de óptima madurez organoléptica. El dulzor final característico del fruto dependerá del tipo y concentración de los azúcares

presentes que, aunque influenciados en parte por las condiciones externas, obedecen principalmente al genotipo.

4.2.5. pH

En esta investigación el pH es de 3,80; respecto a la pulpa de sanky en el cual se reportaron 2,95 ± 0,03 (Evangelistica & Rivas, 2015) y 2,5 obtenido por Carpio & Figueroa (2017). Mientras tanto en estudios de la tuna morada Coavoy (2015) reportes 6,61 y otros muestran que el pH de la tuna varía entre 5,68 – 6,31 (Albano *et al.*, 2015; Alves *et al*., 2015; Aquino *et al*., 2012; Cerezal & Duarte, 2005), con lo cual se observa que el pH se encuentra un poco alto a comparación de los otros.

Torres *et al.* (2013), mencionan que el pH se ve influenciado por el índice de madurez, un incremento de este, ocasiona un aumento en el pH (para la mayoría de los frutos) y una disminución de la acidez, este hecho sucede por la presencia de un sistema de autorregulación del pH, resultado del efecto amortiguador del ácido cítrico (Menéndez *et al.*, 2006); por otro lado para algunos frutos el incremento del estado de madurez disminuye el pH y aumenta la acidez, esto está relacionado con la degradación de almidón en azúcares reductores o su conversión en ácido pirúvico (Barrera *et al.*, 2010).

Conclusiones

- ✓ Se determino 408,57 µmol de trolox/100 de capacidad antioxidante y 78,10 mg ácido gálico/100 de concentración de polifenoles totales del fruto de *Lobivia maximiliana.*
- ✓ Se determino las propiedades químico proximales del fruto de *Lobivia maximiliana,* los cuales están próximos al del sanky y otros frutos andinos.
- ✓ Se determino 3,80 de pH en el fruto de *Lobivia maximiliana*.
- ✓ Se determino 1,95% de azucares reductores en el fruto de *Lobivia maximiliana*.
- ✓ Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que el futo de *Lobivia maximiliana* representa una importante fuente de nutrientes que bien podrían ser aprovechados en la alimentación humana y para la elaboración de alimentos funcionales y nutracéuticos.

Recomendaciones

- ✓ Estudiar la piel o cascara del fruto de sancayo, ya que presenta una coloración, de esta forma se aprovecharán los residuos sólidos de este fruto.
- ✓ Comparar los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante en diferentes momentos de cosecha del fruto de sancayo.
- ✓ Analizar qué sucede con la capacidad antioxidante en diferentes tiempos de almacenamiento del sancayo.

Referencias bibliográficas

Aherne SA & O'Brien NM. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. Nutrition. 2002; 18: 75-8.

Alayo Anticona, D. E. (2017). Estudio comparativo de la actividad antioxidante de los frutos de Prunus serotina y el Vaccinium corymbosum [Facultad de Ciencias Médicas Escuela Académico Profesional de Nutrición]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11395/alayo_ad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Albano, C., Negro, C., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G., Miceli, A., De Bellis, L. & Blando, F. (2015). Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [Opuntia ficus-indica (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes. Antioxidants, 4, 269-280. doi: 10.3390/antiox4020269

Alves, R., Santana, M., Macedo, E., Sousa, E. & Correia, R. (2015). Physicochemical, bioactive and functional evaluation of the exotic fruits Opuntia ficus-indica and Pilosocereus pachycladus Ritter from the Brazilian caatinga. J Food Sci Technol. doi: 10.1007/s13197-015-1821-4

Aquino, E., Chavarría, Y., Chávez, J., Guzmán, R., Silva, E. & Verdalet, I. (2012). Caracterización fisicoquímica de siete variedades de tuna (Opuntia spp.) color rojo-violeta y estabilidad del pigmento de las dos variedades con mayor concentración. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 55, 3-10.

Bakirel, T., Bakirel, U., Keles, OÜ., Günes-Ülgen, S. & Yardibi, H. (2008). In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of Rosemary (Rosmarinus officinalis) in alloxan-diabetic rabbits. J of Ethnopharmacology; 116: 64-73.

Barrera, J., Arrazola, G. & Cayón, D. (2010). Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. Acta Agronómica, 59(1), 20-29.

