

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



TESIS:

“EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE FRUTA Y TIEMPO
DE MACERACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS
TOTALES DEL MACERADO DE *Berberis flexuosa*”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Sonia TAIPE LUCAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL

En la ciudad Universitaria Común Era de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link meet.google.com/xsw-xstr-iwj. El 12 de febrero del 2021 a horas 09:00 a.m., donde se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Dr. David RUIZ VILCHEZ
SECRETARIO : Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
VOCAL : Mtro. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERON
ACCESITARIO : Mg. Almer VENTURA ROMAN

Designados con Resolución N° 020-2021-D-FCA-UNH; del proyecto de tesis titulado: "EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE FRUTA Y TIEMPO DE MACERACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DEL MACERADO DE *Berberis flexuosa*", Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: Sonia TAIPE LUCAS.

ASESORADO POR: M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILIN GOICOCHEA.

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

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

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

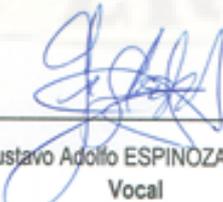
En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Dr. David RUIZ VILCHEZ
Presidente



Mg. Almer VENTURA ROMAN
Secretario



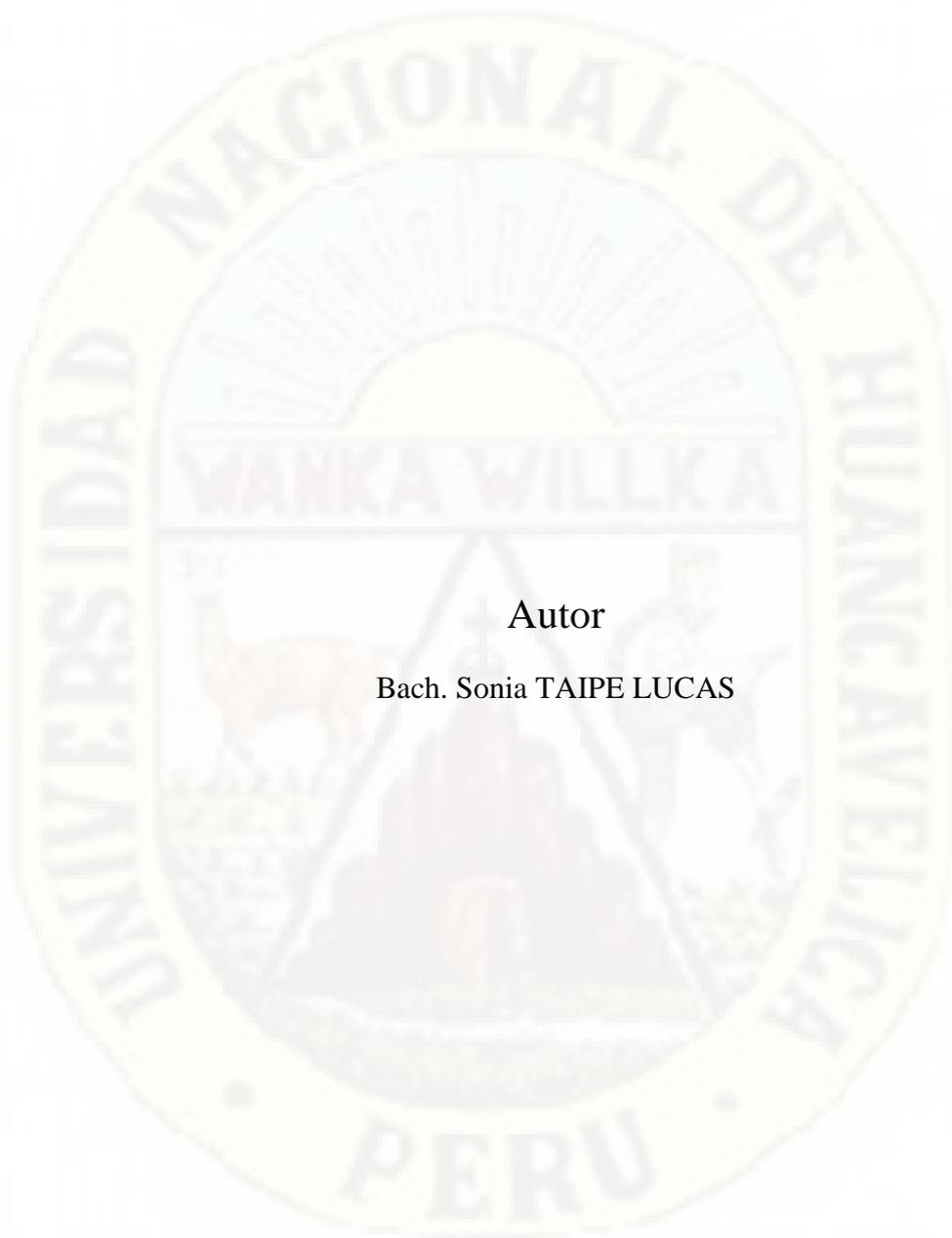
Mtro. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERON
Vocal



Título

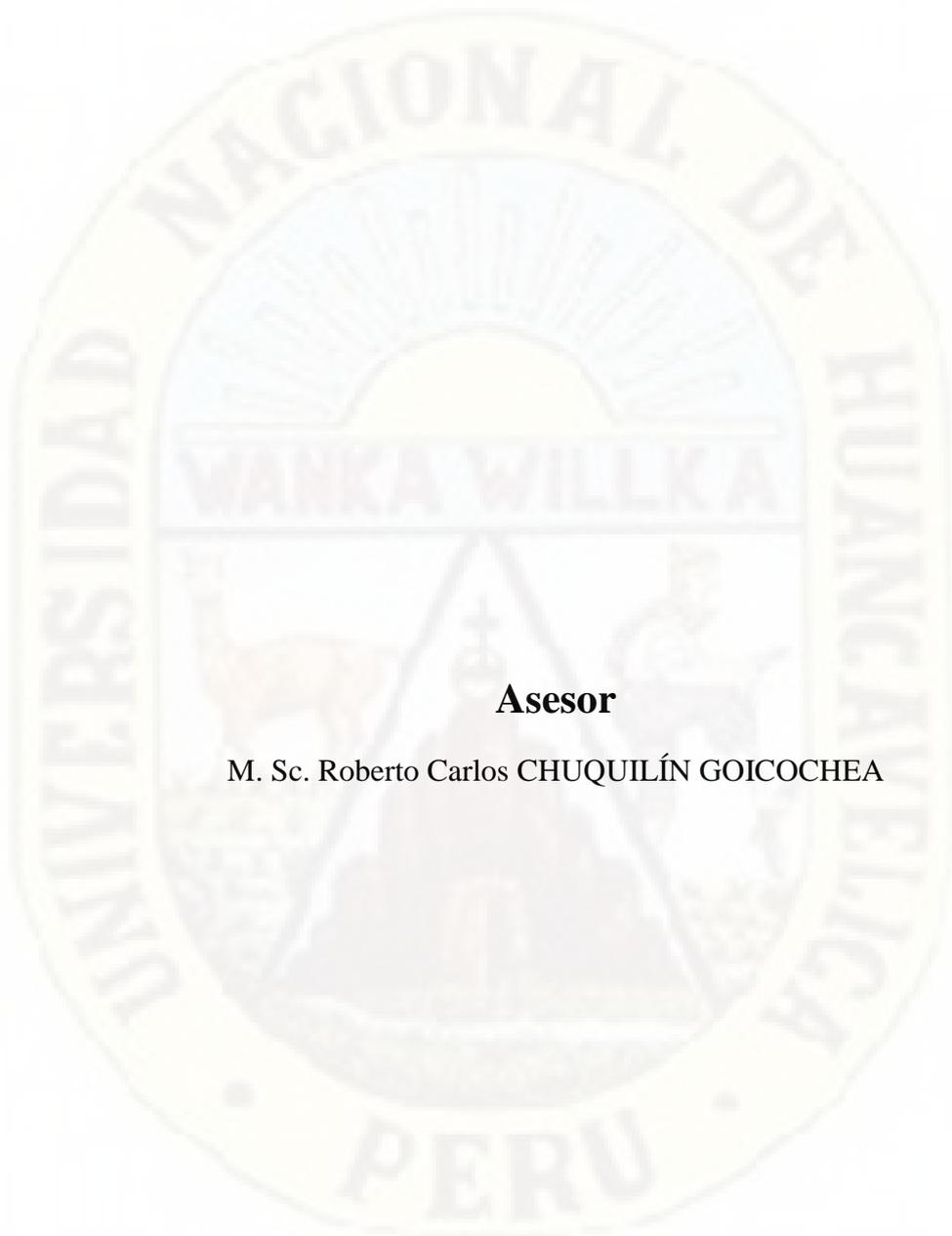
“EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE FRUTA Y TIEMPO DE
MACERACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DEL MACERADO DE

