

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Evaluación de las condiciones de almacenamiento del fruto Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra), sobre sus compuestos bioactivos

Presentado por:

Yanet Roxana Huaña Cano

Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL FRUTO
CONDORUSA (*Monnina vargasii* Ferreyra), SOBRE SUS COMPUESTOS
BIOACTIVOS

Presentado por Yanet Roxana Huaña Cano, para optar el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Sustentado y aprobado el 4 de julio del 2022, ante el jurado evaluador:

Presidente:

PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez

Primer Miembro:

Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca

Segundo Miembro:

Mag. Virgilio Quispe Delgado

Asesor (es):

Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz

Dr. Melquiades Barragán Condori

Agradecimiento

Agradecer a Dios por su infinita misericordia por cuidarnos y protegernos a mí y a mi familia por guiarme en cada paso que doy y por su amor infinito.

Agradezco a mi querido papá “Anastacio Lucio Huaña Yucra”, por todo su sacrificio por darnos su amor, sus enseñanzas sabias de la vida por ser mi ejemplo de fuerza y coraje de no rendirme nunca sin importar de las dificultades que se nos presenten en el camino por muy difícil que parezcan el apoyo incondicional que me brindo durante mi educación universitaria.

Agradezco a mi querida mamá “Maria Cano Chipayo” por su apoyo, por ser madre coraje, por los valores que me inculcó, por ser parte de este sueño y por recordarme siempre en concluir la tesis tú mi hermosa madre gracias por ser mi mentora en mi educación, siempre mi orgullo y agradecida por todo lo que hiciste por nosotros.

A mis hermanos “Carmen, Gaby, Jesus y Yurema”, por insistirme e incentivarne cada día para no rendirme y lograr mis objetivos y metas que vienen a ser los suyos este objetivo logrado es para ellos y mis padres, es el comienzo de muchas metas más por cumplir sin su apoyo no sería posible todo lo logrado.

Al Dr. Melquiades barragán Condori, por ser el mejor asesor y docente le agradezco profundamente por su tiempo y paciencia para la realizar este trabajo de investigación.

Al ingeniero

Luis Ricardo Paredes Quiroz por su apoyo, tiempo en corregir y aportar puntos importantes para la mejoría de mi presente trabajo de investigación.

Asimismo, a mi alma mater a la Universidad Nacional Micaela bastidas de Apurímac a la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por formar parte y permitirme estar a mi disposición los laboratorios.



Dedicatoria

A Dios, por siempre guiar mi vida, protegerme en cada momento y principalmente por permitirme terminar la carrera.

A mis queridos padres a mis hermanos, cuñados, sobrinos y a mi querido hijo Gabriel Jesús quienes son el motor y motivo de mi vida quienes me impulsan para seguir creciendo académicamente y seguir adelante logrando cada uno de mis metas. También dedico este trabajo a mi querido maestro en especial Dr. Melquiades Barragán Condori por ser el mejor docente y asesor agradezco por su tiempo, paciencia, dedicación y alentarme para poder seguir con el trabajo de investigación gracias por su apoyo este trabajo se hizo posible.

Yanet Roxana Huaña Cano



“Evaluación de las condiciones de almacenamiento del fruto *Condorusa (Monnina vargasii*
Ferreya), sobre sus compuestos bioactivos”

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de proceso e innovación de la
agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	9
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
2.1 Objetivos de la investigación	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivos específicos.....	9
2.2 Hipótesis de la investigación	9
2.2.1 Hipótesis general	9
2.2.2 Hipótesis específicas.....	9
2.3 Operacionalización de variables	10
2.3.1 Variables independientes.....	10
2.3.2 Variables dependientes	10
CAPÍTULO III	12
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	12
3.1 Antecedentes	12
3.2 Marco teórico	15
3.2.1 Las antocianinas	15
3.2.2 Polifenoles	19
3.2.3 Antioxidantes.....	21
3.2.4 Radicales Libres	21
3.2.5 Refrigerado	23
3.2.6 Congelado.....	25
3.2.7 Estabilidad de los alimentos	27
3.2.8 Material de investigación.....	28
3.3 Marco conceptual	29



CAPÍTULO IV.....	32
METODOLOGÍA.....	32
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	32
4.1.1 Tipo de investigación.....	32
4.1.2 Nivel de investigación	32
4.2 Diseño de investigación.....	32
4.3 Población y muestra.....	32
4.3.1 Población	32
4.3.2 Muestra	32
4.4 Procedimiento.....	35
4.4.1 Recolección de materia prima (Condorusa - frutos maduros)	35
4.4.2 Selección de materia prima (Condorusa - frutos maduros).....	35
4.4.3 Fraccionamiento para sus análisis (Condorusa - frutos maduros).....	35
4.4.4 Proceso de conservación (Condorusa - frutos maduros)	35
4.4.5 Extracción del pigmento de las muestras de Condorusa	36
4.4.6 Determinación de contenido de antocianinas totales (CAT) por el método (pH diferencial).....	37
4.4.7 Determinación de polifenoles totales (Folin ciocalteu)	38
4.5 Técnicas e instrumentos.....	42
4.5.1 Materiales y equipos	42
4.6 Análisis Estadístico.....	43
CAPÍTULO V	45
RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
5.1 Análisis de resultados	45
5.1.1 Resultados de contenido de antocianinas totales (CAT) en mg cianidina.....	45
3- glucósido/100g	45
5.1.2 Resultados de polifenoles totales (PF) en mg ácido gálico/100g.....	47
5.1.3 Resultados de Capacidad Antioxidantes DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$).....	48
5.2 Contrastación de hipótesis	50
5.3 Discusión	52
5.3.1 Discusión de contenido de antocianinas totales	52
5.3.2 Discusión de contenido de polifenoles totales.....	53
5.3.2 Discusión de capacidad antioxidante.....	54
CAPÍTULO VI.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
6.1 Conclusiones.....	56

6.2 Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	65



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables	11
Tabla 2 — Tiempo de conservación de algunos frutos	24
Tabla 3 — Conservación de frutas congeladas.....	26
Tabla 4 — Contenido de Antocianinas Totales de Condorusa Condorusa (Monnina vargasii Ferreyra)	71
Tabla 5 — Contenido de promedio de antocianinas totales CAT (mg cianidina 3- G/100g)	72
Tabla 6 — Variación en los contenidos de antocianinas totales (CAT) en extractos de frutos de Condorusa en diferentes estados de conservación.....	72
Tabla 7 — Concentración de ácido gálico curva patrón.....	73
Tabla 8 — Contenido de Polifenoles Totales de Condorusa	73
Tabla 9 — Contenido de Polifenoles totales PFT (mg ácido gálico / 100g)	73
Tabla 10 — Variación en los contenidos de polifenoles totales (PFT) en extractos de frutos de Condorusa en diferentes estados de conservación	74
Tabla 11 — Concentración de trolox para la curva patrón.....	74
Tabla 12 — Capacidad Antioxidante de Condorusa	75
Tabla 13 — Capacidad antioxidante (μmol trolox/g).....	75
Tabla 14 — Variación en los contenidos de TEAC-DPPH (μmol trolox/g) en extractos de frutos de Condorusa en diferentes estado de conservación	76
Tabla 15 — Descripción botánica de Monnina Vargasii Ferreyra	76



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Se muestra el comportamiento de la antocianina a diferentes pH	18
Figura 2 — Estructura química de los polifenoles	20
Figura 3 — Efecto que genera los radicales libres en nuestro organismo.....	23
Figura 4 — Flor de Condorusa (<i>Monnina vargasii Ferreyra</i>)	33
Figura 5 — Fruto de Condorusa (<i>Monnina vargasii Ferreyra</i>)	34
Figura 6 — Hojas de Condorusa (<i>Monnina vargasii Ferreyra</i>).....	34
Figura 7 — Fruto maduro de Condorusa (<i>Monnina vargasii Ferreyra</i>).....	35
Figura 8 — Condorusa triturado en el mortero	36
Figura 9 — Extractos pigmentados de Condorusa de las tres condiciones (fresco, refrigerado y congelado) por triplicado.....	37
Figura 10 — Curva de calibración de ácido gálico para determinar polifenoles totales.....	39
Figura 12 — Curva de calibración de Trolox para la determinación de Capacidad Antioxidante por el método de DPPH	42
Figura 12 — Resultado obtenido de CAT para cada uno de los extractos fresco refrigerado y congelado de fruto de Condorusa	46
Figura 13 — Comparación de (PFT) Polifenoles Totales en extractos fresco, refrigerado y congelado de frutos de Condorusa.....	48
Figura 14 — Comparación de capacidad antioxidante TEAC-DPPH (umol trolox/g) en extractos de frutos de Condorusa.....	50
Figura 15 — Pesado de muestras de frutos de Condorusa para su análisis.....	66
Figura 16 — Muestras pesadas de Condorusa	66
Figura 17 — Molienda del fruto de Condorusa en el mortero	67
Figura 18 — Extracto de Condorusa por triplicado	67
Figura 19 — Análisis de antocianinas Totales CAT por método pH diferencial.....	68
Figura 20 — Resultado del análisis de antocianinas Totales CAT por método pH diferencial en el equipo Espectrofotómetro UV VIS.....	68
Figura 21 — Reactivos para los análisis de polifenoles totales	69
Figura 22 — Análisis de polifenoles totales (Folin ciocalteu)	69
Figura 23 — Reactivos para determinar capacidad antioxidante por el método DPPH.....	70
Figura 24 — Análisis de las muestras para determinar capacidad antioxidante (DPPH)	70



INTRODUCCIÓN

Las antocianinas son pigmentos responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en muchas frutas, vegetales y cereales. El interés en estos pigmentos se ha intensificado gracias a sus posibles efectos terapéuticos y benéficos, dentro de los cuales se encuentran reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatoria y antidiabética; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Las propiedades bioactivas de las antocianinas abren una nueva perspectiva para la obtención de productos coloreados con valor agregado para el consumo humano (Garzón, 2008).

Las antocianinas son colorantes naturales pertenecientes al grupo de los flavonoides, están presentes en casi todas las plantas y en todas sus partes, sobre todo en flores y frutos particularmente en bayas (Kuskoski, 2004). Investigaciones científicas indican también que las antocianinas son metabolitos vegetales secundarios responsables del color azul, púrpura y rojo de muchos tejidos vegetales. La estructura fenólica de las antocianinas transmite una marcada actividad antioxidante en el sistema modelo a través de la donación de electrones o átomos de hidrógeno de restos hidroxilo a radicales libres así también consumo dietético de alimentos ricos en antocianinas puede contribuir al estado antioxidante general, particularmente en áreas de ingesta habitualmente baja de vitamina E (Ramírez, 2012).

Estudios también indican que el manejo de los productos perecederos como las frutas y hortalizas con el uso de la cadena de frío tiene gran importancia puesto que, cuando no se aplica o su aplicación es deficiente esto conlleva a su rápido deterioro y como consecuencia se obtienen pérdidas y desperdicios de los mismos: en el mundo las frutas y hortalizas representan la mayor cantidad de pérdida y desperdicio, por un mal manejo para su almacenamiento. Los productos perecederos y su manejo incorrecto han generado altos niveles de pérdidas en el pos cosecha así también en la salud de las personas. El correcto manejo de la cadena de frío garantiza alargar la vida útil de los productos manteniendo en lo posible sus características organolépticas a la vez disminuir las pérdidas y desperdicios a lo largo de los diferentes procesos a los que van a ser sometidos. En Colombia específicamente revelan algunas investigaciones realizadas recientemente que una cantidad considerable de alimentos no llegan al consumo humano a consecuencia de que se someten a procesos deficientes, mal manejo, desperdicios entre otros: esto mismo pasa en el Perú por el desconocimiento de la existencia de algunos frutos comestibles andinos como el Condorusa que son muy susceptibles a malograrse y al no ser aprovechados se pudren en la misma planta y estos mismos pueden ser ricos en compuestos bioactivos que pueden ser la solución de muchas enfermedades y con un apropiado

almacenamiento puede alargarse su vida en anaquel manteniendo la calidad mejorando la salud de las personas de este modo también disminuir el desperdicio y promover el consumo de este fruto. (Urrego, 2018) y (Delgado, 1985).



RESUMEN

Frente a la creciente demanda de colorantes naturales a nivel mundial, se ha analizado los extractos de fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) por lo que también se tiene escasa información, el mismo que es de gran interés por sus compuestos bioactivos gracias a sus posibles efectos terapéuticos y benéficos para la salud humana, por otra parte, este fruto es muy susceptible a malograrse por un mal manejo durante su almacenamiento; una de las alternativas de alargar la vida de anaquel es aplicando la cadena de frío (refrigeración y congelación) para su conservación. El objetivo de esta investigación es determinar sus compuestos bioactivos del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial después de 5 horas de su recolección, fresco, refrigerado y congelado almacenados por 5 días. La extracción de pigmentos antocianico se obtuvo con metanol acidificado con HCl al 0.01%, se determinó el contenido de antocianinas totales (CAT) por el método de pH diferencial, polifenoles totales (PFT) por el método Folin Ciocalteu y capacidad antioxidante (CA) por el método TEAC DPPH. El contenido (CAT) en extracto fresco inicial fue de 54.44, extracto fresco fue 7.06 en extracto refrigerado a 4.17 y extracto congelado 7.26 expresados (mg de cianidina 3 – glucósido/100g) respectivamente: el contenido (PFT) extracto fresco inicial 311.14, extracto fresco 126.97, extracto refrigerado 98.33 y en extracto congelado 110.18 expresados (mg ácido gálico/100g) respectivamente, por otra parte (CA) en extracto fresco inicial 24.44, extracto fresco 16.228, extracto refrigerado a 10.412 y extracto congelado 13.028 expresado (μmol trolox/g) respectivamente. En conclusión, el fruto fresco analizado inicialmente contiene mayor contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante sobre los extractos almacenados.

Palabras clave: Frutos nativos, capacidad antioxidante, polifenoles totales y antocianinas totales.



ABSTRACT

Faced with the growing demand for natural colorants worldwide, extracts from the fruit of *Condorusa* (*Monnina vargasii* Ferreyra) have been analyzed, for which there is also little information, which is of great interest due to its bioactive compounds thanks to its possible therapeutic and beneficial effects for human health, on the other hand, this fruit is very susceptible to spoilage due to poor handling during storage; One of the alternatives to extend the shelf life is applying the cold chain (refrigeration and freezing) for its conservation. The objective of this research is to determine the bioactive compounds of the *Condorusa* fruit (*Monnina vargasii* Ferreyra) of the initial fresh extract after 5 hours of collection, fresh, refrigerated and frozen stored for 5 days. The extraction of anthocyanin pigments was obtained with methanol acidified with 0.01% HCl, the content of total anthocyanins (CAT) was determined by the differential pH method, total polyphenols (PFT) by the Folin Ciocalteu method and antioxidant capacity (CA) by the TEAC DPPH method. The content (CAT) in initial fresh extract was 54.44, fresh extract was 7.06 in refrigerated extract at 4.17 and frozen extract 7.26 expressed (mg of cyanidin 3 - glucoside/100g) respectively: the content (PFT) initial fresh extract 311.14, extract fresh 126.97, refrigerated extract 98.33 and in frozen extract 110.18 expressed (mg gallic acid/100g) respectively, on the other hand (CA) in initial fresh extract 24.44, fresh extract 16.228, refrigerated extract at 10.412 and frozen extract 13.028 expressed ($\mu\text{mol trolox/ g}$) respectively. In conclusion, the fresh fruit analyzed initially contains a higher content of anthocyanins, total polyphenols and antioxidant capacity than the stored extracts.

Keywords: Native fruits, antioxidant capacity, total polyphenols and total anthocyanins.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Millones de radicales libres bombardean diariamente a nuestras células por el trajín del día a día que realizamos y los cuales nos causan daños considerables a lo largo de los tiempos. Estudios epidemiológicos han sugerido que los compuestos, entre los que se encuentran las antocianinas, tienen un efecto protector contra muchas enfermedades degenerativas (Cacase, 2003) al proporcionar al cuerpo una protección antioxidante. Dietas ricas en antioxidantes están asociadas con un menor riesgo de padecer patologías cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer e incluso el envejecimiento, todas ellas vinculadas al estrés oxidativo (López, 2013). El problema para el organismo humano se produce cuando tiene que tolerar de forma continua un exceso de radicales libres, los cuales aparte de ser producidos por el metabolismo normal son generados por varios factores que actúan o penetran sobre nuestro cuerpo, como por ejemplo, las tensiones sociales, las presiones emocionales, la contaminación ambiental, la polución industrial y acústica, el humo del tabaco, los herbicidas, pesticidas, el consumo de ciertas grasas, estrés, falta de sueño, falta de ejercicio, etc., son algunos de los factores que incrementan excesivamente la generación de radicales libres. Este exceso supera la resistencia metabólica (capacidad de reponer su homeostasis) y no puede ya ser eliminado por el cuerpo. Las propiedades relevantes para la salud humana anti radicales, antimutagénicas, anti carcinogénicas, retardan la senescencia, antiaterogénicas, antimicrobiano (Peris, 1995)

El Perú posee una variada flora natural, la región de la sierra es quien presenta una mayor diversidad de especies nativas, presentándose algunos frutos comestibles que poseen diversas propiedades funcionales, sin embargo, esta potencialidad natural no es aprovechada, debido a que en gran parte dichas plantas nativas no han sido estudiadas y no existe aval científico que corrobore dichas propiedades (Aranibar, 2013). Entre estas frutas nativas existen fuentes importantes de vitaminas, azúcares, materias gelificantes (pectinas), materias antioxidantes, ácidos, aromas y sabores que esperan su identificación y posterior explotación por la industria para elaborar productos novedosos y competitivos en el mercado (Repo de Carrasco, 2008). El Condorusa (*Monnina vargasii Ferreyra*) es una planta silvestre que crece en la sierra de nuestro país en la región de Apurímac sobre los 2200 m.s.n.m. a 3400 m.s.n.m (Leon, 2006) su fruto es comestible, actualmente no se realiza ningún tipo de recolección ni almacenamiento.