Block, G; Patterson, B; Subar, A. 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence, Nutr Cancer. 18, 1-29 p.

Burgos, N. y Rivera, M. (2018). Propiedades reológicas y termofísicas de pulpa de sanky (Corryocactus brevistylus) y aguaymanto (Physalis peruviana L). (Tesis de pre grado). Universidad Peruana Unión, Lima – Perú.

Byg, A., & Balslev, H. (2004). Factors affecting lo-cal knowledge of palms in Nangaritza valley in south-eastern Ecuador. Journal of Ethnobiology, 24(2), 255-278.

Carpio, R. & Figueroa, T. (2017). 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. Tesis de pregrado universidad nacional de san agustin de Arequipa. Arequipa peru. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3014

Cay, YZ., Sun, M, Xing, J, Luo, Q, & Corke, H. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. Life Science. 2006; 78(25): 2872 – 2888.

Cerezal, P. & Duarte, G. (2005). Algunas características de tunas (Opuntia ficus-índica (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2da Región de Chile. J. PACD, 1, 34-60

Coavoy, I. (2015). Evaluación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de la tuna morada (Opuntia ficus-indica) del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima. Tesis de pregrado universidad peruana unión. Lima – Perú.

Corbella, C. 1995. Cultivo de capulí en la Costa central. Lima-Perú. Folleto INIA. N° 17-95.

Cross, C., Halliwell, B., Borish, E., Pryor, W., Ames, B., Saul, R., McCord, JM. & Harman, D. (2009). Oxigen radicals and human disease. Ann Inter Med; Philadelphia; 2009, 107: 526-54.

Dewanto, V., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods of Enzymology, 299(1), 152-178.

Evangelista, W. y Rivas, J. (2015). Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida a base de sanky (Corryocactus brevistylus). Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Callao. Callao – peru. http://hdl.handle.net/20.500.12952/423

Faria, A; Oliviera, J; Neves, P; Gameiro, P; Santos-Buelga, C; De Freitas, V; Mateus, N. 2005. Antioxidant Properties of Prepared Blueberry (Vaccinium myrtillus) Extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 6896-6902.

Floegel, A., Kim, DO., Chung, SJ., Koo, SI. & Chun, OK. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. Journal of Food Composition and Analysis 2011; 24 (7): 1043-1048.

Frankel, E., Waterhouse, A. & Teissedre, P. (1996). Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low density lipoproteins. J. Agric. Food Chem. 1996; 43: 890-894.

Garzón, G. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioctivos: revisión. Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Gavilanes, F. (1990). Evaluación de siete tratamientos pre germinativos y seis sustratos para la germinación de la semilla de capulí. Trabajo de grado. Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad Agronomía. Ambato. pp.5-10.

Halliwell, B., Gutterioge, JMC. (1989). Free radical in biology and medicine. Oxford: Clarendon. 1989; 1: 142.

Havsteen, B. (1983). A class of natural products of high pharmacological potency. Biochem Pharmacol.1983; 32: 1141-1148.

Heywood, V. (1999). Use and potential of wild plants in farm households. Italy: Food and Agriculture Or-ganization of the United Nations. 113 pp

Hurtado, N., & Pérez, M. (2014). Identificación, Estabilidad y Actividad Antioxidante de las Antocianinas Aisladas de la Cáscara del Fruto de Capulí (Prunus serótina spp capuli (Cav) Mc. Vaug Cav). Información Tecnológica, 25(4), 131-140. doi: 10.4067/s0718-07642014000400015

Hurtado, Nelson H, & Pérez, Milena. (2014). Identificación, Estabilidad y Actividad Antioxidante de las Antocianinas Aisladas de la Cáscara del Fruto de Capulí (Prunus serótina spp capuli (Cav) Mc. Vaug Cav). Información tecnológica, 25(4), 131-140. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000400015

Ibarra, C; Rojas, F; Luna, I; Rojas, B; Rivero, J. 2009. Vasorelaxant constituents of the leaves of Prunus Serotina "Capulin", Revista Latinoamericana de Química: 37(2), 164-173.

Jorge, P. & Troncoso, L. (2016). Capacidad antioxidante del fruto de la Opuntia apurimacensis (ayrampo) y de la Opuntia ficus-indica (tuna). Anales de la Facultad de Medicina, 77(2), 105-109. https://dx.doi.org/10.15381/anales.v77i2.11812

Kodama, D., Goncalvez, A., Lajolo, F., & Genovese, M. (2010). Flavonoids, total phenolics and antioxidant capacity: comparison between commercial Green tea preparations. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Brasil, 30(4), 1077-1082.

Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso A. M., Mancini-Filho J. & Roseane F. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Food Sience and Technology (Campinas), 25 (4), 726-732.

Lázaro C. & Lázaro R. (2019) en su investigación titulada "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 de pre grado). Universidad Privada Autonoma del Sur. Arequipa – Perú.

Levis, C., Costa, F., Bongers, F. & 150 more authors. (2017). Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. Science, 355 (6328).

López, D., & García, N. (2021). Frutos silvestres comestibles de Colombia: diversidad y perspectivas de uso. Biota Colombiana, 22(2), 16–55. https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a02

Luna, FJ. 2013. Nutraceutical value of black cherry Prunus serotina Ehrh. fruits: antioxidant and antihypertensive properties. Molecules: 18 (11), 14597-14612.

Luthria, D. 2012. A simplified UV spectral scan method for the estimation of phenolic acids and antioxidant capacity in eggplant pulp extracts. Journal of functional foods 4: 238–242.

Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G, M. E. (2017). Radicales libres y su papel en las enfermedades crónicodegenerativas. Oct 2010. http://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv2010/muv102e.%0Apdf

Mayor, R. (2010). Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. Servicio de Pediatría del Instituto de Medicina Tropical, Asunción. Paraguay. Rev. Inst. Med. Trop. 2010; 5(2): 23-29.

Menéndez, O., Evangelista, S., Arenas, M., Bermúdez, K., Martínez, A. & Jiménez, A. (2006). Cambios en la actividad de α-amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (Passiflora edulis var. Flavicarpadegener). Interciencia, 31(10), 728-733

Minag - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. 2010. Elaboración: Asociación Regional de Exportadores- AREX. Lambayeque.

Moreno, E., Ortiz, B. y Restrepo, L. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. Revista Colombiana de Química, 43(3), 41-48

Morton, J. (1987). "Frutos de los Climas Cálidos". Capulin. Capulines. p. P. 108–109. 108-109. Miami, FL In: Fruits of warm climates. Disponible online en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/capulinJulia F. Morton, Miami, FL.

Muedas, G., La Rosa, A., & Robles, J. (2008). Evaluación electroquímica de la actividad antioxidante del extracto alcohólico de la Bauhinia guianensis var. Kuntiana Aubl. Revista de la Sociedad Química del Perú, 74(4), 233-246.

Muedas, G., La Rosa, A., & Robles, J. (2008). Evaluación electroquímica de la actividad antioxidante del extracto alcohólico de la Bauhinia guianensis var. Kuntiana Aubl. Revista de la Sociedad Química del Perú, 74(4), 233-246.

Muñoz Jáuregui, Ana María, Ramos-Escudero, D. Fernando, Alvarado-Ortiz Ureta, Carlos, & Castañeda Castañeda, Benjamín. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *73*(3), 142-149. Recuperado en 26 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300003&lng=es&tlng=es.

Muñoz Jáuregui, Ana María, Ramos-Escudero, Fernando, Alvarado-Ortiz Ureta, Carlos, Castañeda Castañeda, Benjamín, & Lizaraso Caparó, Frank. (2009). Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu (Myrciaria dubia), guinda (Prunus serotina), tomate de árbol (Cyphomandra betacea) y carambola (Averrhoa carambola L.) cultivadas en Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú, 75(4), 431-438. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2009000400005&lng=es&tlng=es

National Research Council, (1989). “Lost Crops of the Incas”, Disponible online en: http://www.nap.edu/openbook.pdp?-recordid=1398&page=222-37k

Nunes, MCN. 2008. Color atlas of quality of fruits and vegetables, 2a ed. USA: Blackwell Publishing.

Obregón, A. (2020). Componentes de frutos nativos como fuente potencial de nutrientes en el requerimiento nutricional óptimo de grupos vulnerables. [Tesis para optar el grado de doctor]. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima – Perú.