Berberis flexuosa”



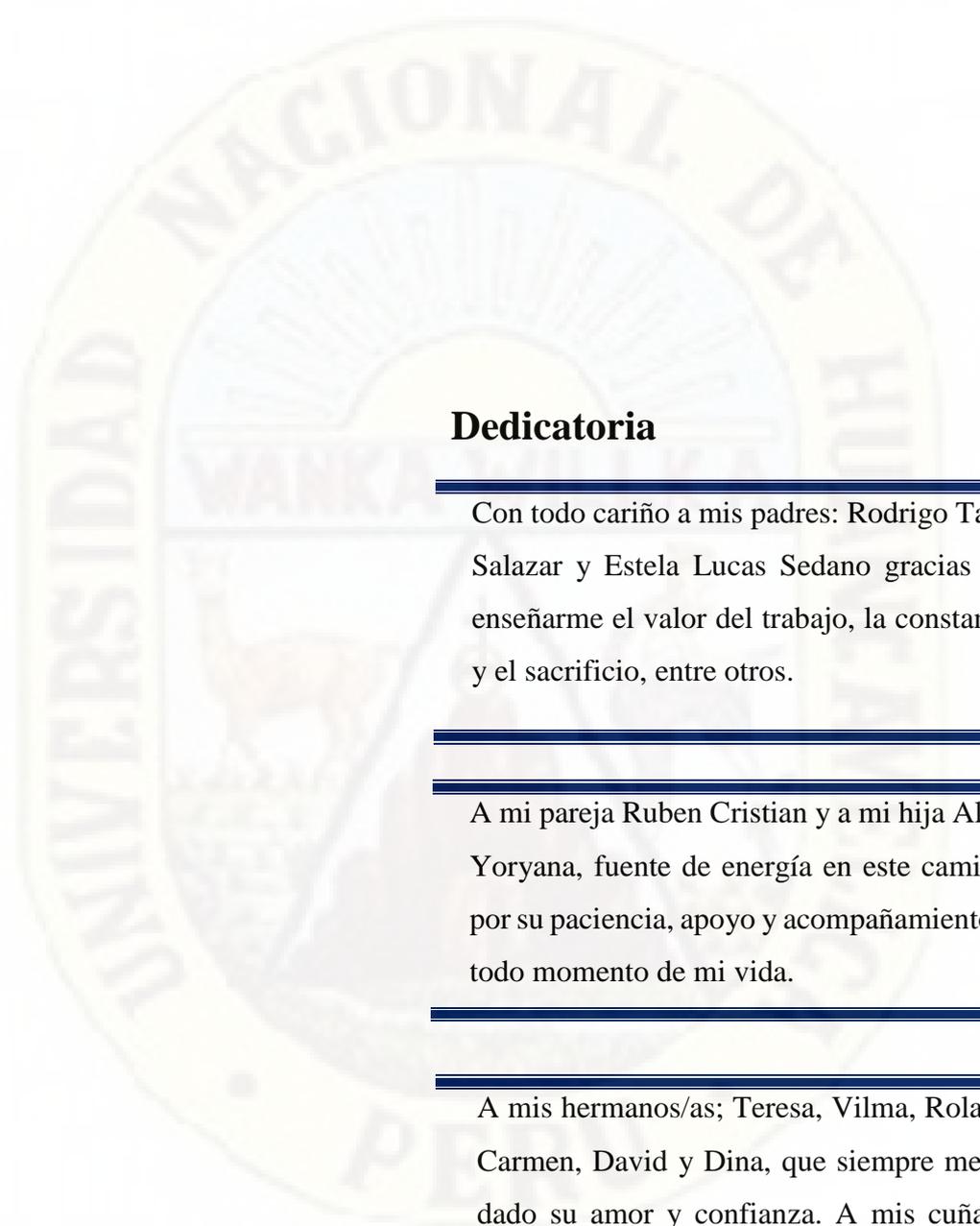
Autor

Bach. Sonia TAIPE LUCAS



Asesor

M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA



Dedicatoria

Con todo cariño a mis padres: Rodrigo Taipe Salazar y Estela Lucas Sedano gracias por enseñarme el valor del trabajo, la constancia y el sacrificio, entre otros.

A mi pareja Ruben Cristian y a mi hija Alisse Yoryana, fuente de energía en este caminar, por su paciencia, apoyo y acompañamiento en todo momento de mi vida.

A mis hermanos/as; Teresa, Vilma, Rolando, Carmen, David y Dina, que siempre me han dado su amor y confianza. A mis cuñados, sobrinos y sobrinas. Por su apoyo constante en tiempos difíciles.

Agradecimiento

A Dios por darme la oportunidad de vivir y disfrutar de una vida en convivencia con unos padres que lo han dado todo por sus hijos y unos hermanos que han sacrificado muchas cosas, A mi padre quien es mi ejemplo por seguir. Gracias, papa por todo lo que me has enseñado en el transcurso de mi vida junto a ti. A ti mama por darme los mejores años de tu vida y enseñarme muchas cosas que han sido de mucha utilidad para mi formación profesional, gracias madre por acompañarme siempre en mis momentos de desaliento y felicidad, gracias por tu amor y cariño que siempre me das, gracias por haberme dado la vida y la dicha de tenerme siempre a tu lado.