Los estudios sobre este fruto nativo son escasos. El problema principal de esta planta es que su fruto es estacional que se encuentra en cantidades considerables con la más alta producción los meses de marzo – junio, secándose en la propia planta al no tener aprovechamiento, no existe aún estudios que determinen una adecuada conservación de esta materia prima en los meses que no se encuentran y para alargar la vida en anaquel de este fruto. Por tal motivo se quiere determinar en función del fruto fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado cuál de estas condiciones de almacenamiento mantiene mejor la estabilidad de contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de este fruto.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto que genera las condiciones de almacenamiento (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) del extracto de frutos de *Condorusa (Monnina vargasii)* Ferreyra sobre sus compuestos bioactivos?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto sobre el contenido de antocianinas totales de *Condorusa (Monnina vargasii)* Ferreyra a diferentes condiciones de almacenamiento en (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado)?
- ¿Cuál será el efecto sobre contenido de polifenoles totales de *Condorusa (Monnina vargasii)* Ferreyra a diferentes condiciones de almacenamiento en (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado)?
- ¿Cuál será el efecto sobre la capacidad antioxidante de *Condorusa (Monnina vargasii)* Ferreyra a diferentes condiciones de almacenamiento en (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado)?

1.2.3 Justificación de la investigación

Actualmente hay una tendencia a nivel mundial de consumir productos naturales y sobre todo productos con alto contenido de antocianinas, son numerosos los estudios realizados en los últimos años, por el creciente interés de ciertos vegetales con alto poder antioxidante, con el objetivo de potenciar su consumo debido a su efecto positivo en la prevención de ciertas enfermedades degenerativas tales como catarata, arterioesclerosis, muerte celular, cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas (Urrego, 2018; Cacase, 2003; López, 2013).

Asimismo, los efectos beneficiosos de la ingesta de polifenoles sobre la salud, especialmente sobre el sistema cardiovascular, esto es importante, porque las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo. Los efectos de los polifenoles son fundamentalmente consecuencia de sus propiedades antioxidantes. La recopilación de algunos de los estudios realizados recientemente indica claros efectos antiinflamatorios esta definición describe desde el punto de vista estructural, asimismo nos indica sus propiedades beneficiosas a nivel cardiovascular (Quiñones, 2012). De igual importancia se realizó una investigación, obtención del pigmento natural del fruto de Evilán (*Monnina spp*) para su uso como colorante en Yogurt (Narvaez, 2015) este fruto es una de tantas especies que se encuentran, así como el fruto (*Monnina vargasii* Ferreyra), esta investigación es justamente para aprovechar el contenido de antocianinas que posee, el cual resulta ser muy provechoso por el contenido de antocianinas. En la actualidad hay un cuantioso interés mundial en la indagación de frutos naturales, puesto que, estos productos contiene innumerables propiedades benéficas para la salud, cabe mencionar que en nuestra Region de Apurímac se observa gran variedad de los frutos silvestres y lo importante es consumir lo que nos ofrece la naturaleza, asimismo en la industria de alimentos se requiere productos de mayor calidad nutricional y que no presenten riesgos para la salud, estudios realizados entre los colorantes artificiales utilizados en los diferentes productos procesados demostraron ser dañinos , por consiguiente se buscar fortalecer una producción de éstos frutos en la agricultura de nuestra región Apurímac así también otorgándole un valor agregado a estos frutos nativos. Según algunas investigaciones llegan a las conclusiones que el consumos de frutas y verduras altos en antioxidantes son beneficiosas para la salud puesto que reduce enfermedades cardiovasculares (Sadani, 1996), neutralizan los radicales libres y el radical libre neutralizado ya no es dañino por lo que puede reducir o retrasar la expansión de las células cancerígenas y el riesgo de algunas enfermedades, a partir de esta investigación se contribuirá con la mejora en la alimentación y salud de las personas.

El fruto Condorusa es consumido en forma directa por el sabor agradable que posee, la producción considerable para la cosecha del fruto es en el mes de marzo - junio.



La presente investigación se enfocará en la Evaluación de las condiciones de almacenamiento del fruto Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra), sobre sus compuestos bioactivos: se va cuantificar el contenidos de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial después de 5 horas de su recolección, y almacenados por 5 días en fresco a temperatura ambiente, refrigerado (4°C) y congelado (-18°C) y determinar cuál de estas condiciones de almacenamiento conserva mejor la estabilidad de estos compuestos de esta manera se pretende extender la vida en anaquel de este fruto, utilizando los métodos de la cadena de frio antes mencionado teniendo en cuenta como tecnologías limpias. Para determinar el contenido de antocianinas totales se utilizó el método de pH diferencial; para determinar los fenoles totales, el método espectrofotométrico con el reactivo de folin ciocalteu y como estándar de fenoles el ácido gálico; para determinar la capacidad antioxidante se utilizó la metodología de la decoloración del radical DPPH y como estándar la curva de calibración de Trolox. De esta manera teniendo una información base contribuir con la mejora de los hábitos alimenticios de la sociedad e incentivar a los agricultores de nuestra región de Apurímac y zonas rurales de Perú donde crece este fruto a cultivar y conocer lo importante y necesario que es almacenar para consumir a largo plazo por su aporte de compuestos bioactivos a nuestra dieta y próximamente como colorantes en alimentos y bebidas ya que es un fruto “comestible”.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar sus compuestos bioactivos del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial, fresco, refrigerado y congelación.

2.1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el contenido de antocianinas totales de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial, fresco a temperatura ambiente, refrigerado (4°C) y congelado (-18°C).
- Cuantificar el contenido de polifenoles totales de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial, fresco a temperatura ambiente, refrigerado (4°C) y congelado (-18°C).
- Cuantificar capacidad antioxidante de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) del extracto fresco inicial, fresco a temperatura ambiente, refrigerado (4°C) y congelado (-18°C).

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El fruto Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) contiene compuestos bioactivos los cuales cambian significativamente en condiciones de almacenamiento en (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado).

2.2.2 Hipótesis específicas

- El contenido de antocianinas presentes en Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) cambian significativamente en condiciones (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado).
- El contenido de polifenoles en Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) cambian significativamente en condiciones (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado).
- La capacidad antioxidante en Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) cambian significativamente en condiciones (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado).

2.3 Operacionalización de variables

Para esta investigación se analizó Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) el fruto fresco inicial 5 horas después de su recolección, así también se almacenó el fruto en condición fresco (a temperatura ambiente), refrigerado (4°C) y congelado (-18°C) durante 5 días, pasado este tiempo se hizo la extracción de pigmentos antociánicos para cada uno, como siguiente procedimiento se realizó la cuantificación de antocianinas totales (CAT), polifenoles totales (PF) y capacidad antioxidante para finalmente concluir cuál de estas condiciones de almacenamiento mantiene mejor la estabilidad de estos compuestos bioactivos.

2.3.1 Variables independientes.

- Condición de almacenamiento en fresco inicial de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (°T: ambiente/5horas).
- Condición de almacenamiento en fresco de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (°T: ambiente/5días).
- Condición de almacenamiento en refrigerado de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (T: 4°C/5días).
- Condición de almacenamiento en congelado de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (T: -18°C/5días).

2.3.2 Variables dependientes

- Contenido de antocianinas totales
- Contenido de polifenoles totales
- Capacidad antioxidante

Tabla 1 — Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE		
Variables	Indicador	Índice
Condición de almacenamiento	Fresco inicial	°T ambiente/5horas
	Fresco almacenado	°T ambiente/5días
	Refrigerado	°T: 4°C/5días
	Congelado	°T: -18°C /5días
VARIABLE DEPENDIENTE		
Variables	Indicador	Índice
Propiedades antioxidantes	Contenido de antocianinas totales	mg cianidina 3-glucosido/100g
	Contenidos polifenoles totales	ácido gálico 100ug/mL
	Capacidad antioxidante	µmol Trolox/g muestra fresca



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Según Kuskoski (2005) en la investigación de aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad en pulpa de frutos. El gobierno brasileño promueve en gran parte el comercio exterior de frutos tropicales cuyas propiedades y actividades no están aun totalmente determinadas justamente por ser un país rico en diversidad de frutos, invirtiendo fondos en exposiciones que promuevan y sitúan a los nuevos productos en los países de la Unión Europea “Brazilian Fruit Festival” que promociona frutos nativos. El objetivo de este trabajo de investigación es determinar el índice de fenoles totales, antocianos totales y capacidad antioxidante de las pulpas de frutos comerciales congelados. Como resultado de contenido de antocianinas las pulpas de mora, uva, fresa, açai, acerola y guayaba es de 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 y 2,7 mg/100 g peso fresco, respectivamente. Así también los resultados en cuanto a polifenoles totales (mora 118,9 mg/100g; uva 117,1mg/100g; Acai 136,8mg/100g; fresa 132,1mg/100g; piña 21,7mg/100g y maracuyá 20 mg/100g). Se ha determinado también capacidad antioxidante de las pulpas congeladas de estos frutos tropicales por el método DPPH después de 30min (mora 4,3 $\mu\text{mol trolox/g}$, uva 7,0 $\mu\text{mol trolox/g}$, açai 6.9 $\mu\text{mol trolox/g}$, guayaba 5,9 $\mu\text{mol trolox/g}$, fresa 9,2 $\mu\text{mol trolox/g}$, y maracuyá 0.9 $\mu\text{mol trolox/g}$).
- b) Un estudio relata la obtención del pigmento natural del fruto de Evilán (*monina spp*) su uso como colorante en yogurt (Narváez, 2015), el cual es una de las tantas especies como el fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra), el método que se utilizó para la extracción del colorante natural fue un solvente solución alcohólica acidificada (etanol 90° - ácido cítrico al 0.03%). La pulpa del fruto de Evilán fue llevada a un proceso de liofilización, optimizando de esta manera el tiempo y la cantidad de fruta a procesar: por consiguiente una vez que se obtuvo el colorante se hizo el estudio de la posibilidad de tinción en yogurt de mora probando distintos niveles de concentración del colorante de Evilán, finalmente las muestras se sometieron a un análisis sensorial la prueba se desarrolló por medio de degustación utilizando 30 panelistas semi-entrenados y mediante este resultado se pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído haciendo uso una dosis de extracto de Evilán al 4% y esto se comparó con la muestra de yogurt de mora comercial que se tuvo como referencia: por otra parte se determinó el pH, °Brix y acidez del yogurt que se adicionó el colorante de Evilán tras haber dejado las



muestras almacenadas a temperatura de 5°C por un tiempo de 30 días: llegando a un resultado con la mejor característica organoléptica con respecto al color fue el yogurt de mora con la adición del colorante natural de Evilán al 4%.

- c) La investigación realizada sobre el efecto del refrigerado a 4°C y congelado a -18°C sobre el contenido de antocianinas polifenoles totales y capacidad antioxidante de Arandanos (*Vaccinium corymbosum* Variedad *Biloxi*) cultivados en diferentes microclimas del Perú (Price, 2017) la metodología se desarrolló por métodos de Folin-Ciocalteu, pH diferencial. Como resultado se obtuvo que, con respecto a polifenoles totales aumento (85,5% en refrigeración y 61.2% en congelación) de la misma manera la actividad antioxidante también mostró un incremento (56,7% en refrigeración y 58,6% en congelación) sin embargo el contenido de antocianinas totales disminuyó para ambos tratamientos (57.1% en refrigeración y 45,1% en congelación). En conclusión el tratamiento de congelación, resultó con menor velocidad de degradación de antocianinas en cambio los tratamientos bajo refrigeración no presento diferencia.
- d) Asimismo la investigación realizada sobre evaluación y caracterización de compuestos bioactivos en dos frutos nativos denominados sacha manzano (*Esperomeles escalloniifolia* S) y Upatankar (*Berberis boliviana*) (Barragán, 2017); la extracción de pigmentos antociánico se llevó a cabo con metanol acidificado al 0.01% se filtró el concentrado en el equipo de rotavapor después se centrifugó, decantó y se aforó a un volumen conocido para su próximo análisis después de un proceso de purificación: del extracto se determinó el contenido de antocianinas totales (CAT) por el método de pH diferencial, polifenoles totales (PFT) por el método de folin ciocalteu. Después se purificó el extracto con cartucho set pak C-18 obtenido este extracto puro se identificaron los espectros de las antocianinas en el equipo FTIR y UV Visible. Los extractos caracterizados por espectrofotometría UV-Vis presentan valores máximos de absorbancia 520nm que corresponden a estructuras antociánicas ya establecidas así también mediante espectroscopia FTIR-ATR se observan fuertes señales de absorción a diferentes valores de frecuencias de vibración (cm⁻¹) que corresponden a grupos funcionales de antocianinas. Los valores de CAT son de 978.83 y 75.39 (mg de cianidina 3-glucosido/100 g de peso fresco) del PFT 4902.41 y 1029.59 (mg de ácido gálico/100 g de peso fresco) para upatankar y sacha manzano respectivamente. Los espectros UV Vis y FTIR corresponden a antocianinas. Por el resultado obtenido el alto contenido de contenido de antocianinas totales y polifenoles totales del upatankar nos permite recomendar su uso como



antioxidante en alimentos funcionales y extractos naturales en la agroindustria. Con esta bibliografía se va estudiar las metodologías de obtención de compuestos bioactivos de *Condorusa* (*Monnina vargasii* Ferreyra) ya que el fruto estudiado tiene mucha similitud.

- e) Una investigación relata la caracterización de antocianinas por espectroscopia UV Vis, FTIR-ATR Y HPLC, determinar en contenido de antocianinas (AT), polifenoles totales y capacidad antioxidante en frutos nativos mio mio (*Coriaria ruscifolia*) (Barragán, 2018): la extracción de pigmentos antociánico se realizó con metanol acidificado con HCl al 0.01%: para esta investigación se llevó a cabo por método de pH diferencial, folin ciocalteu, TEAC ABTS y DPPH. Los espectros UV Vis y FTIR se evidenciaron características antocianicas, asimismo se identificó como antocianidina mayoritaria por HPLC a la cianidina: el contenido de antocianinas fue de 440.22 (mg cianidina 3-glucosido/100g), polifenoles totales fue de 371.71 (mg ácido gálico/100g), TEAC ABTS 134.40 ($\mu\text{mol trolox/g}$) y TEAC DPPH 82.70 ($\mu\text{mol trolox/g}$), finalmente los extractos del mio mio responden a estructuras antociánicos teniendo como potencial capacidad antioxidante.
- f) En esta investigación determinaron las antocianinas totales, los fenólicos totales y las actividades antioxidantes de cereza ácida (*Prunus cerasus L.*) y cereza dulce (*P. avium L.*) (Wrolstad, 2004), las cerezas dulces fueron más altas en antocianinas, mientras que las cerezas ácidas fueron más altas en fenoles totales y actividades antioxidantes (capacidad de absorción de radicales de oxígeno y poder antioxidante reductor férrico). Más del 75% de las antocianinas en las cerezas dulce congeladas se destruyeron después de 6 meses de almacenamiento a -23°C .
- g) Esta investigación relata sobre como Caracterizar el Acai o Manaca (*Euterpe olerácea mart*) (Sanabria, 2007), que es un fruto del Amazonas se determinó polifenoles, antocianinas, la capacidad antioxidante se determinaron por métodos espectrofotométricos y la capacidad antioxidante se analizó por el método DPPH recolectada en la Amazonía venezolana de 2 cosechas del año 2005. Los resultados con respecto a la primera cosecha que se realizó en febrero 2005 y Segunda cosecha se realizó en Julio 2005 y se mencionan los resultados respectivamente: polifenoles 5,02 y 2,20 g / 100 g; Se concluye que el acai o manaca recolectada en la Amazonía venezolana tiene un alto valor nutricional y contiene compuestos antioxidantes lo que sugiere la necesidad de industrializarlo para aprovechar al máximo sus propiedades.



- h) Según este estudio realizado sobre el Almacenamiento en frío de frutas y jugos de arándanos (*Vaccinium spp.*): Estabilidad de las antocianinas y actividad antioxidante (Reque, 2014). Pueden considerarse una de las mejores fuentes potenciales de antioxidantes en la dieta. Esta característica resulta de la presencia de flavonoides (especialmente antocianinas), taninos y ácidos fenólicos en los frutos. El objetivo de este trabajo fue analizar la estabilidad de las antocianinas y la actividad antioxidante del jugo de arándano entero refrigerado almacenado a 4 ° C durante 10 d, y de frutas almacenadas congeladas (-18 ° C). El jugo se analizó por día y la actividad antioxidante cambió el día 8 de almacenamiento refrigerado, permaneciendo estable hasta el día 10. Hubo pérdidas significativas de antocianinas tanto en las frutas congeladas (59%) como en los jugos refrigerados (83%).
- i) Esta investigación sobre Fluctuaciones en los niveles de antioxidantes Compuestos y capacidad antioxidante de diez pequeños Frutas durante un año de almacenamiento congelados a -20°C fluctuaciones en la capacidad antioxidante se controló el contenido de antocianinas de 10 frutas pequeñas (cerezas dulces, guindas, fresas, grosellas rojas, frambuesas, moras, espino, cerezas de cornalina y uvas rojas y blancas) durante el almacenamiento a -20 ° C (Piljac, 2015). Después de un año de almacenamiento, todas las variedades, excepto el espino y las uvas blancas, retuvieron un contenido de fenol total igual o ligeramente mayor en comparación con los valores iniciales. Los niveles de flavonoides totales y antocianinas totales también se mantuvieron estables o incluso aumentaron después de 12 meses en todas las frutas, excepto en el espino y las fresas. Las grosellas rojas y las frambuesas exhibieron una conservación óptima de la capacidad antioxidante, mientras que el espino mostró una disminución en la capacidad antioxidante durante diferentes momentos de almacenamiento y al final del almacenamiento.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Las antocianinas

Las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina que es la aglicona a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico (Lopes, 2007). Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Fennema, 1993). Por otra parte, describen a la antocianina como potente antioxidante en comparación con los antioxidantes clásicos como el hidroxibutilato de anisol, el hidroxibutilato de tolueno y alfa tocoferol (vitamina E). Este agente natural, cuando



añadidos a los alimentos, además de dar color a alimentos proporciona la prevención de la auto-oxidación y peroxidación lipídica en sistemas biológicos (Narayan, 1999).

Las antocianinas son compuestos fenólicos pertenecientes a la familia de flavonoides y se encuentran presentes en la naturaleza en forma de pigmentos en los frutos, flores, bayas y hojas teniendo distintas variedades con respecto a sus estructuras químicas, concentraciones y siendo característica de cada material y los atributos específicos que le identifican del mismo, así también se considera que las antocianinas son metabolitos secundarios de las plantas con actividad biológica (Guerra, 2006).