Obregón, A., Elías, E., Contreras, C., Arias, E., Constanza, G. & Bracamonte, M. (2021). Physicochemical, nutritional and morphological characteristics of native fruits. Revista de Investigaciones Altoandinas, 23(1), 17-25. https://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202

Perez GastelL, P. L. & Pérez de Alejo, J. L. (2000), Métodos para medir el daño oxidativo, en: Rev. Cubana Med Milit. 2000; 29: 192-8.

Pilar, A. (2009). Determinación de la Actividad Antioxidante de las Bayas de Goji, BIO-ENER S.L. [Tesis para obtención de Ingeniería agroalimentaria y del medio rural]. Consorcio Escola Industrial de Barcelona.

Pokorny, J., Yanishlieva, N. & Gordon, M. (2001). Antioxidantes de los alimentos. Aplicaciones prácticas. España: Acribia - Zaragoza.

Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Revista de la sociedad química del Perú, 74(2), 108-124. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004

Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. Retrieved from: http://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/1034

Rodrigues, C. A., Nicácio, A. E., Boeing, J. S., Garcia, F. P., Nakamura, C. V., Visentainer, J. V., & Maldaner, L. (2020). Rapid extraction method followed by a d-SPE clean-up step for determination of phenolic composition and antioxidant and antiproliferative activities from berry fruits. Food Chemistry, 309, 125694. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125694

Rojas, Z. (2017). Cuantificación de antocianinas de cáscara del fruto de capulí (Prunus serotina spp) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Sasikumar, JM., Assevatham, SB. & Kumar D. (2012). Studies on in vitro free radical scavenging activity of Bixa orellana L. bark extract. Int J Oharm Sci; 2012; 4 (2): 719-726.

Saskia, ABE., Van, Accker & Bast. (1998). AALT: Structural Aspects of Antioxidant Activity of Flavonoids. En: Flavonoids in healthand Disease. Ed Marcel Dekker, INC. New York. 1998; 9: 221-251.

Teves, F., Torres, R., & Del Carpio, C. (2011). Estudio comparativo de la actividad antioxidante in vitro de los extractos antociánicos y caracterización de las antocianidinas en los frutos de las especies vegetales. Prunus serotina (Capuli), Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. (Mullak'a), Monnina sa [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. In Consejo De Investigación- Unsaac. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1061/253T20110041.pdf?sequence=1

Torres, R., Montes, E., Pérez, O. & Andrade, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Información Tecnológica, 24(3), 51-56

Van, M., Larranaga, N., Blonder, B., Cora-din, L., Hormaza, J. & Hunter, D. (2018) Human diets drive range expansion of megafauna-dispersed fruit species. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1-6.

Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food chemistry, 111(4), 816-823. doi 10.1016/j.foodchem.2008.04.054

Venereo, G. (2002). Daño Oxidativo, Radicales Libres Y Antioxidantes. Rev. Cubana Med Milit, Instituto Superior de Medicina Militar "Dr. Luis Díaz Soto. 2002; 31 (2):126-33.

Villarroel, G. (2008). Determinación de la actividad antioxidante de la guinda (Prunus capuli). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, en la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. https://doi.org/10.1109/ICASSP.2011.5946463

Viñas Almenar, M. I., Usall Rodie, J., Echeverria Cortada, G., Graell Sarle, J., Lara Ayala, I., & Recasens Ginjuan, D. I. (2013). Poscosecha de pera, manzana y melocotón. In (Ediciones Paraninfo SA ed., pp. 358) Mundi-Prensa.

Vrijsen, R., Everaert, L. & Boeté, A. (1988). Antiviral activity of flavones and potentiation by ascorbate. J Gen Virol.1988; 69: 1749-1751.

Zamora, D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. Revista chilena de Nutrición, 34(1), 17-26.

Zaro, María José (2014). Análisis de factores que afectan la acumulación, distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica en berenjena (Solanum melongena L.). p. 208.