- Expresar mi agradecimiento a mi alma máter la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA por abrirme sus puertas para conseguir mi carrera profesional, así mismo a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a todos los catedráticos que laboran en esta Escuela por compartir sus conocimientos científicos, experiencias y exigencias.
- Al Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, Dr. David RUÍZ VÍLCHEZ y mi asesor M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA, por su colaboración y consejo durante el desarrollo y culminación de mi tesis. gracias por confiar en mi capacidad y por el apoyo dándome palabras de aliento, sin duda alguna su optimismo es la mejor enseñanza que pudo dejarme
- A mi hermana Carmen Taipe Lucas por sus palabras y su orientación para poder llevar a cabo el presente trabajo.
- Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron de una u otra manera al desarrollo y término de esta tesis.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

Índice

Acta de sustentación	ii
Título	iii
Autor	iv
Asesor	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice.....	viii
Índice de contenido de tablas	x
Índice de contenido de figuras	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
1.4. Justificación	16
1.5. Limitaciones.....	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de investigación.....	18
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación	22
2.2.1. Ayrampo.....	22
2.2.2. Antocianinas en alimentos.....	25
2.3. Bases conceptuales	30
2.3.1. Ayrampo.....	30
2.3.2. Antocianinas.....	31
2.3.3. Macerado.....	34
2.4. Definición de términos	36
2.5. Hipótesis.....	38

2.6. Variables	38
2.6.1. Variables independientes.....	38
2.6.2. Variables dependientes.....	38
2.7. Operacionalización de variables	39
CAPÍTULO III.....	40
MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	40
3.2. Tipo de Investigación	40
3.3. Nivel de Investigación	40
3.4. Población, muestra y muestreo	40
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.5.1. Método de Investigación.....	40
3.5.2. Diseño de Investigación.....	41
3.5.3. Procedimiento de maceración.....	42
3.5.4. Determinación del contenido antocianinas totales.....	45
3.5.5. Métodos fisicoquímicos.....	46
3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos.....	47
CAPÍTULO IV	48
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
4.1. Análisis de información	48
4.1.1. Contenido de antocianinas totales.....	48
4.1.2. Características fisicoquímicas.....	48
4.2. Prueba de hipótesis	49
4.3. Discusión de resultados.....	52
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Referencias Bibliográficas	56
APÉNDICE.....	66

Índice de contenido de tablas

Tabla N° 1. Características fisicoquímicas del fruto de ayrampo	22
Tabla N° 2. Minerales del fruto de ayrampo.....	22
Tabla N° 3. Análisis fotoquímico del fruto de ayrampo (<i>Berberis sp.</i>).....	23
Tabla N° 4. Composición química proximal del fruto de ayrampo.	24
Tabla N° 5. Actividad antioxidante y compuestos bioactivos del ayrampo ..	24
Tabla N° 6. Presencia de antocianinas en algunas frutas y verduras.	26
Tabla N° 7. Tipos de Antocianinas.	34
Tabla N° 8. Operacionalización de variables.....	39
Tabla N° 9. Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR).....	41
Tabla N° 10. Corridas experimentales que se darán para el experimento	41
Tabla N° 11. Resultados de contenido en antocianinas totales	48
Tabla N° 12. Resultados de características fisicoquímicas.....	49
Tabla N° 13. Análisis de Varianza de Superficie Respuesta	49

Índice de contenido de figuras

Figura 1. Posible mecanismo de degradación térmica de dos antocianinas comunes	29
Figura 2. <i>Berberis Flexuosa</i> (Ayrampo)	31
Figura 3. Estructura básica de las antocianidinas..	33
Figura 4. Estructura de los monosacáridos más comunes encontrados en las estructuras de las antocianinas.	34
Figura 5. Flujograma de elaboración del macerado de ayrampo	44
Figura 6. Grafica de efectos principales para antocianinas totales.	50
Figura 7. Grafica de contornos para antocianinas totales.	50
Figura 8. Superficie de respuesta de antocianinas totales vs. Proporción de fruta y tiempo de maceración.....	51
Figura 9. Optimizador de respuesta de antocianinas totales vs. Proporción de fruta y tiempo de maceración.....	51

Resumen

En el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*. Se usaron los frutos de ayrampo del distrito y provincia de Huancavelica. Se halló el contenido de antocianinas totales en el macerado (mg/L) en cada tratamiento, según la proporción de fruta (g/L) y tiempo (días) de macerado. Los resultados de antocianinas fueron 876,86 mg/L (325 g de fruta/L por 14 días); 1150,55 mg/L (500 g de fruta/L por 14 días); 704,69 mg/L (325 g de fruta/L por 14 días); 1225,70 mg/L (449 g de fruta/L por 22 días); 495,96 mg/L (201 g de fruta/L por 22 días); 863,33 mg/L (325 g de fruta/L por 26 días); 328,97 mg/L (149 g de fruta/L por 14 día); 702,82 mg/L (325 g de fruta/L por 14 días); 640,24 mg/L (201 g de fruta/L por 5 días); 718,82 mg/L (325 g de fruta/L por 14 días); 869,40 mg/L (325 g de fruta/L por 14 días); 952,44 mg/L (449 g de fruta/L por 5 días) y 1174,26 mg/L (325 g de fruta/L por 1 día). Además, se evaluó las características fisicoquímicas de la proporción de fruta de 449 g/L y el tiempo de maceración de 22 días debido a que optimizan el contenido en antocianinas totales a un máximo de 1225,7 mg/L, con esta muestra se determinó un contenido de sólidos solubles de 25 °Brix y una cantidad de alcohol de 24°GL. Con estos resultados se comprobó que existen efectos significativos de la interacción de la concentración de fruta y tiempo de macerado del fruto de ayrampo en el contenido de antocianinas y características fisicoquímicas.

Palabras clave: *Berberis flexuosa*, antocianina, macerado, ayrampo.

Abstract

The objective of the present work was to evaluate the effect of the proportion of fruit and maceration time on the physicochemical characteristics and total anthocyanin content of the *Berberis flexuosa* mash. Ayrampo fruits from the district and province of Huancavelica were used. The content of total anthocyanins in the macerate (mg / L) in each treatment was found, according to the proportion of fruit (g / L) and time (days) of maceration. The anthocyanin results were 876.86 mg / L (325 g of fruit / L for 14 days); 1150.55 mg / L (500 g of fruit / L for 14 days); 704.69 mg / L (325 g of fruit / L for 14 days); 1225.70 mg / L (449 g of fruit / L for 22 days); 495.96 mg / L (201 g of fruit / L for 22 days); 863.33 mg / L (325 g of fruit / L for 26 days); 328.97 mg / L (149 g of fruit / L for 14 days); 702.82 mg / L (325 g of fruit / L for 14 days); 640.24 mg / L (201 g of fruit / L for 5 days); 718.82 mg / L (325 g of fruit / L for 14 days); 869.40 mg / L (325 g of fruit / L for 14 days); 952.44 mg / L (449 g of fruit / L for 5 days) and 1174.26 mg / L (325 g of fruit / L for 1 day). In addition, the physicochemical characteristics that the fruit proportion of 449 g / L and the maceration time of 22 days were evaluated because they optimize the total anthocyanin content to a maximum of 1225.7 mg / L, with this sample it was determined a soluble solids content of 25 ° Brix and an amount of alcohol of 24 ° GL. With these results it was found that there are significant effects of the interaction of the concentration of fruit and maceration time of the ayrampo fruit on the anthocyanin content and physicochemical characteristics.