El nivel de hidroxilación y metilación en el anillo "B" de la molécula determina el tipo de antocianidina, que es la aglicona de la antocianina (Ortiz, 2011). Los azúcares presentes le confiere una gran solubilidad y estabilidad a la antocianidina dependiendo donde se encuentra en el anillo que se une en la posición 3 del grupo fenólico, pero puede también hacerlo en las posiciones 3 y 5. Los tipos de azúcares presentes pueden ser: monosacáridos, disacáridos o trisacáridos. Los monosacáridos más comunes son: pentosas como arabinosa y xilosa o bien hexosas, de las cuales la D-glucosa es la más frecuente, aunque también pueden estar presentes galactosa o ramnosa.

La industria alimentaria, farmacéutica y cosmetología en la actualidad utilizan una gran cantidad de compuestos obtenidos por vía sintética y estos son los responsables de causar graves daños a la salud y una de las tantas son los colorantes artificiales que le adicionan a los alimentos que el ser humano consume a diario es por eso que en la actualidad la tendencia es sustituir este tipo de compuestos por un amplio uso de pigmentos de origen natural considerando sobre todo aquellos compuestos que tienen coloraciones rojas brillantes que brindan un aspecto más atractivo para la comercialización de algunos productos. Según algunas investigaciones recientes han reportado que las antocianinas inhiben el crecimiento de las células cancerígenas así también previenen el cáncer del colon e impiden enfermedades del corazón al inhibir la síntesis del colesterol y así tienden a mejorar la circulación y fragilidad de los vasos capilares logrando beneficios antienvjecimiento (Guerra, 2006).

La extracción de los pigmentos antocianínicos es comúnmente obtenida con metanol o etanol conteniendo una pequeña cantidad de ácido (15%, HCl 1M) con el objetivo de obtener la forma del catión flavilio, el cual es estable en un medio altamente ácido. No hay diferencia significativa en lecturas de absorbancia o eficiencia de extracción entre el etanol y metanol (Abdel, 1999). Es preferible usar etanol ya que es menos tóxico, particularmente en usos alimenticios y ensayos clínicos. El pH también ha mostrado



que tiene una influencia significativa sobre el color de los extractos de antocianinas, las lecturas de absorbancia y la recuperación del extracto. A valores de pH más bajos ($\text{pH} < 2$), los extractos de trigo azul y morados exhibieron un cambio de color rojo a rojo oscuro (Ortíz, 2011): Propiedades funcionales de las antocianinas 18 después de la extracción, mientras a pH más alto ($\text{pH} > 4$), los extractos presentaron un color amarillo (Abdel, 1999).

3.2.1.1 Clasificación de las antocianinas

Las antocianinas están presentes en la naturaleza en gran diversidad que las convierte en un grupo muy complejo e interesante. Se han reportado alrededor de 635 antocianinas con estructuras diferentes: en la tabla 2 se muestra las antocianidinas más frecuentes (Badui, 2006).

Tabla 2 — Antocianinas más comunes en la naturaleza

ANTOCIANIDINAS	R_1	R_2	λ mas (nm) espectro visible
Cianidina	OH	H	506(naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508(azul-rojo)
Pelargonidina	H	H	494(naranja)
Petunidina	OCH ₃	OH	508(rojo-azul)
Peonidina	OCH ₃	H	506(naranja-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃	510(azul-rojo)

Extraído de Badui (2006)

El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo (Budai, 2006).

3.2.1.2 Factores que alteran la estabilidad de la antocianina

El contenido de antocianinas de un fruto puede variar enormemente teniendo en cuenta varios factores como el tipo de fruto, variedad, factores agronómicos, condiciones de crecimiento, condiciones ambientales y altitud donde crece el fruto, por otra parte, la degradación de la antocianina se puede dar durante la

elaboración de productos derivados que tiene una gran influencia en el contenido de antocianinas y en los perfiles de los alimentos y bebidas procesas. De hecho, la estabilidad antociánico es un elemento muy importante cuando se considera el impacto en la dieta sobre el organismo humano. Las antocianinas comunes muestran la inestabilidad hacia una variedad de parámetros químicos y físicos, incluyendo el oxígeno, las altas temperaturas, la luz, los valores de pH, las enzimas y las reacciones con compuestos en los alimentos o sistemas corporales, que pueden variar las propiedades de las antocianinas (Andersen, 2013).

Las antocianinas tienen una amplia característica para reemplazar o sustituir a los colorantes artificiales de esta manera estés colorantes naturales se puede incorporar a los productos alimenticios así también a farmacéuticos y cosméticos sin embargo se limita porque su estabilidad es baja durante su procesamiento y en el almacenamiento (Wroslstad, 2002).

3.2.1.3 Efecto del pH

El pH tiene efecto en la estructura y la estabilidad de las antocianinas. La acidez tiene un efecto protector sobre la molécula. En soluciones acuosas a valores de pH inferiores a dos, básicamente 100% del pigmento, en la figura 9 se encuentra en su forma más estable o de ión oxonio o catión flavilio de color rojo intenso (Wroslstad, 2002).

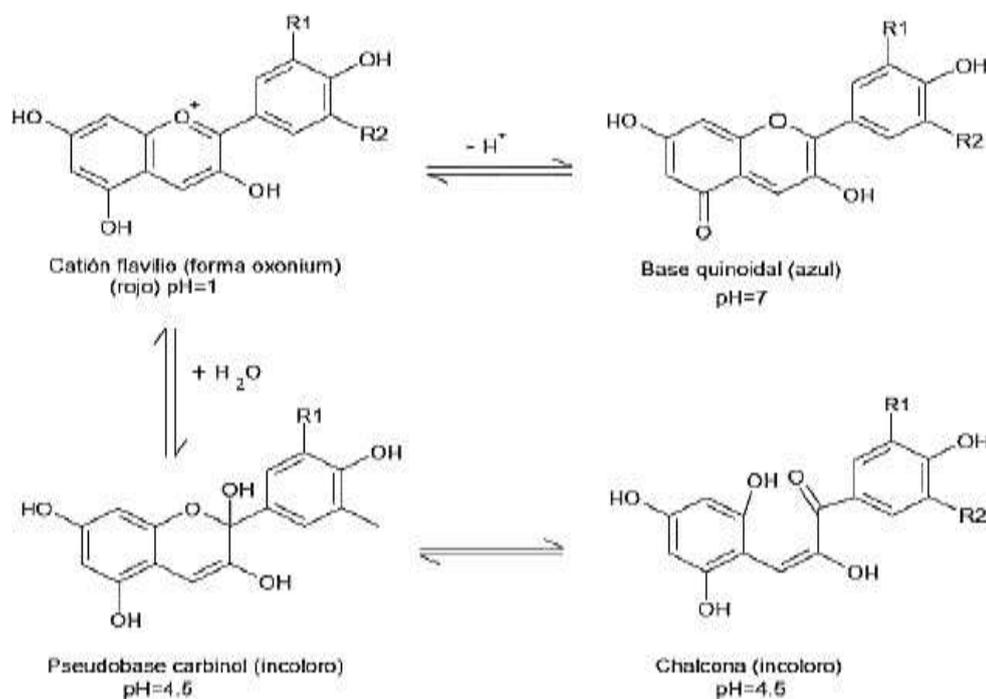


Figura 1 — Se muestra el comportamiento de la antocianina a diferentes pH

Extraído de Wroslstad (2002)

3.2.1.4 Temperatura

La antocianina es destruida por el calor durante el procesamiento y almacenamiento. Un incremento logarítmico en la destrucción de la antocianina ocurre con un incremento en la temperatura.

Jugos de arándanos sin pasteurizar y pasteurizados fueron almacenados a -18, 0, 5 y 10°C durante 148 días, y como resultado el tratamiento de pasteurización provocó disminución del 28,5% en la concentración de antocianinas monoméricas totales iniciales de los jugos de arándano. La estabilidad de las antocianinas durante el almacenamiento fue mayor en los jugos pasteurizados, siendo mayor cuando se almacenaron a 0°C; mientras que en los jugos pasteurizados almacenados a -18°C las antocianinas mostraron menor estabilidad (Zapata, 2016).

3.2.2 Polifenoles

Los polifenoles son antioxidantes es por ello tienen la capacidad anticarcinogénica porque interfieren en distintas etapas en el desarrollo de tumores malignos mediante la protección del ADN ante el daño oxidativo; de este modo inactivan a carcinógenos con lo que se inhibe la expresión de los genes mutágenos y la actividad de las enzimas encargadas de la activación de pro carcinógenos (Martínez, 2000).

Los compuestos fenólicos protegen a las plantas contra los daños oxidativos y tienen el mismo efecto en el organismo humano. Estos actúan bloqueando la acción de enzimas específicas que generan inflamación, además actúan como potentes quelantes de metales y capturadores *in vitro* de especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno. Pueden ser liposolubles o hidrosolubles y se localizan a nivel intra y extracelular. Los fenoles también modifican la aglomeración de las plaquetas e inhiben la activación de carcinogénesis. Aunque los compuestos fenólicos están presentes en los alimentos, su nivel de ingesta varía enormemente según el tipo de dieta consumida. Por ejemplo, algunas bebidas, como el vino tinto; vegetales y frutas, como el zumo de manzana o la naranja; y las legumbres, son especialmente ricos en estos compuestos (Zapata, 2016). Los polifenoles son uno de los grupos más abundantes y ubicuos de metabolitos secundarios de las plantas, que se encuentran en una amplia serie de frutos y hortalizas (Perez, 2010).

Las frutas de coloración rojo/azul son consideradas las más importantes fuentes de compuestos fenólicos en dietas alimentarias, porque presentan cantidades

significativas de derivados del ácido hidroxibenzoico y del ácido hidroxicinámico como las antocianinas, los flavonoides, las catequinas y los taninos (hidrolizables o condensados) haciendo que muchos de estos compuestos demuestren efectos biológicos como acción antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria y vasodilatadora (Dedasperi, 2004).

3.2.2.1 Estructura y clasificación

Para una definición desde el punto de vista químico indica que los polifenoles se identifican por tener un anillo aromático unido a dos o más grupos hidroxilo (grupo fenal) así también la estructura de los polifenoles varía de molécula simple como son los (ácidos fenólicos) a estructuras complejas como son los taninos condensados. En la figura 2 se observa la estructura de algunos polifenoles: flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos y lignanos las cuales se clasifican en cuatro familias de acuerdo al número de anillos fenólicos que presentan y de los elementos estructurales unidos a esos anillos (Ugartondo, 2009) mencionada por (Casique, 2014).

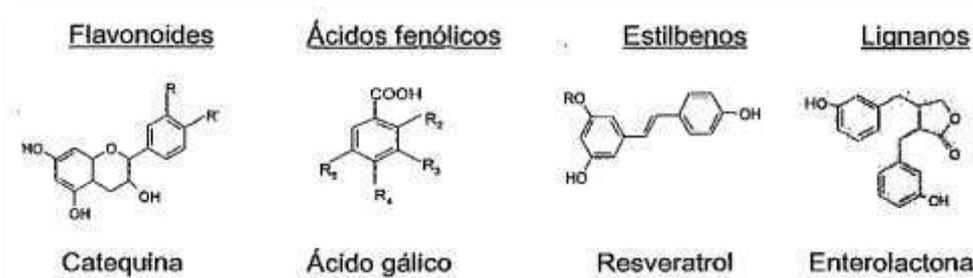


Figura 2 — Estructura química de los polifenoles

Extraído de Casique (2014)

El ensayo por el método folin-ciocalteu se utiliza para determinar el contenido de compuestos fenólicos totales en productos vegetales, estos compuestos reaccionan con el reactivo de Folin Ciocalteu a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible porque este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido en polifenoles y se cuantifica en el espectrofotómetro a 765nm (García, 2015).

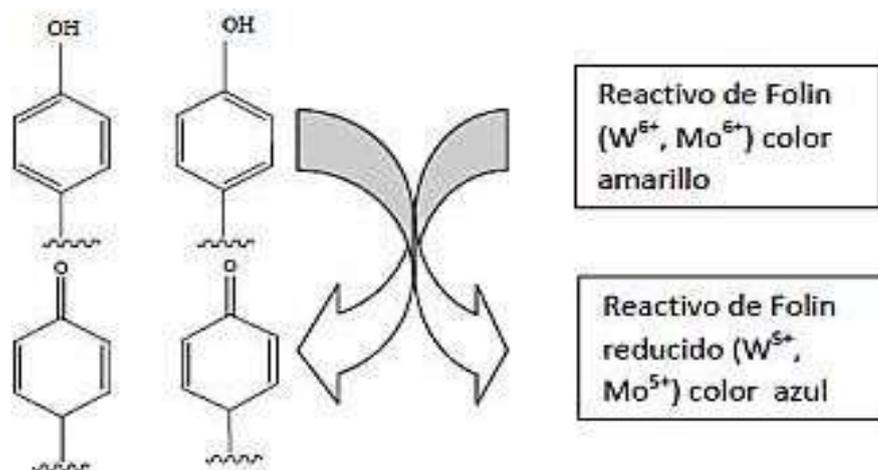


Figura 3 — Mecanismo de acción del reactivo Folin-Ciocalteu

Extraído de García (2015)

3.2.3 Antioxidantes

Los antioxidantes se definen como sustancias cuya acción neutralizan o bloquean la recepción en las moléculas del radical libre del oxígeno, que puede causar daño a la estructura y a la función de las membranas celulares, el DNA de las proteínas de la célula pueden ser dañados en inhibir o retrasar la tasa de oxidación provocada por los radicales libres (Andersen, 2013), (Martínez, 2000). Las funciones que ejercen los antioxidantes se realizan mediante el aumento de la velocidad de ruptura de los radicales libres, mediante la prevención de la participación de iones de metales de transición en la generación de radicales libres o mediante la desactivación o secuestro de radicales libres (Martínez, 2000).

Los antioxidantes pueden ser útiles en la prevención de cáncer, en la disminución del dolor de artritis y en el retardo de los efectos del envejecimiento (Pszczda, 1998). Los antioxidantes "neutralizan", o bloquean la recepción en las moléculas del radical libre del oxígeno, que puede causar daño a la estructura y a la normal función de la membrana y del ADN de las proteínas de las células que podrían resultar dañados.

3.2.4 Radicales Libres

Los radicales libres son moléculas independientes e inestables que tienen un electrón impar en una órbita, lo que las hace altamente energéticas y reactivas. Estas moléculas buscan otros electrones y causan reacciones de oxidación en

cadena que llevan al daño de células y DNA hasta ser eliminadas y retornar a su estado basal (Elliot, 1999).

Estas moléculas de los radicales libres en su estructura atómica presentan un electrón no apareado, pueden existir de forma independiente y que, debido a la inestabilidad de su configuración electrónica, son generalmente muy reactivos. Esta reactividad es la base de su toxicidad y de su corta vida media. Generalmente los radicales libres se forman por transferencia de electrones secundaria a reacciones metabólicas, las tres vías de formación son:

- Por la ruptura hemolítica del enlace covalente
- La pérdida de un electrón
- Por la adición de un electrón y las condiciones externas que promueven la producción de los radicales libres del entorno que nos rodea es la contaminación ambiental, las altas temperaturas, radiaciones ionizadas, luz ultravioleta, rayos X, medicamentos, el humo de tabaco y entre otras muchas que dañan lentamente a nuestros organismos y matan nuestras células (Casique, 2014).

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre es por ello que se caracterizan por ser muy reactivos, entonces como están desapareados tienden a captar un electrón de moléculas estables con el objetivo de alcanzar su estabilidad electroquímica: una vez que el radical libre consigue sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedarse con un electrón y así se da el inicio una verdadera reacción en la cadena del ADN que destruye nuestras células así como se muestra en la figura 3. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos (Suwlsky, 2006) mencionado también por (Mamani, 2011).

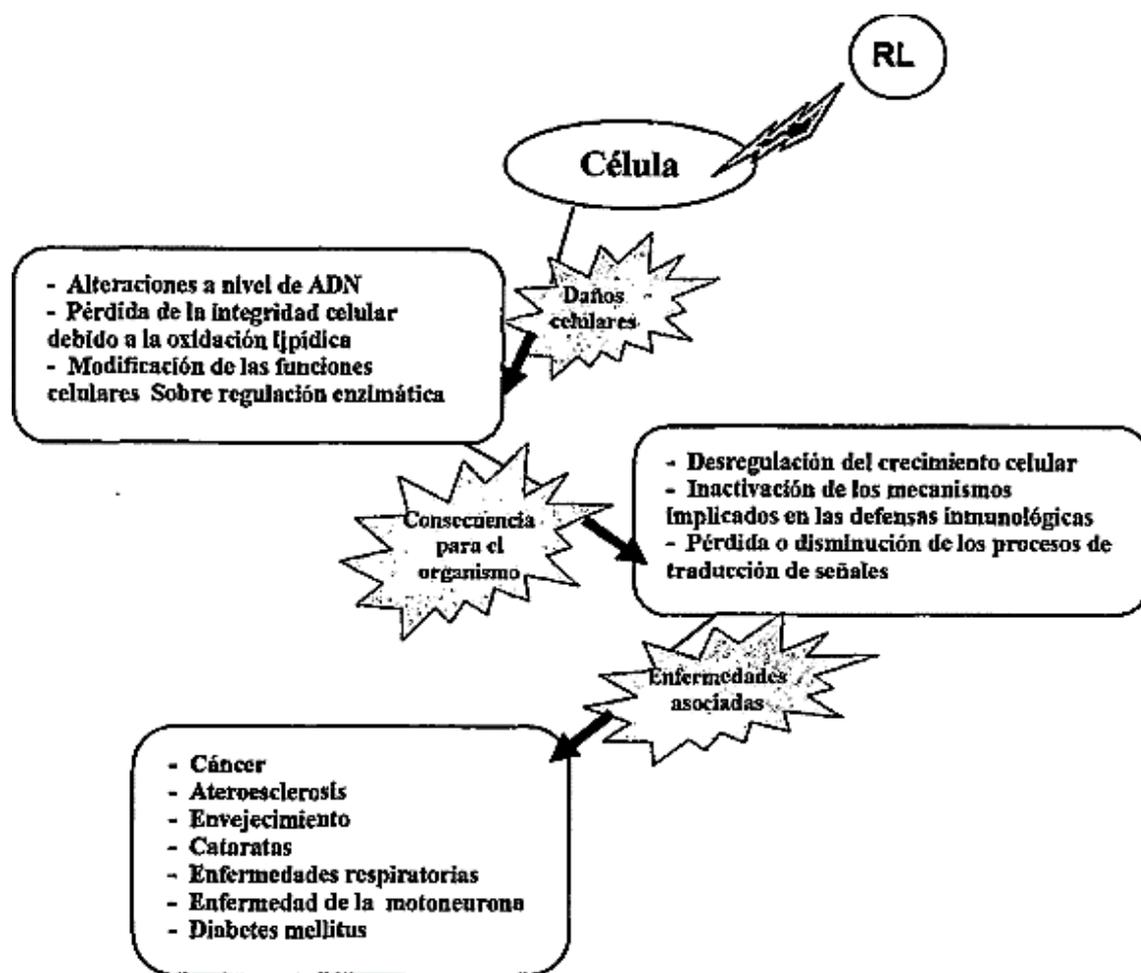


Figura 4 — Efecto que genera los radicales libres en nuestro organismo

Extraído de Mamani (2011)

3.2.5 Refrigerado

La conservación refrigerada bajo condiciones óptimas permite reducir las pérdidas cualitativas y cuantitativas debidas a desórdenes fisiológicos y podredumbres, retrasar la maduración y senescencia así prolongar la vida comercial de los productos hortofrutícolas en general, con calidad idónea para consumo en fresco o industrial, así como se muestra en la figura 4. La aplicación del frío disminuye los riesgos de aparición y desarrollo de ciertos agentes causantes de alteraciones como bacterias, hongos y levaduras. En los frutos climatéricos como el mango, las temperaturas altas de más de 40°C muestran un incremento en la actividad respiratoria, por el contrario, temperaturas bajas menores de 13°C disminuyen su respiración y prolongan su vida de anaquel mencionado por (Cáceres, 2013 y Delgado, 1985).