Zeghad, N., Ahmed, E., Belkhiri, A., Heyden, Y. Vander, & Demeyer, K. (2019). Antioxidant activity of Vitis vinifera, Punica granatum, Citrus aurantium and Opuntia ficus indica fruits cultivated in Algeria. Heliyon, 5(4), e01575. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01575

Apéndice

Apéndice 1. Matriz de consistencia

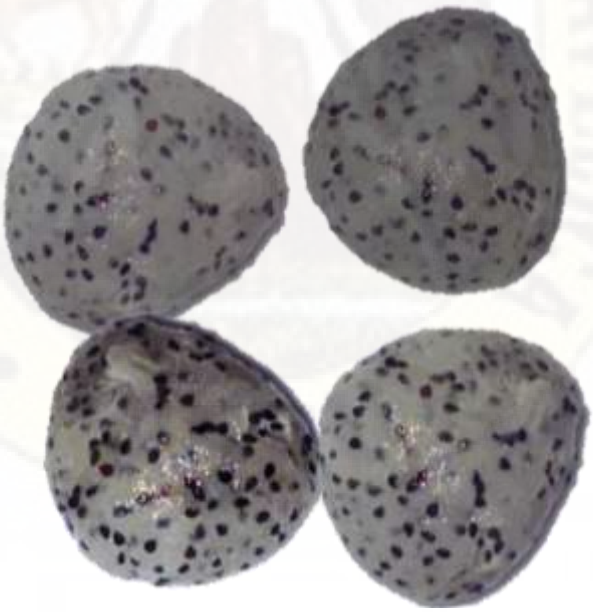
"EVALUACIÓN DEL VALOR BIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DEL FRUTO DE *Lobivia maximiliana* PROVENIENTE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA – HUANCAVELICA"

PROBLEMA	OBJETIVOS	INDICADORES Y SUB INDICADORES	ACTIVIDADES Y PROTOCOLOS
¿Cuál será el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana*?	**General** Evaluar el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana.* **Especifico** ✓ Determinar la capacidad antioxidante y la concentración de polifenoles totales del fruto de *Lobivia maximiliana* ✓ Determinar la propiedad químico proximal del fruto de *Lobivia maximiliana*. ✓ Determinar el pH del fruto de *Lobivia maximiliana*. ✓ Determinar los azucares reductores del fruto de *Lobivia maximiliana*.	Kg y g ✓ Peroxidación lipídica ✓ Ácidos fenólicos (AF), flavonoides (FLA) y taninos (TAN)	**Ámbito de estudio:** Huancavelica – Acobamba. **Tipo de Investigación:** Básica **Nivel de investigación:** Descriptivo **Método de investigación:** Deductivo - Inductivo

Apéndice 2. Testimonio fotográfico

Fotografía 1. *Planta de sancayo en floración.*

Fotografía 2. *Fruto de sancayo.*



Fotografía 3. *Fruto de sancayo pelado.*

Apéndice 2. Certificado de los análisis

cenasac

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

INFORME DE ENSAYO Nº 0375-2021

SOLICITANTE RUBEN ADOLFO TRILLO DEL PINO

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:

HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

PRODUCTO DECLARADO	FRUTO DE SANCAYO (LOBIVIA MAXIMILIANA)
NUMERO DE SOLICITUD	0098-2021
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA	250 g
CONDICIONES DE RECEPCION	ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	10 DE MARZO DE 2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	11 DE MARZO DE 2021
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS	22 DE MARZO DE 2021

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Humedad	94,30 %	94,32 %
Proteína	1,31 %	1,33 %
Ceniza	0,45 %	0,43 %
Grasa	0,01 %	0,01 %
Carbohidratos	3,93 %	3,94 %
Fibra	0,91 %	0,93 %
Azucares reductores	1,90 %	2,00 %
pH	3,80	3,80
Capacidad Antioxidante	408,56 μ mol de trolox/100 g	408,55 μ mol de trolox/100 g
Concentración de polifenoles totales	78,06 mg ácido gálico/100g	78,12 mg ácido gálico/100g

METODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 [illegible]
2. PROTEINA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 [illegible]
3. CENIZA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 [illegible]
4. GRASA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 [illegible]
5. CARBOHIDRATOS: CALCULO
6. FIBRA: AOAC [illegible]
7. AZUCARES REDUCTORES: NTP [illegible] (REVISADA EL 2017) PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE FRUTAS Y OTROS VEGETALES
8. pH: AOAC [illegible]
9. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH [illegible]
10. CONCENTRACION DE POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN-CIOCALTEU (FC)

CONDICIONES: [illegible]

HUANCAYO, 22 DE MARZO DE 2021.

CENA S.A.C.

Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Página 1 de 1

Dirección: Jr. Magdalena Nº 120 San Carlos - Huancayo
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com
Telf: 064 - 216693 - Cel.: #976088244 - #980043301
FB. cenasaclaboratorio@hotmail.com