Keywords: *Berberis flexuosa*, anthocyanin, macerated, ayrampo.

Introducción

En los últimos años se han realizado diferentes investigaciones acerca del valor nutricional que aportan las bayas moradas en la alimentación humana por su alto contenido de vitamina C, fibra y compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas y taninos elágicos. Estos últimos poseen una gran capacidad antioxidante, por lo que se ha asociado a estas frutas con efectos benéficos para la salud tales como la prevención de problemas cardiovasculares, cáncer y diabetes.

Lo anterior, sumado a su alto carácter perecedero y un manejo poscosecha deficiente, genera un rápido deterioro de grandes cantidades de fruta que se destina a los procesos industriales. Dicha problemática hace necesario el desarrollo de alternativas para aprovechar los excedentes de fruta en los picos de producción (Montoya et al., 2005).

En Perú estos productos se consumen principalmente como fruta fresca o procesada en forma de jugos, jaleas, mermelada y helados, principalmente. Sin embargo, en los últimos años las bebidas alcohólicas se han presentado como una opción para los productores.

Estas bebidas alcohólicas, comúnmente llamadas digestivos o aperitivos, se han relacionado con beneficios para la salud como la estimulación sanguínea, el mejoramiento de la digestión y las molestias del sistema respiratorio. Los efectos sobre la salud se obtienen debido que el alcohol, mediante un proceso de maceración extrae las sustancias benéficas de las frutas y hierbas (Armento, 2008; Corella, 2013; George et al., 1989; Shi et al., 2011).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Huancavelica es una zona productora de *Berberis flexuosa* más conocido como ayrampo, conocida en la gastronomía, sobre todo en época de semana santa donde se usa desde insumo para mazamorras como colorante para las alfombras que rinden culto religioso en la época. El ayrampo ha sido estudiado en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial con la intención de desarrollar su potencial agroindustrial, los macerados constituyen un gran aporte a la cultura gastronómica de la región Huancavelica, pero con el paso del tiempo se ha ido perdiendo poco a poco y por ello es necesario fortalecerla e innovarla a través de la elaboración de nuevos macerados.

Un macerado es el producto que se obtiene a través de un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (fruta) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractor. En la maceración, el agente extractor (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplean otros líquidos como vinos, jugos, alcohol o aceites aderezados con diversos ingredientes que modificarán las propiedades de extracción del medio líquido.

Esta investigación busca ser un aporte significativo a la industria de bebidas alcohólicas de Huancavelica y asimismo poder potenciar la lista de derivados de ayrampo. La presente investigación toma en cuenta la proporción de fruta y el tiempo de maceración que permita un producto de características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales adecuado para aprovechar al máximo sus propiedades ya conocidas.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en el contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*.
- Determinar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas del macerado de *Berberis flexuosa*.

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica teóricamente por el desconocimiento del efecto de la proporción de fruta y el tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*, resultados muy necesarios para optimizar una bebida que sea bandera de la región Huancavelica.

Su valor práctico se encuentra en el hecho de poder aprovechar los frutos de ayrampo en forma de macerado, ya que esta es una tecnología que prolonga más la conservación de los productos agroindustriales y extrae los compuestos bioactivos más importantes del fruto huancavelicano.

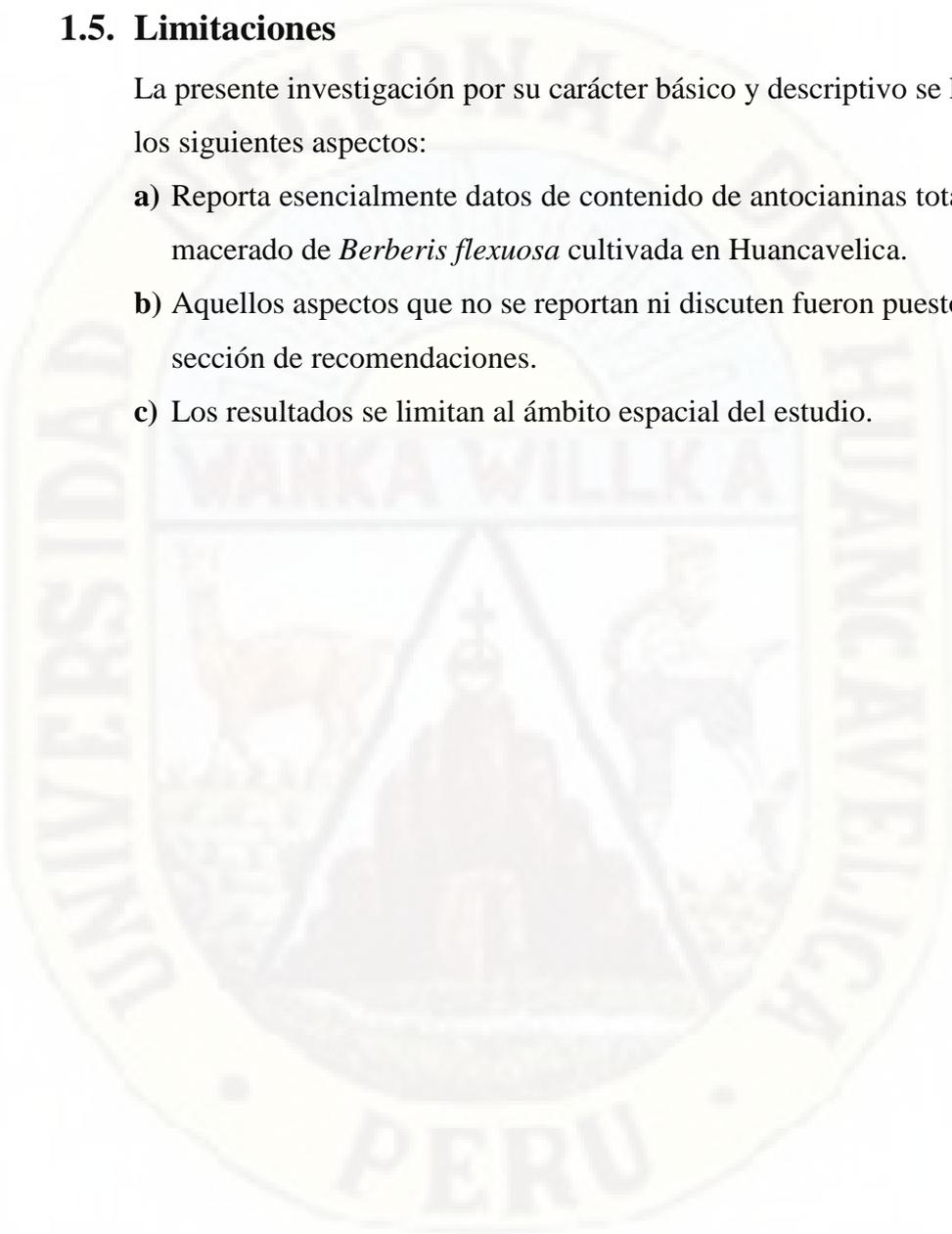
Una gran ventaja representa el hecho que el ayrampo se propaga con facilidad en la sierra de Huancavelica y es muy rústico, lo que implicaría

que su producción como materia prima sería prácticamente orgánica; por lo tanto, se tendría un producto natural con propiedades excelentes.