Tabla 2 — Tiempo de conservación de algunos frutos

PRODUCTO	TIEMPO DE CONSERVACIÓN (SEMANAS)		
	0 a 4 °C	5 a 9 °C	10 a 12 °C
Muy perecedero (0 a 4 s)			
Albaricoque	2 a 4		
Cereza	1 a 3		
Frambuesa	3 a 5 días		
Fresa	1 a 5 días		
Grosella	2 a 3		
Higo	1 a 2		
Mango		2 a 6	
Melón		1 a 3	10 a 12
Papaya coloreada		1 a 2	
Plátano verde			1 a 3
Plátano maduro			5 a 10 días
Sandia		2 a 3	
Perecederas (4 a 8s)			
Aguacate		2 a 4	
Ciruela	2 a 7		
Mandarina		4 a 6	
Melocotón	1 a 4		
Uva	4 a 6		
Semi-perecederas (6 a 12s)			
Coco	6 a 8		
Melón			8 a 12
Naranja	8 a 12	4 a 8	
No perecederas (más de 12 s)			
Limón			12 a 20
Manzana	8 a 30		
Pera	8 a 30		
Pomelo			12 a 16

Extraído de Delgado (1985)

3.2.6 Congelado

La congelación es el proceso de preservación originado por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio. Considerando que durante la congelación el agua incrementa su volumen, a medida que se van formando los cristales de hielo pueden producir incrementos localizados de la presión que pueden causar daños mecánicos.

Cuando se congela un producto natural alimenticio, en los tejidos de animales o vegetales, los cristales de hielo se forman casi siempre fuera de las células, ocasionando que el tejido extracelular se crioconcentre, lo que a su vez hace que se incremente su presión osmótica. Así se propicia la plasmólisis o deshidratación osmótica de la célula, pues la membrana celular es permeable al agua pero no deja pasar fácilmente los solutos. En esa circunstancia el agua fluye del interior celular haciendo que las células se encojan considerablemente; el líquido intracelular se torna muy concentrado y, finalmente, ocurren daños en la membrana celular. El almacenamiento en frío es la técnica más ampliamente utilizada para la conservación de frutas y hortalizas. Esta se basa generalmente en la aplicación de ciertas temperaturas constantes a los frutos a conservar, siempre por encima del punto crítico para poder mantener sus cualidades organolépticas, nutritivas, etc., durante un período de tiempo, que dependerá de la especie y variedad de que se traten (Cáceres, 2013).

Un factor determinante en la calidad organoléptica del producto congelado es el tamaño de los cristales de hielo formados. Éste depende de la tasa de nucleación y de la velocidad de extracción de calor del sistema; si la tasa de nucleación es baja, se forman pocos núcleos de hielo y éstos; por tanto, dan lugar, durante la etapa de cambio de fase, a pocos cristales de hielo, pero de gran tamaño. Estos cristales grandes producen daños en la estructura de los alimentos, provocando desde alteraciones en su textura hasta una importante pérdida de agua durante la descongelación. Por el contrario, si la tasa de nucleación es elevada, se forma una gran cantidad de núcleos de hielo. Estos núcleos dan lugar a muchos cristales de hielo que, si la velocidad de extracción de calor del sistema es adecuada, serán de pequeño tamaño y causarán pocas pérdidas de calidad en los alimentos. Por eso, la principal recomendación que hace el Instituto Internacional del Frío durante el proceso de congelación es que ésta se lleve a cabo lo más rápidamente posible, no sólo para producir cristales de hielo pequeños, sino también para

inhibir rápidamente los procesos de deterioro de los alimentos. Es evidente que el que la congelación sea rápida o lenta va a depender de algunas de las características del producto tales como su tamaño y forma, su temperatura inicial o su contenido de agua (Delgado, 1985). En la figura 3 muestra la duración practica de conservación de frutas por meses.

Tabla 3 — Conservación de frutas congeladas

Producto Frutas	Duración practica de conservación (meses)		
	-12°C	-18°C	-24°C
Albaricoque y melocotón en azúcar	6	12	18
Albaricoque y melocotón en ácido ascórbico	6	18	24
Cereza	-	18	24
Cereza en azúcar	6	12	18
Cereza con ácido ascórbico	6	18	24
Concentrados de jugos de frutas	-	24	24
Frambuesa	6	15	24
Frambuesa en azúcar	6	18	24
Fresa	6	15	24
Fresa en azúcar	6	18	24
Grosella roja	-	12	18

Extraído de Delgado (1985)

Dentro de estas limitaciones se encuentra la temperatura de congelación de los productos hortofrutícolas. Los frutos y vegetales para consumo en fresco, deben mantener activo su metabolismo y esto solo puede conseguirse en fase líquida, por lo no pueden ser sometidos a temperaturas inferiores a las de congelación que oscilan entre 0°C y - 1.5°C. La segunda limitación es que algunos de los productos de origen tropical y subtropical, presentan sensibilidad a las bajas temperaturas que se manifiesta por diferentes alteraciones y manchas en la piel, conocidas generalmente como lesión o daño por frío y que pueden causar una alta pérdida de calidad comercial. La conservación a bajas temperaturas



disminuye la transpiración, reduce la germinación de esporas y el crecimiento de hongos y ralentiza los cambios bioquímicos que producen pérdidas de calidad y llevan a la senescencia. Las temperaturas recomendadas para naranjas y mandarinas no son tan bajas como sería deseable ya que pueden producirse daños por frío variando la susceptibilidad a los mismos de las distintas variedades. El acondicionamiento a media o alta temperatura previo al almacenamiento puede reducir los daños por frío. El calentamiento intermitente alternando periodos de bajas y medias temperaturas puede ser un tratamiento práctico para prolongar el almacenamiento de frutos sensibles al frío. Los recubrimientos céreos y plásticos pueden ser beneficiosos y alargar la frigoconservación aunque deben elegirse adecuadamente para que no afecten negativamente al sabor (Martinez, 1997) mencionado por (Cáceres, 2013).

3.2.7 Estabilidad de los alimentos

La estabilidad es la capacidad que tiene un alimento de mantener por determinado tiempo sus propiedades originales dentro de las especificaciones de calidad existentes. Los factores asociados con la estabilidad de los alimentos pueden ser intrínsecos o extrínsecos:

Factores intrínsecos: están relacionadas con las características del alimento:

- La composición química del alimento.
- El pH del alimento cuanto más ácido es el alimento suele ser más estable.
- La actividad del agua, mientras menor sea resulta ser más estable alimento.
- Estado físico del alimento.

Factores extrínsecos influyen principalmente las condiciones de transporte y almacenaje:

- Acondicionamiento
- Tecnología de conservación (humedad del ambiente, temperatura de almacenamiento y atmósfera que rodea al alimento).

Cambios en carbohidratos:

- Oxidación de la glucosa: La glucosa puede ser oxidada a ácido glucónico por acetobacterias, volviendo avinagrados los vinos.
- Síntesis de polisacáridos: Los disacáridos pueden ser transformados en dextranos por *Leuconostoc mesenteroides* y *Streptococcus viscosum*, algo que suele ocurrir en los zumos de frutas.

- Glucólisis anaerobio: azúcares como la glucosa, fructosa, maltosa o lactosa se transforman en ácido pirúvico, que en anaerobiosis puede ser modificado a ácido láctico (por *Lactobacillus*), etanol (por levaduras), o ácido acético (por acetobacterias).

Los polifenoles son sintetizados de manera natural por la mayoría de vegetales, por lo que este tipo de pardeamiento afecta principalmente a frutas, verduras y otros vegetales: patatas, champiñones, manzanas, alcachofas, plátanos, peras, melocotones... En ocasiones el pardeamiento enzimático puede resultar deseable como en el caso de la fermentación de las hojas de té, granos fermentados de cacao, maduración de dátiles... Los sustratos del pardeamiento enzimático son siempre compuestos fenólicos, algunos por su estructura son especialmente susceptibles como los difenoles y derivados, derivados del aminoácido L-tirosina (como la dopa), ácidos orgánicos con anillos aromáticos y compuestos flavonoides.

3.2.8 Material de investigación

3.2.8.1 Morfología de la planta

El Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) es un arbusto pequeño de 0,50 a 1 m de altura que posee ramas definidas rectas, el tallo erecto, posee hojas alternas, presenta una inflorescencia terminal, con flores moradas, el fruto es una baya esférica de 0.6 - 1 cm de diámetro.

3.2.8.2 Taxonomía

Familia : *Polygalaceae*
Tribus : *Polygaleae*
Genus : *Monnina*
Species : *Monnina Vargasii*
Nombre : *Monnina vargasii* Ferreyra

Extraído de León (2006)

3.2.8.3 Condiciones de crecimiento

Es una especie poco exigente en suelos se adapta en cualquier tipo hasta en suelos poco arenosos, requiere poca humedad crece de forma silvestre y el riego se hace de forma natural (lluvia) en los meses de invierno.

3.2.8.4 El Fruto

El fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) inicialmente tiene una coloración verde luego a medida que va adquiriendo sus compuestos cambia a



rojo vino y finalmente cuando está maduro es de color morado oscuro, posee una estructura similar a los frutos de arándano y sauco, se compone de piel u hollejo, pulpa y una pepa por cada fruto.

- **Piel u hollejo:** Es una capa o membrana fina que rodea al fruto como protector de la pulpa, define la piel del sauco como una capa cerosa que protege a las células de la piel contra la acción de la humedad atmosférica e impide la penetración de gérmenes patógenos en el interior de los frutos. En el hollejo se encuentran sustancias aromáticas, y el color del fruto se debe a la presencia de la cianidina, los cuales son pigmentos naturales que están presentes en las células de la piel, cuya cantidad e intensidad de color desempeñan un papel importante (Cahuana, 1991).
- **Pulpa:** la pulpa es de color morado oscuro, muy jugoso y ligeramente dulce, también ahí se encuentra la mayor parte del extracto o materia coloidal que le caracteriza y que contribuye la mayor parte del fruto, asimismo dentro de ello se encuentra la pepa.

3.3 Marco conceptual

Antioxidante: son sustancias capaces de liberar electrones sin perder su estabilidad y así proteger a las células de los daños que causan los radicales libres. Los antioxidantes pueden prevenir muchas enfermedades con el cáncer, en la disminución del dolor de artritis y retarda el envejecimiento. Entre los antioxidantes se estiman las vitaminas A, C y E, el licopeno, flavonoides y carotenos entre muchos otros.

Antocianinas: son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y que se caracterizan portando el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos y cumplen diferentes funciones en las plantas: una de ellas es proteger a las plantas de la radiación ultravioleta así como atraer insectos polinizadores que es una de las actividades más importantes en el desarrollo de las plantas. Desde una definición química las antocianinas pertenecen al grupo de las flavonoides y son glucosido de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina a la que le denomina la aglicona asimismo se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico.

Polifenoles: Los polifenoles ayudan a reducir el efecto de los radicales libres, preservar la función y estructura celular y prevenir enfermedades cardiovasculares, diferentes tipos de cáncer, diabetes, osteoporosis y enfermedades degenerativas.

Radicales libres: Los radicales libres son moléculas inestables elaboradas durante el metabolismo normal de las células (cambios químicos que ocurren en una célula), los radicales libres se pueden acumular en las células y dañar otras moléculas. El daño puede aumentar el riesgo de padecer de cáncer y otras enfermedades.

DPPH: Este estudio evalúa la actividad antioxidante usando el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). Este método se utiliza para determinar la capacidad antioxidante de alimentos y compuestos, El fundamento del método desarrollado por Brand-Willams et al. (6), DPPH, consiste en que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida espectrofotométricamente a 517 nm.

Folin Ciocalteu: El reactivo de Folin-Ciocalteu es una mezcla de fosfomolibdato y fosfowolframato, usado para la determinación de antioxidantes fenólicos y polifenólicos, funciona midiendo la cantidad de sustancia analizada que se necesita para inhibir la oxidación del reactivo. En consecuencia, el reactivo mide la capacidad reductora total de una muestra, no sólo el nivel de compuestos fenólicos.

Flavonoides: Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.

Daño oxidativo: El estrés oxidativo es un proceso que se produce en nuestro cuerpo debido a un exceso de radicales libres* y a la falta de antioxidantes para contrarrestarlos. El aumento de estos radicales libres y de oxígeno en nuestro cuerpo da lugar a que nuestras células se oxiden, afectando a sus funciones y dañándolas.

Espectroscopia UV Visible: La espectroscopia UV-Vis es una técnica analítica que mide la cantidad de longitudes de onda discretas de luz UV o visible que son absorbidas o transmitidas a través de una muestra en comparación con una muestra de referencia o en blanco.

Ácido gálico: El ácido gálico (AG) es un compuesto fenólico que se encuentra en diversas fuentes naturales como plantas, frutas y verduras. A éste, se le atribuyen diversos efectos biológicos como actividad antiinflamatoria, antibiótica, protección cardiovascular, anticancerígena y antioxidante.

Colorantes artificiales: Los colorantes artificiales son sustancias de procedencia química, elaboradas en un laboratorio que se usan en la industria alimentaria para aumentar o dar color a los alimentos. Los colorantes artificiales hacen que la comida se



vea más bonita, llena de colores brillantes. Sin embargo, no son necesarios ni nutritivos, y podrían poner en riesgo la salud.



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo de la investigación se tomó como base el tipo con intervención experimental de enfoque cuantitativo donde podremos identificar, medir y evaluar estadísticamente los efectos causados en el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante por procesos de refrigerado, congelado, fresco y en fresco inicial de los frutos maduros de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra). Los resultados se recolectaron mediante la observación directa y con la ayuda de equipos e instrumentos de análisis.

4.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo a partir de los resultados obtenidos de la investigación experimental del grado de relación que exista entre las variables.

4.2 Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación corresponde al diseño experimental donde podremos identificar, medir y evaluar estadísticamente los efectos causados en el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante por procesos de refrigerado, congelado, fresco y en fresco inicial de los frutos maduros de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) usando el Software estadístico InfoStat Version 2020.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Se consideró población de estudio a la producción de este fruto proveniente del distrito de Circa provincia de Abancay departamento de Apurímac.

4.3.2 Muestra

La recolección de la muestra se realizó de forma manual aquellos frutos maduros que se caracterizan por ser de color morado oscuro del Anexo de Kesari distrito de Circa provincia de Abancay. Después de su recolección se transportó vía terrestre al lugar de ejecución de la investigación que fue la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac a la facultad de Ingeniería Agroindustrial al laboratorio de procesamiento que está ubicada en el distrito de Tamburco provincia de



Abancay departamento de Apurímac, durante el transporte no se aplicó ningún tratamiento térmico llegando al lugar de ejecución de la investigación en menos de 24 horas. Para realizar su análisis respecto se excluyeron frutos con indicios de pudrición, hongos, con golpes a la vez fruto inmaduro (frutos verdes) y frutos secos y marchitos. La muestra se pesó 950g de frutos maduros (color morado oscuro) de los cuales se fraccionaron para su análisis para las diferentes condiciones de almacenamiento (fresco (300g), refrigerado (300g) y congelado (300g)).



Figura 5 — Flor de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra)



Figura 6 — Fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra)



Figura 7 — Hojas de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra)



Figura 8 — Fruto maduro de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra)

4.4 Procedimiento

4.4.1 Recolección de materia prima (Condorusa - frutos maduros)

Se recolectó 1kg de forma manual en envases de plástico seleccionando de la planta frutos maduros de Condorusa de la zona de Anexo de Kesari distrito de Circa provincia de Abancay

4.4.2 Selección de materia prima (Condorusa - frutos maduros)

La selección se realizó de forma manual separando toda materia extraña (paja, hojas, etc) frutos dañados, podridos e inmaduros; quedando 950g de frutos maduros en buen estado para su próximo análisis.

4.4.3 Fraccionamiento para sus análisis (Condorusa - frutos maduros)

Se pesó los frutos de Condorusa en 3 fracciones iguales de los cuales 300g para muestra fresca, 300g para muestra refrigerada y 300g para muestra congelada guardándose en frasco de vidrio para su almacenamiento respectivo por otro lado se analizó el fruto fresco inicial.

4.4.4 Proceso de conservación (Condorusa - frutos maduros)

Condorusa fresco inicial: se analizó inmediatamente después de 5 horas de su recolección.

Condorusa fresco: El fruto fresco se acondicionó a temperatura ambiente en un lugar fresco, seco y en sombra durante 5 días para su posterior extracción de pigmento.

Condorusa refrigerado: El fruto refrigerado se acondicionó a una temperatura de 4°C °C/5días, utilizando una refrigeradora para su posterior extracción de pigmento.

Condorusa congelado: El fruto congelado se acondicionó en una Congeladora a una temperatura de -18°C/5días para su posterior extracción de pigmento.