1.5. Limitaciones

La presente investigación por su carácter básico y descriptivo se limita a los siguientes aspectos:

- a) Reporta esencialmente datos de contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa* cultivada en Huancavelica.
- b) Aquellos aspectos que no se reportan ni discuten fueron puestos en la sección de recomendaciones.
- c) Los resultados se limitan al ámbito espacial del estudio.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Se han encontrado investigaciones del entorno internacional, nacional y local, las mismas que a continuación se mencionan.

Díaz & Gonzáles (2018), determinaron los fitoconstituyentes presentes en el macerado del fruto fresco de *Physalis peruviana* “aguaymanto” con Pisco, así como determinar la concentración de ácido ascórbico en dicho fruto. Para el estudio fitoquímico la muestra fue sometida a la acción extractiva del pisco y a ensayos de control de calidad: acidez, pH, densidad, índice de refracción y grados Brix. La concentración de ácido ascórbico fue determinada por el método de Robinson Stock usando 2,6-diclorofenol- indofenol. Los resultados mostraron azúcares reductores, compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, aminoácidos, alcaloides, triterpenos y esteroides como fitoconstituyentes del fruto en estudio. El fruto fresco de *Physalis peruviana* “aguaymanto” presentó 134,5 µg de ácido ascórbico por 100 g de muestra.

Alameda & Espinoza (2016), realizaron una investigación para determinar la factibilidad de elaborar macerado de aguaymanto con materia prima propia de la región Tacna. Este trabajo consta principalmente de dos etapas: la primera fue la elaboración de las muestras de macerado de aguaymanto en base a dos factores que fueron la proporción de fruta y el tiempo de maceración, la segunda fue el análisis sensorial y fisicoquímico al que fueron sometidas estas muestras. Es una investigación de tipo cuasi experimental, en la cual se utilizó la técnica de la encuesta, cuyo instrumento para la recolección de datos fue la ficha de evaluación organoléptica dirigida a un grupo de 15 catadores semientrenados. Los resultados obtenidos demuestran que es factible

elaborar macerado de aguaymanto con materia prima proveniente de la región Tacna, esto a partir de que las características organolépticas y fisicoquímicas de las muestras analizadas cumplen con los requisitos establecidos por la NTP 212.043:2010.

Coto (2014), determinó las condiciones de proceso para la elaboración de dos licores de frutas macerados, uno de Fresa – Mora – Menta y otro de cas, limón y hierba buena. Para preparar el extracto alcohólico de los licores, se desarrollaron prototipos de cada uno con diferentes porcentajes de las frutas y hierbas. En conjunto con el Comité Asesor se definieron las fórmulas base para ambos licores, las que corresponden a una relación: Y de mora y fresa para el licor de estas frutas, mientras que para el licor de cas, limón y hierba buena se utilizan V% y W% de las frutas, respectivamente. A ambos licores se les añade la concentración intermedia de hierba con respecto al peso de las frutas. Las condiciones de extracción para cada licor se establecieron mediante el método de superficie de respuesta con dos factores (tiempo de extracción y proporción fruta – alcohol) y tres variables respuesta (color, opacidad y turbidez). Para definir el tiempo de extracción se realizó la maceración de las frutas y hierbas durante 38 días, en los que se obtuvieron muestras de los extractos alcohólicos cada dos días a partir del día de inicio del proceso. Se eligieron niveles máximos 760 g/L relación de fruta-alcohol durante 26 días de maceración para el licor de fresa, mora y menta, y para la bebida de cas, limón y hierba buena se utiliza 500 g/L relación de fruta-alcohol durante 26 días de extracción. Estas son las cantidades de sustancia vegetal que permanecen totalmente sumergidas en un litro de etanol y en el tiempo donde se estabilizan los valores de las variables estudiadas. Al analizar los resultados obtenidos en los modelos de color y turbidez para ambas superficies de respuesta, se obtienen como puntos óptimos para la extracción sólido - líquido 556 g/L de la relación fruta – alcohol durante 18 días y 325 g/L de la relación fruta – alcohol por 14

días para el licor de fresa, mora y menta y el licor de cas, limón y hierba buena, respectivamente. A partir de los extractos alcohólicos obtenidos con las condiciones establecidas anteriormente y la adición de un almíbar de sacarosa, se elaboraron licores con 25 °Brix, 35 °Brix, y 45 °Brix. Se analizó el agrado general, color, olor, sabor frutal, dulzor, grado alcohólico y consistencia de estas bebidas en un panel con 107 consumidores frecuentes de productos similares. Los licores con una concentración de 35 °Brix presentaron mayor agrado. Se determinaron las características físico – químicas (pH, sólidos solubles, porcentaje de alcohol, color, opacidad y turbidez) de los licores desarrollados y de licores comerciales similares a los elaborados (Licor de mora artesanal, Limoncello Bols, Limoncello Caravella, Limoncello Il Faro y Limoncello Di Capri) para comparar estas características con productos del mercado. Se concluye que los digestivos de fresa, mora y menta y cas, limón y hierba buena poseen un mayor porcentaje de alcohol en comparación a las bebidas comerciales. Las demás características se encuentran dentro del rango de los licores de referencia. En el análisis microbiológico no se presenta el crecimiento de microorganismos mesófilos aerobios ni de mohos y levaduras, se obtienen resultados <10 UFC/mL. Luego del almacenamiento de los licores durante tres meses, no se observa cristalización del azúcar. El licor de cas, limón y hierba buena presenta diferencia en la coloración, pasa de una tonalidad verde – amarilla a una marrón debido a la oxidación por exposición a la luz natural. Los licores con 35 °Brix se analizaron a través de dos sesiones de grupo con 5 participantes cada uno, en donde la mayoría los consideró licores digestivos con buenas características sensoriales, un agrado general cercano a 8 en una escala de 10 puntos. Mencionan que la mayor oportunidad de mejora es el color, pues visualizan el digestivo de fresa, mora y menta con una tonalidad morada más intensa y al licor de cas,

limón y hierba buena con una verde que el producto evaluado no presenta.

Justo (2018), extrajo colorante de semillas secas de ayrampo, extraídas de los frutos que fueron recolectados de la provincia de Candarave, inicialmente se aplicó tres condiciones de maceración: tiempo (30, 60, 90 min), velocidad de agitación (0, 90, 180 rpm) y temperatura (20, 30, 40 °C). Se determinó estadísticamente que la temperatura no es significativa para las condiciones experimentales, por lo cual se vio por conveniente realizar otros ensayos para los factores significativos como son: tiempo (30, 35, 40 min) y velocidad de agitación (190, 195, 200 rpm), aplicándose un diseño factorial 3². Estadísticamente resultó que las mejores condiciones de maceración para la mayor obtención de extracto colorante son: tiempo de 38,35 min y velocidad de agitación de 198,82 rpm a estas condiciones se obtienen: 177,927 mg de betacianinas/100 g, 69,073 mg de betaxantinas/100 g y 246,9 mg de betalaínas/100 g.

Falcon et al. (2018), determinaron la relación del tiempo de maceración prefermentativa de bebidas fermentadas elaboradas con aguaymanto maduro aplicando dos niveles de temperatura (ambiente y 8 °C) y tres tiempos de maceración prefermentativa (60, 30, 0 días) sobre la variación de la capacidad antioxidante, vitamina C y contenido de carotenoides en el momento del embotellado y después de 90 días de maduración. Las bebidas se elaboraron por vinificación en tinto. La relación del tiempo de la maceración prefermentativa a -8 °C y sin maceración sobre la vitamina C se estableció: T0 > T1 > T2. La relación del tiempo de la maceración prefermentativa a temperaturas de -8 °C y sin maceración sobre los carotenoides se estableció T2 > T1 > T0. La relación del tiempo de la maceración prefermentativa a temperaturas de -8 °C y sin maceración sobre la capacidad antioxidante se estableció T2 > T1 > T0. La relación del coeficiente de Pearson entre la capacidad antioxidante y el contenido de vitamina c fue de -0, 217 que indica una dependencia lineal indirecta

baja y con respecto al relación de la capacidad antioxidante y la variación del contenido de carotenos 0,968 que indica una relación lineal directa altamente significativa.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Ayrampo

2.2.1.1. Características fisicoquímicas del fruto de ayrampo (*Berberis sp.*)

Tabla 1

Características fisicoquímicas del fruto de ayrampo

Características	Valores / Descripción
Color	Azul violáceo
Olor	Suigéneris
Sabor	Suigéneris
Densidad del zumo (g/cc)	1,089
pH	2,5
Sólidos solubles totales (°Bx)	17
Acidez (g/100 ml)	2,3
Índice de madurez (SST/acidez)	7,39

Fuente: Ccatamayo (2011).

2.2.1.2. Minerales del fruto de ayrampo (*Berberis sp.*)

Tabla 2

Minerales del fruto de ayrampo

Ensayo	mg/100 g de muestra
Magnesio	20,20
Calcio	70,80
Hierro	3,20
Zinc	0,80

Fuente: Ccatamayo (2011).

Tabla 3*Análisis fitoquímico del fruto de ayrampo (Berberis sp.)*

Extracto etéreo		
Ensayo	Color	Presencia
Lieberman-Burchard (triterpenos)	No presenta cambios	Negativo
Dragendorff (alcaloides)	No presenta cambios	Negativo
Extracto etanólico		
Ensayo	Color	Presencia
Ninhidrina (aminoácidos)	No presenta cambios	Negativo
Catequinas	Violeta	Positivo
Fehling (azúcares reductores)	Precipitado rojizo	Positivo
Antocianinas	Rojo púrpura	Positivo
Espuma (saponinas)	No presenta cambios	Negativo
Cloruro férrico (fenoles)	Rojo vino	Positivo
Baijet (cumarinas)	Precipitado naranja	Positivo (+++)
Borntrager (quinonas)	Coloración rojiza	Negativo
Dragendorff (alcaloides)	Opalescencia	Positivo (+)
Shinoda (flavonoides)	Rojo carmín	Positivo
Lieberman-Burchard (triterpenos)	Verde oscuro	Positivo
Extracto acuoso		
Ensayo	Observaciones	Presencia
Ensayos de principios amargos	Amargor al paladar	Positivo
Ensayos de mucílagos	Consistencia gelatinosa	Positivo
Espuma	No presenta espuma	Negativo

Fuente: Ccatamayo (2011).

2.2.1.3. Composición química proximal del fruto de ayrampo (Berberis sp.)

Tabla 4

Composición química proximal del fruto de ayrampo

Características	Valor en porcentaje (%)
Proteína	1,11
Ceniza	2,68
Grasa	1,35
Humedad	79,52
Fibra	3,08
Carbohidratos	12,63

Fuente: Ccatamayo (2011).

2.2.1.4. Actividad antioxidante y compuestos bioactivos del ayrampo

Tabla 5

Actividad antioxidante y compuestos bioactivos del ayrampo

Características	Valor
Actividad antioxidante	45,70% de inhibición de radicales libres
Actividad antioxidante de antocianinas	116,84 ± 0,36 mM de ácido ascórbico/ml de jugo
Contenido de fenoles totales	98,67 ± 0,48 mg de ácido clorogénico/100 ml de extracto
Polifenoles	525,02 mg/mL de ácido gálico
Antocianinas	298,56 ± 0,35 mg de antocianinas/100 g de muestra
β-caroteno	4,98 mg/mL
Azúcares reductores	2,29 g/100 g
Vitamina C	2,97 mg/mL
Ácido cítrico	0,67/100 g de muestra

Fuente: Ccatamayo (2011).

2.2.2. Antocianinas en alimentos

Patras, Brunton, O'Donnell, & Tiwari (2010), señalan que el procesamiento térmico de los alimentos implica el calentamiento a temperaturas de 50 a 150 °C, dependiendo del pH del producto y la vida útil deseada. La estabilidad química de las antocianinas es el foco principal de muchos estudios recientes debido a sus abundantes aplicaciones potenciales, sus efectos beneficiosos y su uso como alternativa a los colorantes artificiales en los alimentos. A partir de estos estudios, parecería que la estabilidad de la antocianina no es simplemente una función de la temperatura de procesamiento final, sino que, a su vez, está influenciada por las propiedades intrínsecas del producto y el proceso, como el pH, la temperatura de almacenamiento, la estructura química y la concentración de las antocianinas presentes, la luz, oxígeno, la presencia de enzimas, proteínas e iones metálicos (Rein, 2005).

Las antocianinas predominantes presentes en frutas y verduras son cianidin-3-O-glucósido, delfinidin-3-O-glucósido, malvidin-3-O-glucósido, pelargonidin-3-O-glucósido, y petunidin-3-O-glucósido.

Rentzsch, Schwarz, & Winterhalter (2007) revisaron la aparición y la naturaleza de las antocianinas. Debido a los mecanismos de copigmentación, las piroantocianinas son estables e intactas en flores, frutas y vegetales (Rein & Heinonen, 2004). La magnitud y la duración del calentamiento tienen una fuerte influencia en la estabilidad de la antocianina. En un estudio interesante, (Sadilova et al., 2006) observaron que los contenidos de antocianina de saúco eran muy sensibles al tratamiento térmico. Después de 3 h de calentamiento, solo el 50% de los pigmentos de saúco se conservaron a 95 °C. Varios estudios informaron un curso

logarítmico de destrucción de antocianinas con un aumento aritmético de la temperatura (Drdak & Daucik, 1990; Havlíková & Míková, 1985; Rhim, 2002).