4.4.5 Extracción del pigmento de las muestras de Condorusa

El extracto se obtuvo siguiendo la metodología usada por (Giusti, 2015), (Barragán, 2017) y (Barragán, 2020) con algunas modificaciones:

Procedimiento:

1. Se determinó del fruto fresco inicial después de 5 horas de su recolección su contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante por triplicado, para ello se pesó 1 g de muestra por triplicado luego se trituro en un mortero de forma independiente.



Figura 9 — Condorusa triturado en el mortero

2. Después de su almacenamiento por 5 días, se analizaron las muestras tomando primero las muestras de frutos de Condorusa fresco, refrigerado y congelados, se pesó 1 g de muestra por triplicado luego se trituro en un mortero de forma independiente para cada estado de conservación.
3. Se utilizó como solvente de extracción metanol acidificado con HCl al 0.01% en una proporción de materia/solvente 1:15 g/ml para extracto de fruto fresco inicial y 1:10 g/ml para extracto de fruto fresco, refrigerado y congelado triturando en un mortero para su extracción sólido -líquido y posteriormente se filtró.

4. Seguido la muestra filtrada se almacenó en tubos cónicos de taba rosca y llevados a la centrifuga para separar el sobre nadante del líquido muestra.
5. Seguido se aforó a 15ml para la muestra del fruto fresco inicial, asimismo aforo a 10ml para fruto fresco, refrigerado y congelado completando la cantidad perdida en el centrifugado y posteriormente fueron preservados en refrigeración a una temperatura de 4° C.



Figura 10 — Extractos pigmentados de Condorusa de las tres condiciones (fresco, refrigerado y congelado) por triplicado

4.4.6 Determinación de contenido de antocianinas totales (CAT) por el método (pH diferencial).

Para cuantificar el contenido de antocianinas monoméricas totales se empleó el método de pH diferencial (Giusti, 2015) con algunas modificaciones (Barragán, 2017) y (Barragán, 2020)

4.4.6.1 Procedimiento

- Se preparó los reactivos buffer pH 1.0 y pH 4.5. Para buffer pH 1.0 se pesó 0.1863 g de cloruro de potasio en estado sólido y se mezcló en 100 ml de agua destilada agitando de forma permanente, seguido se ajustó con ácido clorhídrico (HCl) a pH 1.0 concentrado y se aforó a 100 ml.
- Así mismo se preparó buffer pH 4.5 pesándose 5.44 g de acetato de sodio y se mezcló con agua destilada seguidamente a un aforo de 100 ml, se ajustó con ácido acético glacial gota a gota hasta obtener un pH 4.5.
- Para la dilución se tomaron 100 μ l de muestra pura (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) de forma independiente para cada estado de conservación en diferentes tubos y 1200 μ l de buffer cloruro de potasio (pH 1.0); seguido se hizo el mismo procedimiento con buffer acetato de

sodio (pH 4.5), dejando equilibrar estas diluciones durante 15 min en un ambiente oscuro. Ver anexo 2.

- Posterior a los 15 min se midió la absorbancia en el equipo espectrofotómetro UV Visible para cada dilución a una longitud de onda de 520 nm y a 700 nm, usando como blanco agua destilada.
- Se calculó la concentración de pigmentos antocianínicos monoméricos en las muestras diluidas utilizando la ecuación (2).

Cálculos: Se utilizó las siguientes ecuaciones para la determinación de la absorbancia de cada muestra diluida, a las diferentes longitudes de onda y en las diferentes soluciones buffer mencionado por (Aroni, 2013).

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH\ 4.5} \quad \dots (1)$$

Para calcular CAT en (mg/100g) se usó la siguiente ecuación

$$CAT \left(\frac{\text{mg cianidina-3-glucosido}}{100g} \right) = \frac{A * PM * FD}{(\epsilon * 1)} * \left(\frac{V}{W} \right) * 100 \quad \dots \dots (2)$$

Donde:

- CAT** Contenido de antocianinas totales
- A** Cambio en la absorbancia
- PM** Masa molecular de la antocianina predominante en estos frutos, que es la cianidina-3-glucosido y cuyo peso molecular es 449.2 g/mol
- FD** Factor de dilución
- ϵ Coeficiente de absortividad molar de la cianidin-3-glucosido 26900 L/mol.cm
- 1** Camino óptico de celda, 1 cm
- W** Peso muestra (g)
- V** Volumen de aforo del extracto (ml)

4.4.7 Determinación de polifenoles totales (Folin ciocalteu)

El contenido de polifenoles totales se desarrolló de acuerdo al método de Folin ciocalteu para determinar la concentración de fenoles totales se evaluó con el método que consiste en la reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu (Saura, 2007) el cual se basa en la oxidación de compuestos fenólicos con el reactivo Folin Ciocalteu formado por ácido fosfomolibdotúngstico (W6, Mo6) de color amarillo en medio ácido, el mismo es reducido a (W5, Mo5) por los grupos fenólicos en medio básico, emite un complejo color ligeramente amarillo - azul,



cuya intensidad medida en absorbancia a 765 nm, para el contenido de polifenoles se usó como patrón de referencia el reactivo (ácido gálico) según (Vernon, 1999) mencionado por (Barragán, 2017 y García, 2015).

4.4.7.1 Procedimiento

- El extracto de muestras de Condorusa es la misma para todos los estados de conservación (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) la descripción de encuentra en 4.4.2 y para cada uno de los análisis realizados se realizó por triplicado
- Para la determinación del contenido de polifenoles totales se tomó 100 μ l (volumen del extracto), 1600 μ l de agua destilada, 100 μ l de Folin Ciocalteau, 200 μ l de carbonato de sodio (Na_2CO_3) por triplicado para los tres estados de conservación (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado), de forma independiente, agitando de forma continua, y se dejó en reposo por 30 min en un ambiente fresco y oscuro.
- Pasado el tiempo de reposo se evalúa la reducción de color (absorbancia) en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 765nm.
- Para determinar el contenido de polifenoles totales se tomó como patrón de referencia el ácido gálico como se muestra en la descripción de 4.4.2.

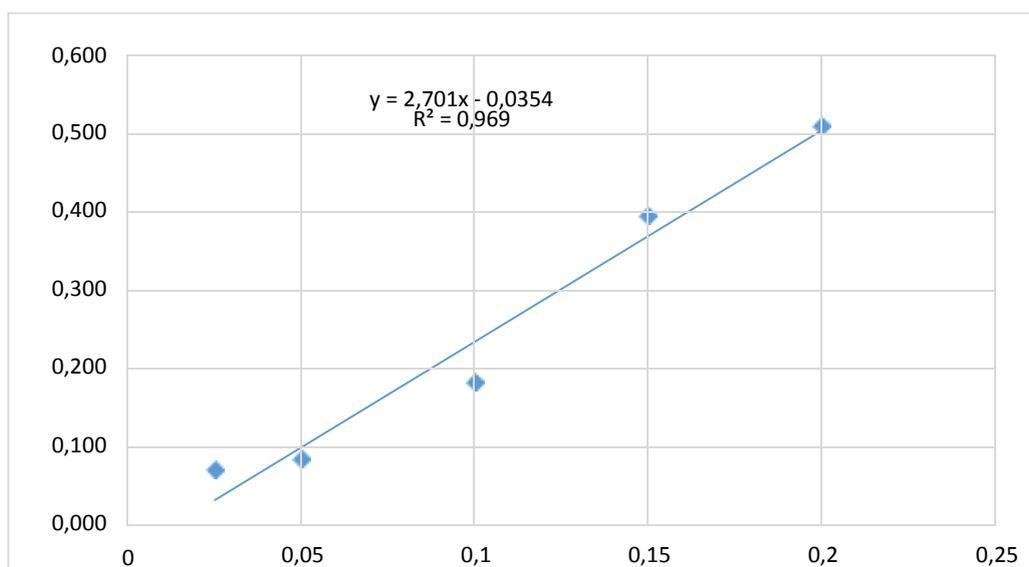


Figura 11 — Curva de calibración de ácido gálico para determinar polifenoles totales

Se tiene los valores de la curva de patrón de ácido gálico:

$$Y = BX + A$$

$$Y = 2.701X - 0.0354$$

Donde:

$$A = -0.0354$$

$$B = 2.701$$

Teniendo estos valores de A y B se calcula contenido polifenoles totales (PFT en unidad de mg ácido gálico/100g de muestra fresca) con la siguiente ecuación 4.

$$PFT_1 \left(\frac{\text{mg ácido gálico}}{\text{ml}} \right) = \left(\frac{ABS_{muestra} - A}{B} \right) * FD$$

$$PFT \left(\frac{\text{mg ácido gálico}}{100 \text{ g}} \right) = PFT_1 \left(\frac{\text{g ácido gálico}}{100 \text{ g}} \right) * \frac{V}{W} * 100 \quad \dots\dots(3)$$

Donde:

PFT : Polifenoles totales

$ABS_{muestra}$: Absorbancia de la muestra

A : Intercepto

B : Pendiente

FD : Factor de dilución

4.4.8 Determinación de capacidad antioxidante (DPPH)

4.4.8.1 Método DPPH

La molécula DPPH (1,1-difenol-2-picil-hidrazilo) es un radical libre por lo que tiene un electrón desapareado sobre su molécula el cual es muy estable en medio metanólico. Este DPPH presenta una coloración de violeta intenso y en presencia de una sustancia antioxidante, éste le dona un electrón y a medida que el antioxidante reacciona con este radical libre, el color de violeta intenso se desvanece después de 30 minutos el cual se conservó en un ambiente oscuro (se cubrió con papel aluminio) por consiguiente se midió en cambio de color para determinar la capacidad antioxidante de extracto de Condorusa en el equipo de espectrofotómetro a 515 nm.

4.4.8.2 Procedimiento

Se ha medido la capacidad antioxidante de las muestras por el método DPPH con modificaciones por (Barragán, 2018) según (Brand, 1995) con algunas modificaciones (Barragán, 2020) se realizó el mismo procedimiento según los



antecedentes citados para los extractos fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado Condorusa.

Para la determinación de la capacidad antioxidante con este método de DPPH de los extractos de Condorusa fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, se usó como patrón de referencia el trolox y los extractos como el estándar actuaron reduciendo el radical DPPH. Se determinó por triplicado, considerando la absorbancia a 515 nm de longitud de onda.

- Se preparó DPPH (se pesó 0.0010 g DPPH y luego aforó en una fiola de 25 mL con etanol puro) y esta solución debe estar libre de contacto de la luz y mantenerlo en refrigeración.
- Se tomó 1200 µl de reactivo DPPH el cual se tomó lectura inicial en espectrofotómetro a 515nm, antes de agregar el extracto obtenido Condorusa. Ver anexo 4.
- Posterior a la lectura inicial se agregó 100 µl del extracto de Condorusa, para los tres estados de conservación (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) por triplicado de forma independiente, se almacenó en un ambiente fresco y oscuro durante 30 min.
- Pasado el tiempo de almacenamiento se tomó la segunda lectura de absorbancia a 515 nm en espectrofotómetro para finalmente determinar la reducción que hubo de los radicales libres en el DPPH.

El radical DPPH en solución, es de color violeta intenso y se vuelve incoloro o amarillo pálido cuando reacciona con antioxidantes que lo neutralizan (Jiménez, 2010).

- Para evaluar la capacidad antioxidante se utilizó como patrón equivalente al trolox TEAC DPPH se determinó con solución patrón de trolox cuyo R2 fue 0.9918 y su ecuación $y = 0.0008x + 0.0101$. Los cálculos se efectuaron con la siguiente ecuación (6) (Mishra, 2012).



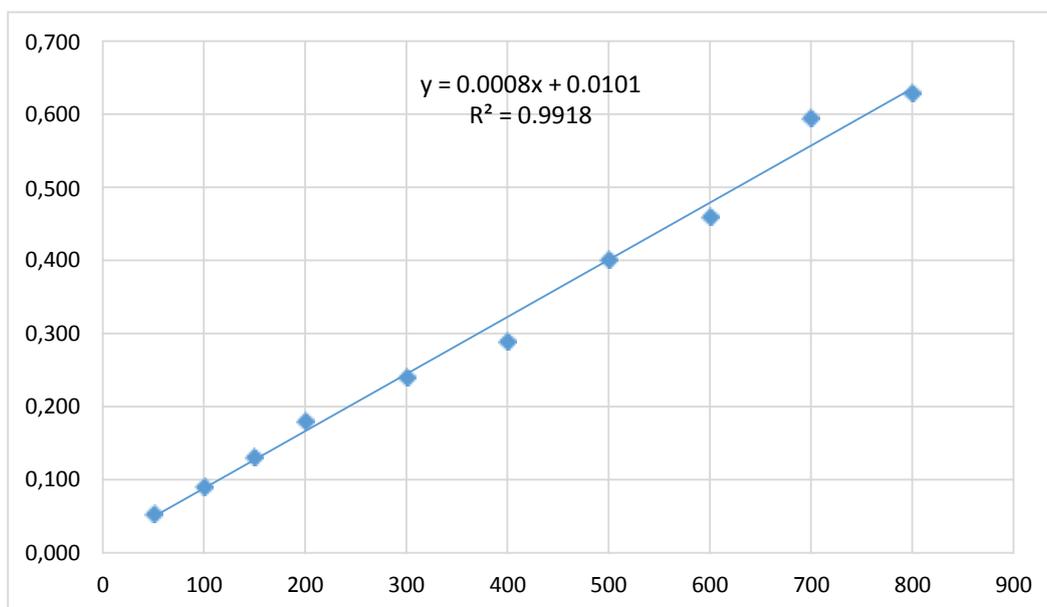


Figura 12 — Curva de calibración de Trolox para la determinación de Capacidad Antioxidante por el método de DPPH

$$TEAC\ DPPH_1 \left(\frac{\mu mol\ trolox}{L} \right) = \left(\frac{ABS_{muestra} - A}{B} \right) * FD$$

$$TEAC\ DPPH \left(\frac{\mu mol\ trolox}{g} \right) = TEAC\ DPPH_1 \frac{\mu mol\ trolox}{L} * \frac{1L}{1000ml} * \frac{V}{W} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

- $ABS_{muestra}$: es absorbancia de la muestra
- A : intercepto
- B : pendiente
- FD : factor de dilución.

4.5 Técnicas e instrumentos

4.5.1 Materiales y equipos

4.5.1.1 Material biológico

- Frutos maduros de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) 950g

4.5.1.2 Materiales de campo

- Vasos estériles
- Cámara fotográfica



4.5.1.3 Materiales de laboratorio

- Micropipetas de 10 ul y 100 ul marca BOECO
- Tubos de ensayo cónico con tapa rosca de 15ml de capacidad
- Rollos de papel aluminio

4.5.1.4 Equipos de laboratorio

- Refrigeradora domestica para almacenar reactivos químicos asi también el fruto a investigar.
- Micro pipeta de marca Boeco de diferentes volúmenes 100-1000µL; 10-100 µL; 0,1-10 µL.
- Balanza analítica OHAUS ADVENTURE (Parsippany, New Jersey)
- Congelador marca Mapfre
- Espectrofotómetro UV VIS marca THERMO SCIENTIFIC

4.5.1.5 Reactivos

- Buffer cloruro de potasio pH=1
- Buffer acetato de sodio pH=4.5
- Folin-Ciocalteu
- DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

4.6 Análisis Estadístico

Los resultados en diferentes condiciones de almacenamiento de fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, en relación a sus compuestos bioactivos se determinó los análisis estadísticos usando diseño experimental completamente al azar con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamiento comprendidas en el análisis de varianza: las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey con una significancia de 0.05 usando el software estadístico Infostad versión 2020 (Rienzo, 2011) y el uso de Microsoft Excel para procesamiento de datos y obtención de promedios. Para expresar el efecto sobre los variables dependientes (contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante) de los variables independientes que son las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, se determinó por triplicado para mayor precisión de los resultados se usó el diseño completamente al azar (DCA).

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \varepsilon_{ij}$$



Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global r_i ; es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i y ε_{ij} es el error atribuible a la medición Y_{ij} .

Hipótesis estadístico

En un diseño completamente al azar la hipótesis nula es que los efectos de los tratamientos (T) son todos iguales lo que se expresa como:

Ho: $T = T_i$

La hipótesis alterna es que hay al menos un efecto de tratamiento que es diferente a los demás.

Ha: $T \neq T_i$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

A continuación, se detalla los resultados sobre el contenido de antocianinas totales (CAT), polifenoles totales (PF) y capacidad antioxidante (CA) de los extractos obtenidos a partir de fruto fresco inicial después de 5 horas de su recolección y de frutos almacenados durante 5 días en condición fresco (temperatura ambiente), refrigerado (4°C) y congelado (-18°C).

5.1.1 Resultados de contenido de antocianinas totales (CAT) en mg cianidina

3- glucósido/100g

En la tabla 4 se muestran los resultados de contenido de antocianinas totales (mg cianidina 3-glucosido/100g fruto) con promedio de tres repeticiones: El contenido de antocianina totales en frutos fresco inicial fue de 54.45 mg cianidina 3-glucosido/100g de fruto fresco; después de su almacenamiento por 5 días, presenta el más alto contenido el extracto del fruto congelado con 7.26 mg cianidina 3-glucosido/100g fruto luego el extracto del fruto fresco con 7.06 mg cianidina 3-glucosido/100g fruto y finalmente se obtuvieron en menor cuantía el extracto del fruto refrigerado 4.17 mg cianidina 3-glucosido/100g fruto y lo encontramos en la tabla 5 y gráficamente lo representa en la figura 13.

Calculando absorbancia en la ecuación 1 (A):

$$A = (0.547 - 0.004)_{pH\ 1.0} - (0.227 - 0.011)_{pH\ 4.5} = 0.327$$

Calculando Contenido de antocianinas totales (CAT) en Condorusa fresco inicial en la ecuación 2:

$$CAT = \frac{0.327 * (449.2 * 1000 \frac{mg}{mol}) * 8.8}{26900 \frac{L}{mol.cm} * 1cm} * \frac{0.015L}{1g} * \left(\frac{100g}{100g}\right)$$

$$CAT = 72.08 \frac{mg\ cianidina\ 3 -\ glucosido}{100g}$$

Calculando absorbancia en la ecuación 1 (A):

$$A = (0.151 - 0.056)_{pH\ 1.0} - (0.111 - 0.06)_{pH\ 4.5} = 0.044$$

Calculando Contenido de antocianinas totales (CAT) en fresco, refrigerado y congelado después de su almacenamiento por 5 días en la ecuación 2:

$$CAT = \frac{0.044 * (449.2 * 1000 \frac{mg}{mol}) * 8.8}{26900 \frac{L}{mol.cm} * 1cm} * \frac{0.01L}{1g} * (\frac{100g}{100g})$$

$$CAT = 6.47 \frac{mg \text{ cianidina 3 - glucosido}}{100g}$$

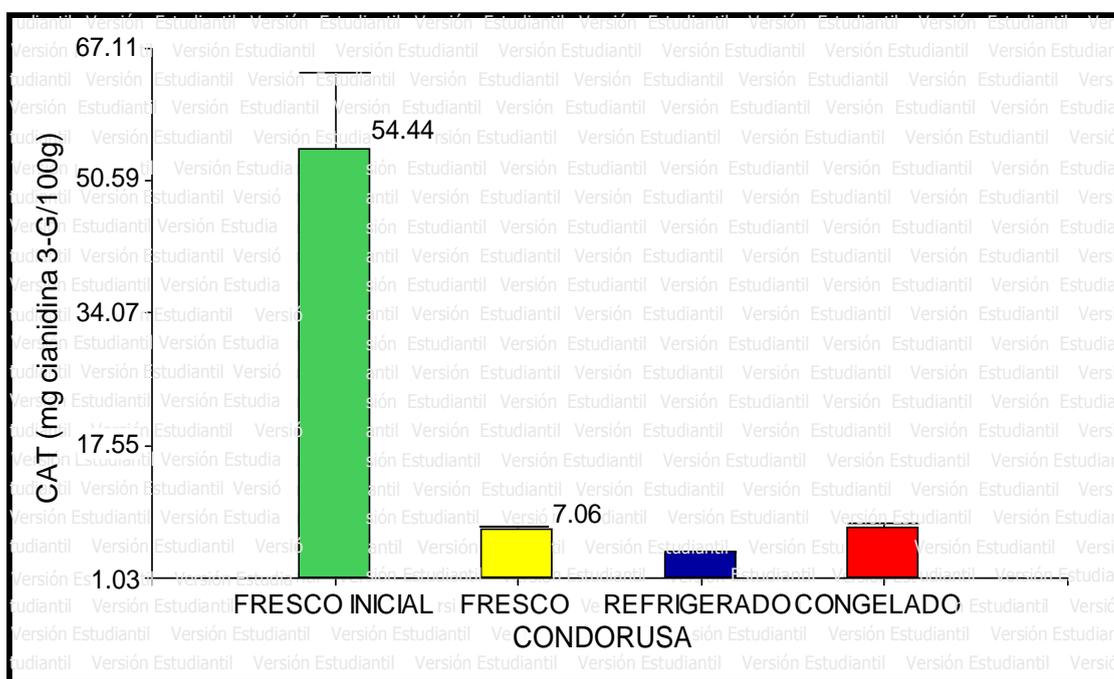


Figura 13 — Resultado obtenido de CAT para cada uno de los extractos fresco refrigerado y congelado de fruto de Condorusa

Los resultados estadísticos mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia se rechazó la hipótesis nula y se demostró la hipótesis alterna que indica que al menos uno de los tratamientos es igual: en este caso el extracto de fruto congelado, refrigerado y fresco estadísticamente no hay diferencia significativa pero sí numéricamente y haciendo una comparación con el extracto del fruto fresco inicial existe diferencia significativa.

5.1.2 Resultados de polifenoles totales (PF) en mg ácido gálico/100g

Para determinar el resultado de polifenoles totales en el extracto de Condorusa se usó el método de folin ciocalteu y cada variable dependiente (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) se realizó por triplicado:

Según Barragán (2018) y Singleton (1965) se tiene la ecuación de la curva patrón de ácido gálico:

$$Y = BX + A$$

$$Y = 2.701X - 0.0354$$

Donde:

$$A = -0.0354$$

$$B = 2.701$$

Teniendo estos valores de A y B se calcula los polifenoles totales (mg ácido gálico/100g fruto) para el extracto de fruto fresco inicial mediante la ecuación 3.

$$PFT = \left(\frac{0.12 - (-0.0354)}{2.701} \right) * 4 = 0.230 \frac{mg \text{ ácido gálico}}{ml}$$

$$PFT = \left(0.230 \frac{mg}{ml} \right) * \frac{10ml}{1g} * \frac{100g}{100g} = 345.21 \frac{mg \text{ ácido gálico}}{100g}$$

Polifenoles totales (mg ácido gálico/100g fruto) para el extracto fresco, refrigerado y congelado almacenados por 5 días, mediante la ecuación 3.

$$PFT = \left(\frac{0.048 - (-0.0354)}{2.701} \right) * 4 = 0.12351 \frac{mg \text{ ácido gálico}}{ml}$$

$$PFT = \left(0.12351 \frac{mg}{ml} \right) * \frac{10ml}{1g} * \frac{100g}{100g} = 123.51 \frac{mg \text{ ácido gálico}}{100g}$$

Donde:

PFT : Polifenoles totales

$ABS_{muestra}$: Absorbancia de la muestra

A : Intercepto

B : Pendiente

FD : Factor de dilución

Los resultados de contenido de polifenoles totales (mg ácido gálico/100gfruto) de Condorusa se muestran con promedio de tres repeticiones: El contenido total de

polifenoles en fruto fresco inicial fue de 311.15 (mg ácido gálico / 100g fruto fresco), después de su almacenamiento durante 5 días, en alto grado le corresponde al extracto del fruto fresco con 126.96 (mg ácido gálico / 100g fruto), luego el extracto del fruto congelado con 110.18 (mg ácido gálico / 100g fruto) y finalmente se obtuvieron en menor cuantía el extracto del fruto refrigerado con 98.33 (mg ácido gálico / 100g fruto) y gráficamente se representa en la figura 14.

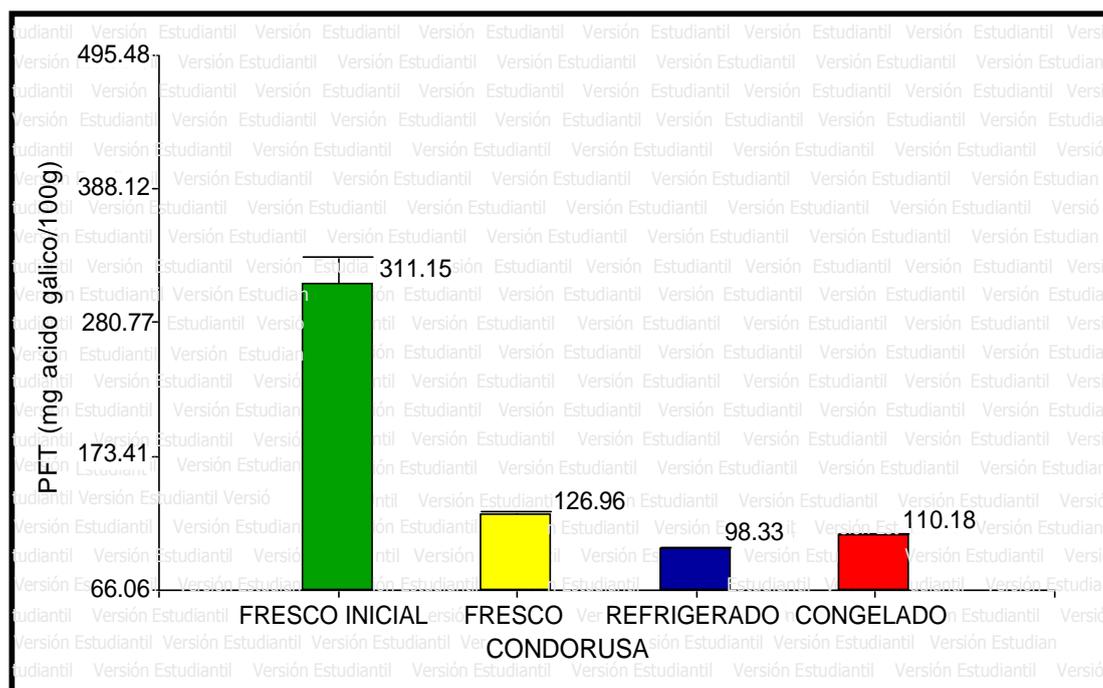


Figura 14 — Comparación de (PFT) Polifenoles Totales en extractos fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado de frutos de Condorusa

Los resultados estadístico para el Contenido de Polifenoles totales PFT (mg ácido gálico / 100g) mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia fue la hipótesis nula, esto indica que cuando los tratamientos en diferentes condiciones de almacenamiento son todos iguales o diferentes: en este caso los extracto de fruto fresco, congelado y refrigerada estadísticamente son iguales y haciendo una comparación con el fruto fresco inicial son diferentes estadísticamente.

5.1.3 Resultados de Capacidad Antioxidantes DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$)

La capacidad antioxidante se determinó por el método de DPPH expresados en $\mu\text{mol trolox/g}$ en el extracto de Condorusa. Los análisis para cada uno de los extractos (fresco, refrigerado y congelado) se realizaron por triplicado y haciendo los cálculos correspondientes se determinó los resultados que se detallan en la tabla 12: la capacidad antioxidante del fruto fresco inicial fue de 24.44 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto fresco), después de su almacenamiento por 5 días, en alto grado le corresponde al extracto del fruto



fresco con 16.228 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto), luego el extracto del fruto congelado con 13.028 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) y finalmente se obtuvieron en menor cuantía el extracto del fruto refrigerado con 10.412 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) y gráficamente se representa en la figura 15.

La ecuación 4 nos muestra para determinar capacidad antioxidante por el método DPPH sabiendo los valores de A y B por la curva de calibración Trolox:

$$Y = B X + A$$

$$Y = 0.0008x + 0.0101$$

Donde:

$$A = 0.0101$$

$$B = 0.0008$$

Teniendo estos valores de A y B se calcula la capacidad antioxidante ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) para el extracto de fruto fresco inicial mediante la ecuación 3.

$$TEAC_{DPPH} \left(\frac{\mu\text{mol trolox}}{L} \right) = \left(\frac{0.342 - 0.0101}{0.0008} \right) * 4 = 1659.5$$

$$TEAC_{DPPH} = 1659.5 \frac{\mu\text{mol}}{L} * \left(\frac{1L}{1000ml} \right) * \left(\frac{15ml}{1g} \right) = 24.893 \mu\text{mol trolox/g}$$

Teniendo estos valores de A y B se calcula la capacidad antioxidante ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) para el extracto de fruto fresco, refrigerado y congelado mediante la ecuación 3.

$$TEAC_{DPPH} \left(\frac{\mu\text{mol trolox}}{L} \right) = \left(\frac{0.335 - 0.0101}{0.0008} \right) * 4 = 1624.5$$

$$TEAC_{DPPH} = 1624.5 \frac{\mu\text{mol}}{L} * \left(\frac{1L}{1000ml} \right) * \left(\frac{10ml}{1g} \right) = 16.245 \mu\text{mol trolox/g}$$

Donde:

$ABS_{muestra}$: Absorbancia de la muestra

A : Intercepto

B : Pendiente

FD : Factor de dilución

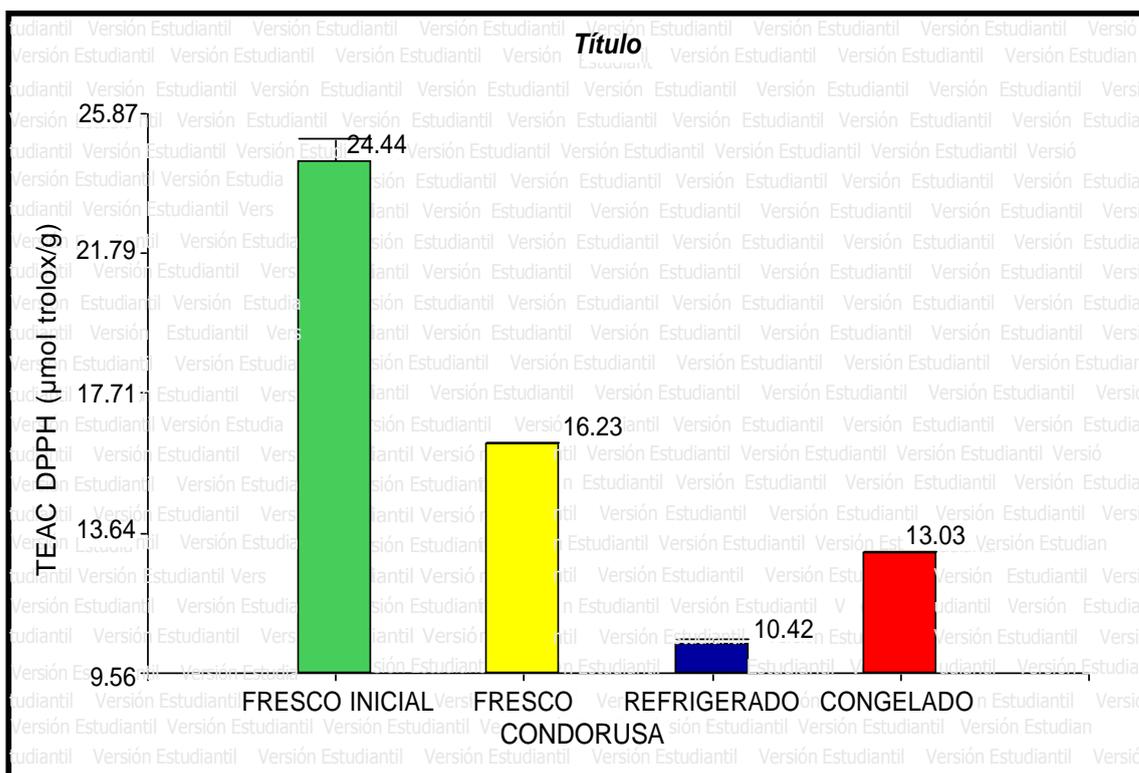


Figura 15 — Comparación de capacidad antioxidante TEAC-DPPH (µmol trolox/g) en extractos de frutos de Condorusa

Los resultados estadísticos de la capacidad antioxidante TEAC-DPPH (µmol trolox/g) mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia fue la hipótesis nula: en este caso los extractos de fruto fresco inicial, fresco, congelado y refrigerado estadísticamente son diferentes por ello se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

5.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis nula H_0 :

H_{01} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) no presentan diferencia significativa sobre el contenido de antocianinas totales.

H_{02} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) no presentan diferencia significativa sobre el contenido de polifenoles totales.

H_{03} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) no presentan diferencia significativa sobre la capacidad antioxidante.



Hipótesis alterna H_A :

H_{A1} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) presentan diferencia significativa al menos en uno de los tratamientos sobre contenido de antocianinas torales.

H_{A2} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y almacenamiento) presentan diferencia significativa al menos en uno de los tratamientos sobre contenido de polifenoles totales.

H_{A3} = Las condiciones de almacenamiento del fruto de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) (fresco inicial, fresco, refrigerado y almacenamiento) presentan diferencia significativa al menos en uno de los tratamientos sobre su capacidad antioxidante.

En la tabla 6 se observa el cuadro de análisis de la varianza del contenido de antocianinas totales en condiciones de almacenamiento (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) en el cual nos indica que el p-valor es 0.0002 menor al nivel de significancia 0.05 esto quiere decir que las diferencias encontradas son significativas por tanto la hipótesis nula H_{01} se rechaza en donde se planteó que no existe diferencia significativa en el contenido de antocianinas totales de Condorusa en fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna H_{A1} donde existe diferencia significativa al menos en uno de los tratamientos sobre el contenido de antocianinas totales de Condorusa en fruto fresco inicial sobre el fruto fresco, refrigerado y congelado.

En la tabla 9 se observa el cuadro de análisis de la varianza del contenido de polifenoles totales en condiciones de almacenamiento (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) en el cual nos indica que el p-valor es <0.0001 menor al nivel de significancia 0.05 esto quiere decir que las diferencias encontradas son significativas por ende la hipótesis nula H_{02} se rechaza en donde se planteó que no existe diferencia significativa en el contenido de polifenoles totales de Condorusa en fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna H_{A2} donde existe diferencia significativa al menos sobre el contenido de polifenoles totales de Condorusa en fruto fresco inicial sobre el fruto fresco, refrigerado y congelado.



Asimismo en la tabla 12 se observa el cuadro de análisis de la varianza de capacidad antioxidante en condiciones de almacenamiento (fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado) en el cual nos indica que el p-valor es <0.0001 mucho menor al nivel de significancia 0.05 esto quiere decir que las diferencias encontradas son significativas por lo tanto la hipótesis nula H_03 se rechaza en donde se planteó que no existe diferencia significativa en la capacidad antioxidante de Condorusa en fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna H_A3 donde existe diferencia significativa sobre el contenido de antocianinas totales de Condorusa en fruto fresco inicial, fresco, refrigerado y congelado.

5.3 Discusión

5.3.1 Discusión de contenido de antocianinas totales

Según la investigación realizada (Kuskoski, 2005) de aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad en pulpa de frutos congelado y como resultado de contenido de antocianinas en las pulpas de mora, uva, fresa, açai, acerola y guayaba es de 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 y 2,7 mg/100 g peso fresco, respectivamente.

El resultado sobre el contenido de antocianinas totales de Condorusa fresco inicial a °T ambiente por 5 horas fue de 54.44 y en fresco a °T ambiente por 5 días fue de 7.06, a 4°C por 5 días resulto 4.17 y a -18°C por 5 días conservo su estabilidad a 7.26 expresados en (mg cianidina 3-glucosido/100g) respectivamente, según los resultados el fruto analizado en fresco inicialmente tiene un valor superior justamente por el tiempo corto en la que se analizaron su CAT y con respecto al contenido de antocianinas hubo mayor inestabilidad en forma descendente de los frutos almacenados en congelado, fresco y mayor inestabilidad numéricamente fue en refrigerado porque los factores que alteran la estabilidad de la antocianina es la luz, temperatura, pH, oxígeno y entre otros, durante el tiempo que fueron almacenados

Asimismo según la investigación realizada para determinar las antocianinas totales, fenólicos totales y las actividades antioxidantes de cereza ácida (*Prunus cerasus L.*) y cereza dulce (*P. avium L.*) (Wrolstad, 2004), la cereza dulce a temperatura ambiente adquiere contenido de antocianinas 63.7 mg cianidina 3-glucosido/100g el más alto; a temperatura de 2°C a un tiempo inicial fue 35.1 mg cianidina 3-G/100g a temperatura de -23°C durante 3 meses de almacenamiento es de 21.5 mg cianidina 3-G/100g; finalmente se puede concluir



de este estudio que a mayor tiempo de almacenamiento de cerezas sufre una inestabilidad de los pigmentos antociánicos

Según (Reque, 2014) realizó una investigación sobre el almacenamiento en frío de frutas y jugos de arándanos (*Vaccinium spp.*): objetivo de este trabajo fue analizar la estabilidad de las antocianinas y la actividad antioxidante del jugo de arándano entero refrigerado almacenado a 4°C durante 10 días, y de frutas almacenadas congeladas -18°C durante 6 meses, como resultado hubo pérdidas significativas de antocianinas tanto en las frutas congeladas (59%) como en los jugos refrigerados (83%).