Tabla 6

Presencia de antocianinas en algunas frutas y verduras

Frutas y vegetales	Antocianina mayoritaria	Antocianinas minoritarias
Fresa	Pelargonidina – 3 – glucósido	Cianidina – 3 – glucósido, Pelargonidina – 3 – rutinósido
Mora	Cianidina – 3 – glucósido	Cianidina – 3 – rutinósido, malvidina – 3 – glucósido
Frambuesa	Cianidina – 3 – glucósido	Pelargonidina – 3 – glucósido, - Pelargonidina – 3 – rutinósido
Cerezas dulces	Cianidina – 3 – rutinósido	Cianidina – 3 – glucósido, Peonidina – 3 – rutinósido
Grosella negra	Cianidina – 3 – glucósido	Cianidina – 3 – glucósido, Delfinidina – 3 – glucósido
Arándano	Delfinidina – 3 – galactósido	Peonidina – 3 – glucósido, Peonidina – 3 – galactósido
Cebollas rojas	Cianidina – 3 – glucósido	Delfinidina – 3 – glucósido, Petunidina glucósido

Fuente: Patras, Brunton, O'Donnell, & Tiwari (2010).

Las altas temperaturas - (blanqueamiento (95 °C/ 3 min) en combinación con la pasteurización) involucrada en el procesamiento de los arándanos en purés dieron como resultado una pérdida del 43% en el total de antocianinas monoméricas, en comparación con los niveles originales encontrados en frutas frescas (Brownmiller et al., 2008) mientras que los valores de color poliméricos aumentaron de 1% a 12%. Esto sugiere que los factores lábiles al calor pueden acelerar la destrucción del

pigmento antocianina y apoya firmemente la hipótesis de que las enzimas endógenas en las frutas causan la destrucción del pigmento en el procesamiento del jugo.

Ochoa, Kessler, Vullioud, & Lozano (1999), reportaron pérdidas similares en los purés de frambuesa. García-Viguera *et al.* (1999) informaron que la fabricación de mermeladas produjo pérdidas de antocianinas que oscilaron entre el 10% y el 80% cuando el tiempo de ebullición varió (10 a 15 minutos). García-Viguera *et al.* (1999) informaron que la temperatura de almacenamiento juega un papel crítico para la pérdida de antocianinas durante el almacenamiento. Observaron una degradación mucho más lenta a 20 °C en comparación con 37 °C. Así, la estabilidad de las antocianinas está fuertemente influenciada por la temperatura (Jackman & Smith, 1996). Una combinación de operaciones unitarias que impliquen calor como el escaldado, la pasteurización y la duración también pueden afectar notablemente el contenido de antocianinas de las frutas y verduras. Por ejemplo, Volden *et al.* (2008) informaron recientemente que el escaldado, la ebullición y la cocción al vapor, resultaron en pérdidas del 59%, 41% y 29%, respectivamente, en el contenido de antocianinas de la col roja. Lee, Durst, & Wrolstad (2002) informaron resultados similares; Srivastava, Akoh, Yi, Fischer, & Krewer (2007) en productos de arándanos. Kirca, Özkan, & Cemeroğlu (2006) informó que las antocianinas de zanahorias negras eran razonablemente estables durante el calentamiento a 70 a 80 °C, lo que concuerda con los datos cinéticos de Rhim (2002) sobre la estabilidad térmica de las antocianinas de zanahoria negra entre 70 y 90 °C. Hager, Howard, Prior, & Brownmiller (2008) encontraron que el procesamiento de bayas enlatadas en agua o jarabe daba como resultado pérdidas

totales de antocianinas de 42% y 51%, respectivamente. Patras *et al.* (2010) demostraron que las antocianinas (cianindin-3-glucósido y pelargonidin-3-glucósido) en el puré de moras y fresas se vieron significativamente afectadas por los tratamientos de procesos térmicos de 70 °C durante tiempos de mantenimiento de 2 min. En común con otros polifenoles, las antocianinas se degradan enzimáticamente en presencia de polifenol oxidasa. Esta enzima puede inactivarse por calentamiento suave y, por lo tanto, algunos autores han informado que la inclusión de una etapa de blanqueo (calentamiento a aproximadamente 50 °C) puede tener un efecto positivo en la retención de antocianinas. Por ejemplo, Skrede, Wrolstad, & Durst (2000) demostraron que la adición de un extracto de pulpa de arándano blanqueado al jugo de arándano no produjo una degradación de las antocianinas, mientras que la adición de un extracto no ramificado causó una pérdida del 50% de las antocianinas, lo que sugiere una enzima con cierto papel en la degradación de antocianinas. Rossi *et al.* (2003) sugirieron que un paso de escaldado adicional en el procesamiento del jugo puede ser vital, al evaluar los productos de frutas por sus efectos en la salud, ya que el escaldado inactiva el polifenol oxidasa. La copigmentación también parece desempeñar un papel en la estabilidad de la antocianina. Por ejemplo, en un estudio realizado por Dyrby, Westergaard, & Stapelfeldt (2001) los autores informaron una mayor estabilidad térmica de las antocianinas presentes en la col roja en comparación con las antocianinas de grosella negra, piel de uva y saúco en el sistema modelo de refresco debido a la protección del sistema flavilium a través de la copigmentación. Kirca *et al.* (2006) informaron que la estabilidad de las antocianinas monoméricas en el jugo y los concentrados de zanahoria negra

dependía de la temperatura, el contenido de sólidos y el pH. Las antocianinas de la zanahoria negra se relacionaron relativamente con el calor y el cambio de pH en comparación con las antocianinas de otras fuentes debido a la diacilación de la estructura de la antocianina. Se cree acilación de la molécula Para mejorar la estabilidad de antocianinas protegiéndola de la hidratación (Brouillard, 1981; Goto et al., 1979). Del mismo modo, Rubinskiene, Viskelis, Jasutiene, Viskeliene, & Bobinas (2005) demostraron que la cianidina-3-rutinosida mostró la mayor estabilidad al efecto del tratamiento térmico a una temperatura de 95 ° C en la grosella negra.