En la investigación realizado por (Barragán, 2017) determina el CAT en fruto de Mio mio (*Coriaria ruscifolia L*) mostraron 440.22 (mg cianidina 3-glucosido/100g peso fresco), los mismos que se incrementan a 1102.88 (mg cianidina 3-glucosido/100g peso seco) y disminuyen a 236.96 (mg cianidina 3-glucosido/100g en congelado (-20°C).

5.3.2 Discusión de contenido de polifenoles totales

Según la investigación realizada (Kuskoski, 2005) de aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad en pulpa de frutos congelado y como resultado de polifenoles totales (mora 118,9 mg/100g; uva 117,1mg/100g; Acai 136,8mg/100g; fresa 132,1mg/100g; piña 21,7mg/100g y maracuyá 20 mg/100g).

El Contenido de polifenoles totales de Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra) en fruto fresco inicial a °T ambiente por 5 horas fue de 311.15 y del extracto del fruto fresco a temperatura ambiente fue 126.97, a 4°C por 5 días fue de 98.33 y a -18°C por 5 días fue de 110.18 expresados en (mg ácido gálico/100g fruto fresco) respectivamente, por lo tanto el fruto fresco inicialmente tiene alto contenido de este compuesto lo que indica que presenta un aporte importante a nuestra dieta de polifenoles totales por este fruto; seguido en fruto fresco y congelado mantuvieron mejor la estabilidad numéricamente; por consiguiente después de su almacenamiento el más inestable fue bajo refrigeración justamente porque los factores que afectan la estabilidad es la luz, oxígeno, pH, temperatura y la refrigeración lenta que tuvo en la formación de cristales durante los 5 días que fueron almacenados.

La investigación realizada sobre el efecto del refrigerado a 4°C y congelado a -18°C sobre el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* Variedad "Biloxi")



cultivados en diferentes microclimas del Perú (Price, 2012) utilizando los métodos de Folin-Ciocalteu, pH diferencial. Como resultado se obtuvo que, con respecto al contenido de polifenoles totales mantuvo (85,5% en refrigeración y 61,2% en congelación).

Asimismo en los frutos de mio mio investigado por (Barragán, 2017) Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mío – mío (*Coriaria ruscifolia* L) en tres estados de conservación (fresco, seco y congelado), se encontró la presencia de polifenoles totales en los tres estados con resultados de 371.71 (mg ácido gálico/100g), 576.25 (mg ácido gálico/100g), 545.64 (mg ácido gálico/100g) en fresco, congelado y seco respectivamente: según los resultados de esta investigación indica que en estado de congelación incrementó la estabilidad del pigmento.

Según la investigación realizada sobre la determinaron las antocianinas totales, los fenólicos totales y las actividades antioxidantes de cereza ácida (*Prunus cerasus* L.) y cereza dulce (*P. avium* L.) (Wrolstad., 2004) con respecto al contenido de polifenoles totales en fresco de la cereza dulce se obtuvo 1.94 mgAG/g; asimismo se obtuvo a temperatura de 2°C fue de 1.17 mgAG/g y a temperatura de -23°C almacenado por 3 meses 1.45 mgAG/g ; en cuanto a los polifenoles el más alto fue cuando se almacenado a -23°C durante 3 meses esto indica que es mucho mejor almacenar cerezas en estado de congelación que en refrigeración ya que se mantiene casi en las mismas con relación a sus pigmentos antociánicos así como los resultados obtenidos de esta investigación acerca del fruto de Condorusa que en estado de congelación mantiene la estabilidad con referencia de su contenido de polifenoles totales.

5.3.2 Discusión de capacidad antioxidante

Según la investigación realizada (Kuskoski, 2005) en la investigación de aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad en pulpa de frutos congelado y como resultado de capacidad antioxidante de las pulpas congeladas de estos frutos tropicales por el método DPPH por 30min de inhibición (mora 4,3 μmol trolox/g, uva 7,0 μmol trolox/g, açai 6.9 μmol trolox/g, guayaba 5,9 μmol trolox/g, fresa 9,2 μmol trolox/g, y maracuyá 0.9 μmol trolox/g).

La capacidad Antioxidante de Condorusa expresados en (μmol trolox/g) con promedio de tres repeticiones: la capacidad antioxidante en fruto fresco inicial fue de 24.44 (μmol trolox/g), después se almaceno por 5 días, en alto grado le



corresponde al extracto del fruto fresco con 16.228 ($\mu\text{mol trolox/g}$), luego le sigue el extracto del fruto congelado con 13.028 ($\mu\text{mol trolox/g}$) y finalmente se obtuvieron en menor cuantía el extracto del fruto refrigerado con 10.412 ($\mu\text{mol trolox/g}$), la degradación sobre capacidad antioxidante fue mínimo en fresco, seguido congelado y finalmente refrigerado esta inestabilidad se da varios factores como la temperatura, oxígeno, pH, luz por el tiempo de almacenamiento en la que se mantuvo; según (Kuskoski, 2005) el porcentaje de disminución de la absorbancia (A517) de la solución del radical DPPH de mora y uva fue de 4,3 y 7,0 $\mu\text{mol Trolox/g}$ respectivamente durante almacenamiento congelado; asimismo según (Barragán, 2018) obtuvo la capacidad antioxidante de mio mio por el método DPPH 82.70 ($\mu\text{mol trolox/g}$) como conclusión el Condorusa aporta en buena proporción la capacidad antioxidante con respecto fruto fresco inicial, fresco y congelado.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El fruto fresco inicial después de 5 horas de su recolección contiene 54.44 (mg cianidina 3-glucosido/100g de fruto fresco) de antocianinas y la inestabilidad que presenta en el fruto fresco a °T ambiente, congelado (-18 °C) y refrigerado (4°C) que fueron almacenados durante 5 días fue muy alto ya que los valores están entre (7.06, 7.26 y 4.17 mg cianidina 3-glucosido/100g) respectivamente: con respecto al contenido de polifenoles totales el fruto fresco inicial tiene 311.15 (mg ácido gálico / 100g fruto fresco) y con respecto a los frutos almacenados a °T ambiente, congelado y refrigerado tienen (126.96, 110.18 y 98.33 mg ácido gálico / 100g fruto) respectivamente, frente a la información expuesta existe una diferencia significativa entre el fruto fresco inicial con los frutos almacenados al igual que con el contenido de antocianinas totales, asimismo presentó mayor estabilidad con respecto a la capacidad antioxidante el fruto fresco inicial tuvo 24.44 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto fresco), el fruto fresco mantuvo 16.228 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto), el fruto congelado fue de 13.028 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) y el fruto refrigerado 10.412 ($\mu\text{mol trolox/g}$ fruto) existiendo diferencia significativa para las 4 condiciones de almacenamiento, por lo cual se deduce que es mucho mejor consumir frutos frescos justamente para aprovechar sus propiedades benéficas para la salud.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda a seguir investigando a nivel de procesamiento industrial como colorante natural para la elaboración de diferentes productos derivados como Yogurt, bebidas nutraceuticas, bebidas energizantes, encapsulamiento de este colorante entre otros, así aprovechar sus compuestos funcionales de este fruto (*Monnina vargasii* Ferreyra).
- Se recomienda también como referencia la aplicación de almacenando en cadena de frío así alargar la vida útil de este fruto y aprovechar la producción que se da de manera natural e incentivar a los pobladores a su recolección para venta de manera comercial y próximamente para cadenas industriales de esta manera incrementar en el ingreso familiar de los pobladores de donde provienen estos frutos.
- Divulgar a la población para consumo directo gracias a sus propiedades funcionales que poseen estos frutos de Condorusa a través de municipios distritales, Agro rural entre otras entidades



- Durante el análisis de los extractos con los reactivos para la cuantificación de contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante se tiene que mantener en un lugar oscuro o evitar la luz puesto que los reactivos utilizados son fotosensibles.
- Puesto que esta investigación se llevó a cabo de un fruto comestible, se recomienda usar las metodologías como base para los diferentes frutos, flores y entre otros que son de consumo que aún no están estudiadas y así aportar con la gama atributos que tienen con respecto a sus compuestos bioactivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Garzón, Gloria Astrid. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Bogotá-Colombia: 13, Vol. 3.

Kuskoski E. Marta, Asuero Agustín G., Garcia Parillam. Carmen, Troncoso Ana M., Fett Roseane. 2004. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. Sevilla: Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas,, Vol. 24. 691-693.

Ramirez Tortosa C, Andersen M, Cabrita L, Gardner Morrice P. C. 2012. Anthocyanin-rich extract decreases indices of lipid peroxidation and DNA damage in vitamin E-depleted ras. 2, s.l.: Free Radic Biol Med, Vol. 52.

Urrego Rodriguez Carlos. 2018. Diagnóstico de la cadena de frío en Colombia. 1, Colombia: Questionar Investigación Específica, Vol. 6. 37-53.

Cacace J. E., Mazzag. 2003. Optimization of extraction of anthocyanins from black currants with aqueous ethanol. 240-248.

López Alarcón C., Denicola A. 2013. Evaluating the antioxidant capacity of natural products: A review on chemical and cellular-based assays. 1-10.

Peris J., Studing G., Vnaglosa B. 1995. Fitoterapia aplicada. Valencia: s.n., 61-73.

Aranibar Aguilar, Elías. 2013. Extracción de antocianinas a partir del fruto de tankar (berberis boliviana l.) y determinación del contenido por el método del ph diferencial. Abancay - Apurimac: S.N., 3-4.

Repo De Carrasco Ritva, Encina Zelada. 2008. Christian René. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Lima-Perú: s.n., 109.

Leon, Blanca. 2006. Polygalaceae endémicas del Perú. 2, Lima - Peru: Rev. Perú. biol., Vol. 13. 573.



Narváez Jaramillo, Luz del Carmen. 2015. Obtención del pigmento natural del fruto de Evilán (*Monnina* spp) para su uso como colorante en Yogurt. TULCÁN - ECUADOR: s.n., 4.

Quiñones, M., Miguel, M. y Aleixander, A. 2012. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. 76, Madrid-España: Nutr Hosp.

Price Passalacqua Daniella Selma, Luque Castañeda Evelyn Janet, Meza Davey Bárbara. 2017. Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*vaccinium corymbosum*, variedad “biloxi”) cultivados en diferentes microclimas de Perú. Lima - Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Barragán Condori, Melquiades, y otros. 2017. Se evaluó y caracterizó compuestos bioactivos en dos frutos nativos denominados sacha manzano (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltldl.) y upatankar (*Berberis boliviana* L). 108, Abancay Apurimac: s.n., Vol. 14.

Barragán Condori, Melquiades, y otros. 2018. Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio – mio (*Coriaria ruscifolia* L). Abancay - Apurímac: s.n., Revista de Investigacion altoandina. 420-425.

Chaovanalikit, A., Wrolstad R. E. 2004. Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties. 1, Oregon - EE.UU: Food Chemistry and Toxicology, Vol. 69.

Sanabria Neida, Sangronis Elba. 2007. Caracterización del Acai o Manaca (*Euterpe oleracea* mart): un fruto del Amazonas. 1, Caracas - Venezuela: Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Vol. 57. 94-97.

Reque, Priscilla M. 2014. Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. 1, s.l: Journal of Food Composition and Analysis, 2014, Vol. 33. 111-116.

Piljac Zegarac, Dunja Samec Jasenka. 2015. Fluctuations in the Levels of Antioxidant Compounds and Antioxidant Capacity of Ten Small Fruits During One Year of Frozen Storage. 1, Zagreb-Croacia: International Journal of Food Properties, Vol. 18. 21-30.



Kuskoski Eugenia Marta. 2006. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. 4, Santa Maria Ciência Rural, Vol. 36. 1284-1286.

Kuskoski E, Marta, Agustín G. Asuero, Ana M. Troncoso, Jorge Mancini-Filho, Roseane Fett. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en pulpa de fruto. Campinas : Ciencia y tecnología Scielo. Págs. 726-732. Vol. 25.

García Martínez, Eva María, Fernández Segovia, Isabel y Fuentes López, Ana. 2015. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.

Guerra, Grisel Ortega Mercedes. 2006. Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químico-físicos. Parte I. pág. 36.

Badui, S. D. 2006. Química de los alimentos. México: Pearson Educación.

Andersen, M y Jordhein, M. 2013. Basic anthocyanin chemistry and dietary sources. In Anthocyanins in Health and Disease. USA: CRC Press: Boca Raton.,. 13-90.

A. Symposium. Wroslstad, E, Durst, Robert y Giusti, Monic. 2002. Analys of Antocyanins in Nutraceuticals. American Chemical Society.

Marina, Zapata Luz, y Otros. 2016. Estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de jugos de Arándanos. Vitae, Revista De La Facultad De Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, pág. 174.

Martínez I., Periago M., Ros G. 2000. Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta.

Dedáspari C. H., Waszczynsky Nina. 2004. Propiedades Antioxidantes de compuestos Fenólicos. Pag. 33-44.

Ugartondo, C. 2009. Caracterización de derivados polifenólicos obtenidos de fuentes naturales. Citotoxicidad y capacidad antioxidante frente a estrés-oxidativo en modelos celulares. España-Barcelona: s.n., 48.



Casique Rojas, Carlos. 2014. Determinación del contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante en alimentos preparados con licor y polvo de Cacao. Tingo María - Perú: s.n., 22,23.

D., Pszczda. 1998. Antioxidants Take Center Stage.

Elliot J., Halliwell B. 1999. Application of Antioxidant Vitamins in Foods and Beverages.

Suwlsky Marcia, Avello Mario. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. 161, Concepcion: Atenea.

Juli Mamani, Deysi Margarita y Arias Jordan, Esdenka. 2011. Antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos clones de papa nativa del genero solanum de pulpa azul y roja. 43, Cusco - Peru: s.n.

Cáceres Ivis, Mulkay Tania, Rodrigez Josefina, Paumer Adrian. 2013. Conservación de frutas hortofrutículas.

Delgado, Jose A. Muñoz. 1985. Refrigeracion y congelacion de alimentos vegetales. 51, España - Madrid: Vol. 2.

Cáceres Ivis, Mulkay Tania, Rodrigez Josefina, Paumer Adrian. 2013. Conservación de productos hortofrutícolas.

Martinez Javega, J.M. 1997. Cold storage in oranges and mandarins. 140, España: s.n.

Cahuana Cardenas, J.N. 1991. Elaboración de una bebida alcohólica a partir de sauco (Sambucus). Lima - Perú: s.n.

M., Giusti Monica, y otros. 2015. Characterization and Quantitation of Anthocyanins and Other Phenolics in Native Andean Potatoes. Lima – Peru.

Melquiades Barragán Condori, Aro Aro Juan Marcos, Muñoz Cáceres Alex Ernesto. 2020. Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (Muehlembeckia volcanica). 2, Puno-Peru: Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 22. 163-169.

Aroni Huaman, Jimmy. 2013. Evaluación de la estabilidad de antocianinas presentes en los frutos de *Hesperomeles escalloniifolia* Schltdl (CAPACHU), *Berberis cummutata* Eichler (HUANCACHU), *Berberis humbertiana* J.F. Macbr (CHEQCHE) Y *Vaccinium floribundum* Kunth (ALAYBILÍ) frente al pH. pág. XXI.

Saura Calixto, F, Serrano, J Y Goñi, I. 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet.

L., Vernon y Singleton Rudolf Orrthofe, Lamuela Raventós Rosa M. 1999. Análisis de fenoles totales y otros sustratos de oxidación y antioxidantes mediante reactivo folin-ciocalteu. s.l.: Academic Press, Vol. 299. 152-178.

Mishra, Krishnanand, Ojha, Himanshu y Chaudhury, Nabo Kumar. 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. . 4, s.l.: Food chemistry, Vol. 130. 1036-1043.

Brand Williams, Wendy, Cuvelier, Marie-Elisabeth Y Berset, C. L. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. 1, s.l.: LWT-Food science and Technology, Vol. 28. 25-30.

Jiménez, Jara Pérez. 2010. Efecto de Fibra Antioxidante de Uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos.

Di Rienzo, Julio Alejandro, Macchiavelli, Raúl Edgardo y Casanoves, Fernando. 2011. Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat. Córdoba: Grupo Infostat, Vol. 193.

Flores, J. 2000. Conservación de alimentos por frio. Cerros, Eduardo Umaña. Santa Elena: s.n. Farmacología humana. Barcelona, España. : 3era edición., 8.

Garcia Pastor, Maria Emma. 2016. Contenido en antocianos y compuestos fenólicos en diferentes frutos frescos y deshidratados. Orihuela: s.n., 43.

Paz Echeverriarza, Maria. 2005. Secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinas y carnes. Asuncion - Paraguay:



Tirado Portocarrero, Raúl Fernando. 2015. Efecto de la temperatura de secado en la retención de antocianinas y aceptabilidad general de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi deshidratado. Trujillo: s.n., 7.

Jayaraman , K. S. y Das Gupta , D. K. 2006. Drying of Fruits and Vegetables en Handbook of Industrial Drying. Londres, Reino: Taylor & Francis Group, 19.

Yen, G.C. y Tsai, L.C. 1993. Antimutagenecity of partially fractionated Maillard reaction product. s.l. : Food Chemistry, Vol. 47.

Yen, G.C. y Hsieh, Hsieh P.P. 1995. Antioxidative activity and scavenging effects on active oxygen of xylose-lysine Maillard reaction products. S.l.: Journal of the Science of Food, Vol. Vol. 67.

Ponce Alvarado, Arnold Walter y Rodríguez Asto, Franco Danilo. 2014. Evaluación del efecto de secado en los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). TARMA – PERÚ: s.n., 111.

Ponce Alvarado, Arnold Walter y Rodríguez Asto, Franco Danilo. 2014. Evaluación del efecto de secado en los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). TARMA – PERÚ: s.n., 8.

Gutiérrez Pulido, Humberto y De la Vara Salazar, Román. 2008. Análisis y diseño de experimentos. Mexico: Segunda edición, 60-80.

Cedeño Arroyo, Silvana Katerine. 2017. Efecto de los diferentes procesos de secado en los compuestos bioactivos de murtilla (*Ugni molinae* Turcz) y su bioaccesibilidad. VALDIVIA – CHILE: s.n.

Bertha Jurado Teixeira, Isabel Mercedes Aparcana Ataurima, Leydi Steffani Villarreal Inca, Eva Ramos Llica, María Rosario Calixto Cotos, Paola Estefanía Hurtado Manrique, Katherin María del Carmen Acosta Alfaro. 2016. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*physalis peruviana* l.) de diferentes lugares del Perú. Lima: s.n.,

Esteves, L. Mosquera R. 2009. Conformational and substitution effects on the electron distribution in a series of anthocyanidins.



A. Chaovanalikit, R.E. Wrolstad. 2004. Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties. Canada: Food Chemistry and Toxicology, Vol. 69. 67-72.

Narayan, M.S.; Akhilender Naidu, K.; Ravishankar, G.A. 1999. Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, v. 60, n.1, p. 1-4,

Toni Jefferson Lopes, Marcelo Fonseca Xavier, Mara Gabriela Novy Quadri, Marinho Bastos Quadri. 2007. ANTHOCYANINS: A BRIEF REVIEW OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND STABILITY. Brasil. Agrocienca, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297.

Miguel Aguilera Ortíz, María del Carmen Reza Vargas, Rodolfo Gerardo Chew Madinaveitia y Jorge Armando Meza Velázquez. 2011. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS. México, Volumen XIII, Número 2. Revista BIOtecnia. Pag 16-21

Abdel-Aal E-S. y Hucl P. 1999. A Rapid Method for Quantifying Total Anthocyanins in Blue Aleurone and Purple Pericarp Wheats. Cereal Chemistry, 76:350-354.



ANEXOS



ANEXO 1 MUESTRAS

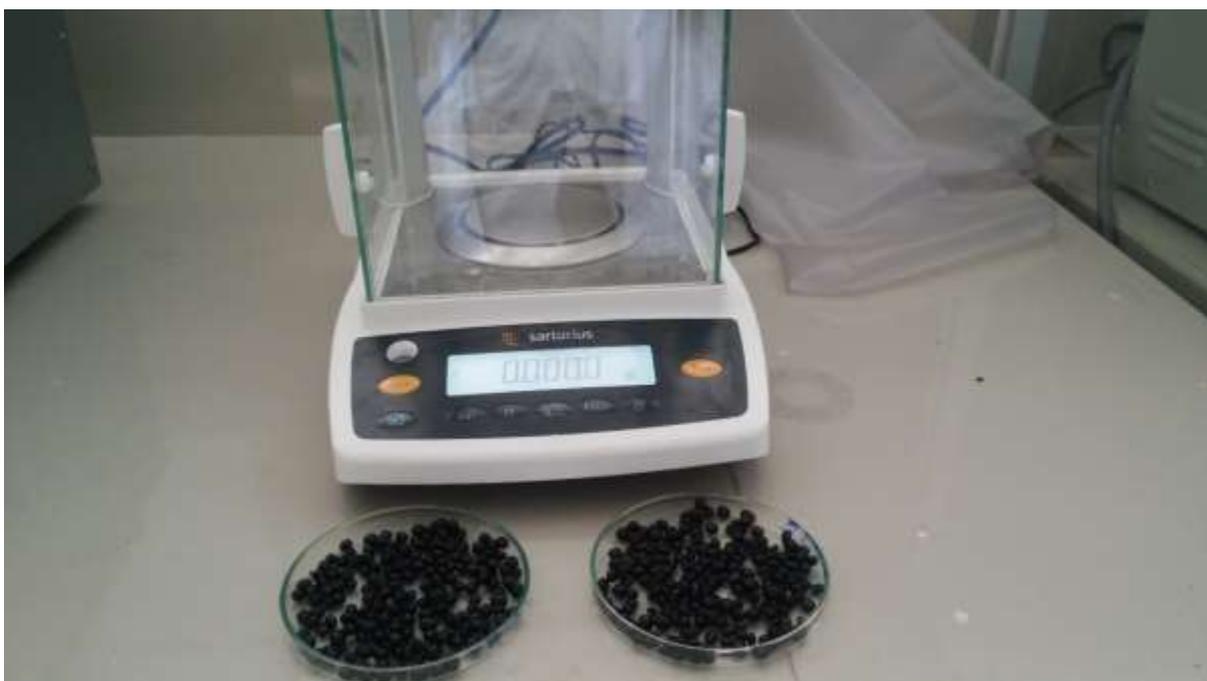


Figura 16 — Pesado de muestras de frutos de Condorusa para su análisis



Figura 17 — Muestras pesadas de Condorusa



Figura 18 — Molienda del fruto de Condorusa en el mortero



Figura 19 — Extracto de Condorusa por triplicado

ANEXO 2 METODOLOGIAS



Figura 20 — Análisis de antocianinas Totales CAT por método pH diferencial



Figura 21 — Resultado del análisis de antocianinas Totales CAT por método pH diferencial en el equipo Espectrofotómetro UV VIS



Figura 22 — Reactivos para los análisis de polifenoles totales

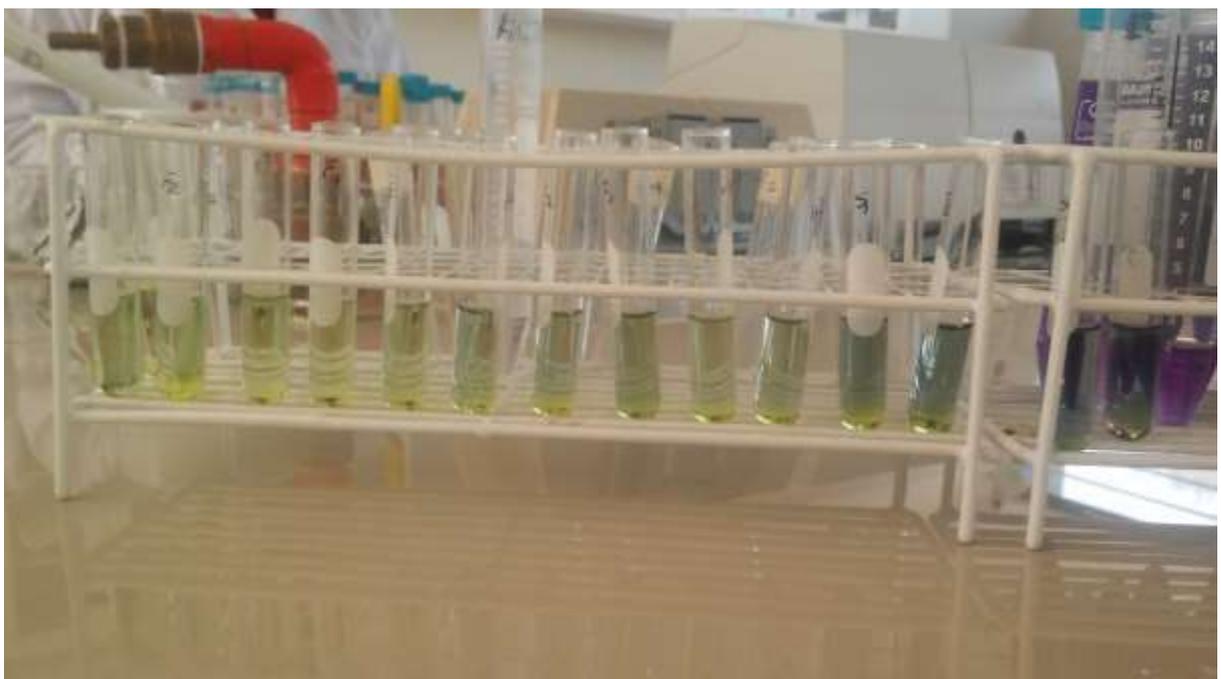


Figura 23 — Análisis de polifenoles totales (Folin ciocalteu)



Figura 24 — Reactivos para determinar capacidad antioxidante por el método DPPH



Figura 25 — Análisis de las muestras para determinar capacidad antioxidante (DPPH)

ANEXO 3 RESULTADOS

Tabla 4 — Contenido de Antocianinas Totales de Condorusa Condorusa (*Monnina vargasii* Ferreyra)

Muestra	pH : 1.0		pH : 4.5		A	CAT (mg cianidina 3-G/100g)
	$\lambda=520\text{nm}$	$\lambda=700\text{nm}$	$\lambda=520\text{nm}$	$\lambda=700\text{nm}$		
CFIT1	0.547	0.004	0.227	0.011	0.327	72.08
CFIT2	0.360	0.001	0.201	0.018	0.176	38.79
CFIT3	0.468	0.019	0.231	0.020	0.238	52.46
CFT1	0.151	0.056	0.111	0.06	0.044	6.47
CFT2	0.148	0.052	0.092	0.048	0.052	7.65
CFT3	0.154	0.051	0.103	0.048	0.048	7.06
CRT1	0.062	0.012	0.038	0.016	0.028	4.12
CRT2	0.065	0.014	0.042	0.018	0.027	3.97
CRT3	0.067	0.013	0.043	0.019	0.030	4.41
CCT1	0.141	0.044	0.091	0.042	0.048	7.06
CCT2	0.148	0.055	0.109	0.059	0.043	6.33
CCT3	0.146	0.053	0.093	0.057	0.057	8.39

Donde las abreviaturas significan lo siguiente y cada uno es por triplicado:

CFIT1 : Condorusa fresco inicial tratamiento 1

CFIT2 : Condorusa fresco inicial tratamiento 2

CFIT3 : Condorusa fresco inicial tratamiento 3

CFT1 : Condorusa fresco tratamiento 1

CFT2 : Condorusa fresco tratamiento 2

CFT3 : Condorusa fresco tratamiento 3

CRT1 : Condorusa refrigerado tratamiento 1

CRT2 : Condorusa refrigerado tratamiento 2

CRT3 : Condorusa refrigerado tratamiento 3

CCT1 : Condorusa congelado tratamiento 1

CCT2 : Condorusa congelado tratamiento 2

CCT3 : Condorusa congelado tratamiento 3

CAT : Contenido de antocianinas totales

Tabla 5 — Contenido de promedio de antocianinas totales CAT (mg cianidina 3-G/100g)

Muestra	CAT (mg cianidina 3-G/100g) (Promedio±Desviación estándar)
Condorusa fresco inicial	54.44 ± 16.73
Condorusa fresco	7.06 ± 0.59
Condorusa refrigerado	4.17± 0.22
Condorusa congelada	7.26 ± 1.04

Datos expresados en media ± SD, n=3, p < 0.05.

Tabla 6 — Variación en los contenidos de antocianinas totales (CAT) en extractos de frutos de Condorusa en diferentes estados de conservación

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
CAT (mg cianidina 3-G/100g..	12	0.90	0.87	46.01	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5262.88	3	1754.29	24.93	0.0002
CONDORUSA	5262.88	3	1754.29	24.93	0.0002
Error	562.99	8	70.37		
Total	5825.87	11			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=21.93456					
Error: 70.3738 gl: 8					
CONDORUSA	Medias	n	E.E.		
FRESCO INICIAL	54.44	3	4.84	A	
CONGELADO	7.26	3	4.84		B
FRESCO	7.06	3	4.84		B
REFRIGERADO	4.17	3	4.84		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					



Tabla 7 — Concentración de ácido gálico curva patrón

Conc. A gálico (mg/mL)	Abs. 765 nm
0	0.000
0.025	0.067
0.05	0.085
0.1	0.183
0.15	0.395
0.2	0.511

Tabla 8 — Contenido de Polifenoles Totales de Condorusa

CONDORUSA		Abs a 765 nm	PFT (mg Acido Gálico/100 g)
Fresco inicial	CFIT1	0.12	345.21
Fresco inicial	CFIT2	0.086	269.68
Fresco inicial	CFIT3	0.108	318.55
Fresco	CFT1	0.048	123.51
Fresco	CFT2	0.05	126.47
Fresco	CFT3	0.053	130.91
Refrigerado	CRT1	0.029	95.37
Refrigerado	CRT2	0.031	98.33
Refrigerado	CRT3	0.033	101.30
Congelado	CCT1	0.039	110.18
Congelado	CCT2	0.037	107.22
Congelado	CCT3	0.041	113.14

Tabla 9 — Contenido de Polifenoles totales PFT (mg ácido gálico / 100g)

Muestra	PFT (mg ácido gálico /100g) (Promedio±Desviación estándar)
Condorusa fresco inicial	311.15 ± 38.30
Condorusa fresco	126.96 ± 3.73
Condorusa refrigerado	98.33± 2.96
Condorusa congelada	110.18 ± 2.96

Datos expresados en media ± SD, n=3, p < 0.05.

Tabla 10 — Variación en los contenidos de polifenoles totales (PFT) en extractos de frutos de Condorusa en diferentes estados de conservación

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PFT (mg ácido gálico/100g)..	12	0.97	0.96	11.97	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	90631.74	3	30210.58	80.63	<0.0001
CONDORUSA	90631.74	3	30210.58	80.63	<0.0001
Error	2997.46	8	374.68		
Total	93629.19	11			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=50.61215					
<i>Error: 374.6819 gl: 8</i>					
CONDORUSA	Medias	n	E.E.		
FRESCO INICIAL	311.15	3	11.18	A	
FRESCO	126.96	3	11.18		B
CONGELADO	110.18	3	11.18		B
REFRIGERADO	98.33	3	11.18		B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)</i>					

Tabla 11 — Concentración de trolox para la curva patrón

X	Y
Conc. Trolox	Abs. 515
(umol/L)	nm
0	0
50	0.053
100	0.091
150	0.131
200	0.180
300	0.241
400	0.289
500	0.401
600	0.461
700	0.595
800	0.630

Tabla 12 — Capacidad Antioxidante de Condorusa

CONDORUSA		Abs a 515 nm (i)	Abs a 515 nm (f)	TEAC DPPH (μmol trolox/g)
Fresco inicial	CFIT1	0.545	0.203	24.89
Fresco inicial	CFIT2	0.55	0.202	25.34
Fresco inicial	CFIT3	0.541	0.223	23.09
Fresco	CFT1	0.554	0.219	16.25
Fresco	CFT2	0.554	0.221	16.15
Fresco	CFT3	0.554	0.218	16.30
Refrigerado	CRT1	0.489	0.267	10.60
Refrigerado	CRT2	0.489	0.275	10.20
Refrigerado	CRT3	0.489	0.27	10.45
Congelado	CCT1	0.489	0.217	13.10
Congelado	CCT2	0.489	0.22	12.95
Congelado	CCT3	0.489	0.218	13.05

Tabla 13 — Capacidad antioxidante (μmol trolox/g)

MUESTRA	TEAC DPPH (μmol trolox/g) (Promedio \pm Desviación estándar)
Condorusa fresco inicial	24.44 \pm 1.191
Condorusa fresco	16.228 \pm 0.076
Condorusa refrigerado	10.412 \pm 0.202
Condorusa congelada	13.028 \pm 0.076

Datos expresados en media \pm SD, n=3, p < 0.05.

Tabla 14 — Variación en los contenidos de TEAC-DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$) en extractos de frutos de *Condorusa* en diferentes estado de conservación

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
TEAC DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$)	12	0.99	0.99	3.78	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	333.78	3	111.26	302.75	<0.0001
CONDORUSA	333.78	3	111.26	302.75	<0.0001
Error	2.94	8	0.37		
Total	336.72	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.58508
 Error: 0.3675 gl: 8

CONDORUSA	Medias	n	E.E.			
FRESCO INICIAL	24.44	3	0.35	A		
FRESCO	16.23	3	0.35		B	
CONGELADO	13.03	3	0.35			C
REFRIGERADO	10.42	3	0.35			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 15 — Descripción botánica de *Monnina Vargasii* Ferreyra

<p>38. <i>Monnina valcarceliana</i> Ferreyra</p>  <p>Publicación: Publ. Mus. Hist. Nat. «Javier Prado», Ser. B, Bot. 26: 6–8, t. Ia, Ib. 1973. Colección tipo: E. Cerme & R. Ferreyra 5581 Herbarios: ; USM Nombre común: Desconocido. Registro departamental: JU Regiones Ecológicas: BMHM; 3200 m. SINANPE: Sin registro. Herbarios peruanos: USM (holotipo).</p> <p>Observaciones: Este taxón fue considerado por Bravo & Zarochi (1993) como un endemismo; sin embargo, no ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.</p>	<p>42. <i>Polygala anatina</i> Chodat</p>  <p>Publicación: Bot. Jahrb. Syst. 42: 98. 1908. Colección tipo: A. Weberbauer 1072 Herbarios: B. Nombre común: Desconocido. Registro departamental: PU Regiones Ecológicas: BMHP; 1500 m. SINANPE: Sin registro. Herbarios peruanos: Ninguno.</p> <p>Observaciones: Este taxón fue considerado por Bravo & Zarochi (1993) como un endemismo; sin embargo, no ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.</p>
<p>39. <i>Monnina vargasii</i> Ferreyra</p> <p>EN, B1a</p>  <p>Publicación: J. Arnold Arboz: 27: 162. 1946. Colección tipo: C. Vargas C. 771 Herbarios: F, GH; USM (fr.) Nombre común: Cola de ratón. Registro departamental: AP Regiones Ecológicas: MA; 2200–3400 m. SINANPE: SNA Herbarios peruanos: USM (isotipo-fragmento+2).</p>	<p>43. <i>Polygala coridifolia</i> C. Presl</p>  <p>Publicación: Reliq. Haenk. 2(2): 99. 1835. Colección tipo: T. Haenke s.n. Herbarios: PR Nombre común: Chunchinia. Registro departamental: HU Regiones Ecológicas: Sin datos; altitud desconocida. SINANPE: Sin registro. Herbarios peruanos: Ninguno.</p>

Rev. peru. biol. Número especial 13(2): 568s - 574s (Diciembre 2006)
 El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed.: Blanca León et al.

573s