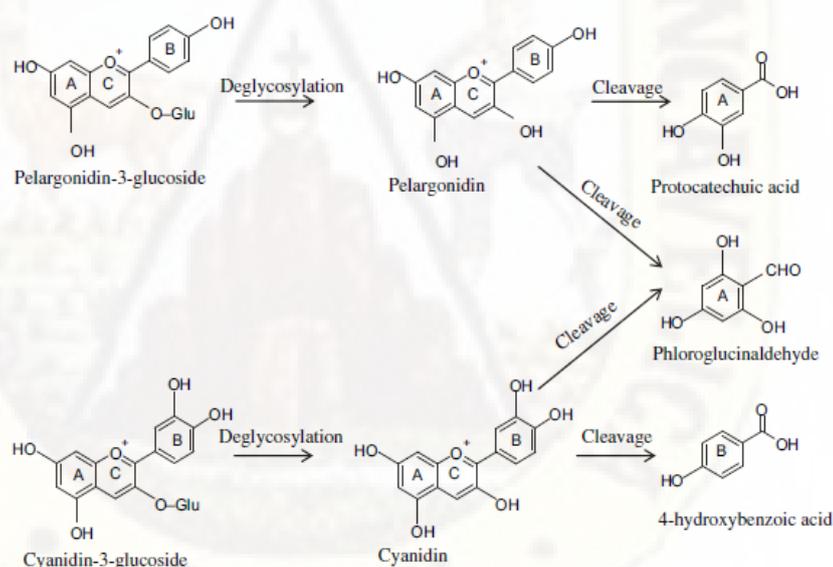


Figura 1. Posible mecanismo de degradación térmica de dos antocianinas comunes (Patras *et al.*, 2010).

Sadilova *et al.* (2006), informaron que la metoxilación del resto acilo mejora la integridad estructural frente al calor. Las tasas de degradación de las antocianinas aumentaron al aumentar el contenido de sólidos durante el calentamiento. Esto podría deberse a la proximidad de las moléculas reactivas en el jugo con

mayor contenido de sólidos solubles (Nielsen et al., 1993). En la fresa, la degradación de la antocianina ocurre tan pronto como las fresas se procesan en jugo o concentrado y continúan durante el almacenamiento. Esta degradación de las antocianinas es mayor en concentrados en comparación con los jugos (Garzon & Wrolstad, 2002). Se notificaron tendencias similares para las antocianinas en guinda (Cemeroglu et al., 1994). En resumen, co-pigmentación inter e intramolecular con otras fracciones, las antocianinas poliglicosiladas y poliaciladas proporcionan una mayor estabilidad frente al cambio en el pH, el calor y la luz (Francis, 1992). Algunas investigaciones también demostraron que la co-pigmentación de las antocianinas con otros compuestos (co-pigmentos) es el principal mecanismo de estabilización del color en las plantas (Davies & Mazza, 1993). A partir de los hallazgos recientes anteriores, realmente suena lógico que la industria vuelva a evaluar los tratamientos con procesos térmicos existentes basándose en estudios que demuestran una mayor degradación de los pigmentos de antocianina.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Ayrampo

El ayrampo (*Berberis sp.*) es una de las frutas arbustivas, silvestre, nativo, andino perteneciente a la familia de las berberidáceas, que se encuentran en las zonas alto andinas de la Región de Huancavelica con mayor producción y en otras regiones como Ayacucho, Apurímac en menor cantidad de producción, este fruto es temporal, es sensible a la helada. Las comunidades campesinas suelen utilizar este arbusto como cerco vivo para la delimitación de terrenos de cultivo y/o enmarcar colindas territoriales. Sus frutos color azul violáceo, son

utilizados para el teñido de lanas o fibras de animales y prendas de vestir, dando colores azul verdoso, también en la elaboración de dulces, bebidas refrescantes, mazamorras, mermeladas y otros productos. En general, el poder tintóreo de la planta está en el tallo, la raíz y el fruto, habiéndose obtenido hasta el momento gama de colores. La planta se desarrolla en un ambiente no exigente, debido a que crecer en terrenos calcáreos, arenosos y rocosos, con poca humedad (Quispe, 1985).

A. Identificación taxonómica del ayrampo (*Berberis sp.*)

Según Mostacero, Mejía, & Gamarra (2009) es de la siguiente manera:

División : Angiospermae
Clase : Dicotyledoneae
Orden : Ranunculales
Familia : Berberidaceae
Género : *Berberis*
Especie : *Berberis sp.*



Figura 2. Berberis flexuosa (Ayrampo).

2.3.2. Antocianinas

Las antocianinas son compuestos bioactivos presentes en muchas frutas, verduras y sus productos. Son responsables de la amplia gama de colores presentes en flores, pétalos, las hojas, las frutas

y los vegetales son un subgrupo dentro de los flavonoides caracterizados por un esqueleto C₆-C₃-C₆. Dado que las antocianinas imparten un color característico a las frutas y verduras, impactan en un parámetro de calidad clave al influir en la aceptación sensorial del consumidor.

Una propiedad importante de las antocianinas es su actividad antioxidante, que desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades neuronales y cardiovasculares, cáncer y diabetes, entre otras (Konczak & Zhang, 2004). Existen varios estudios que centran el efecto de las antocianinas en los tratamientos contra el cáncer (Lule & Xia, 2005), nutrición humana (Stintzing & Carle, 2004) y su actividad biológica (Kong et al., 2003). Una serie de revisiones recientes han resumido y evaluado exhaustivamente los beneficios para la salud del consumo de antocianinas (Clifford, 2000; Duthie et al., 2000). Muchos factores pueden influir en el contenido intrínseco de antocianinas, incluidos los factores de especies, ambientales y agronómicos. Muchos alimentos que contienen antocianinas se procesan térmicamente antes del consumo y este proceso puede influir enormemente en el contenido de antocianinas en el producto final (Giusti & Wrolstad, 2003).

Las antocianinas serían los sustitutos ideales de los colorantes rojos artificiales debido a sus colores brillantes que varían de rojo a azul, solubilidad en agua y no toxicidad. Sin embargo, el uso de estos pigmentos en los alimentos se ha visto obstaculizado por su poca estabilidad, que se ve afectada por factores físicos y químicos como la temperatura, el pH, la luz, el disolvente y la estructura del pigmento en sí (Socaciu, 2007). De hecho, el catión flavilio, el coloreado La forma de antocianina solo predomina a valores de pH inferiores a 3 (Maçanita *et al.*, 2002).

Los antocianos - del griego anthos (flor) y kyanos (azul)- reciben este nombre cuando están bajo la forma heterósida (unidos por enlace glucosídico en posición 3 a una molécula de glucosa), que es la que se encuentra en las uvas de las variedades tintas de *Vitis vinifera* (Picque, Lieben, Chretien, Beguin, & Guerin, 2010).

Se encuentran en forma más estable como glucósidos (antocianinas) que como agliconas (antocianidinas); aunque su estructura química básica es en su forma de aglicona contiene dos anillos bencénicos unidos por un heterociclo insaturado catiónico y oxigenado; habiéndose relacionado su síntesis a la de los azúcares (Pirie & Mullins, 1977; Souquet et al., 2000), y su estructura se representa en la figura 3. Se distinguen seis tipos de moléculas de antocianinas, en función de los sustituyentes R_1 y R_2 la figura 3.

Los monosacáridos comúnmente encontrados son D-glucosa, L-ramnosa, D-arabinosa y D-xilosa (figura 3) aunque también pueden contener oligosacáridos como gentobiosa, rutinosa y soforosa. Normalmente los monosacáridos se unen con los grupos hidroxilo de la posición 3 de la antocianidina, mientras que los disacáridos sustituyen los hidroxilos 3 y 5 o los de la posición 3 y 7 (Gould et al., 2008).

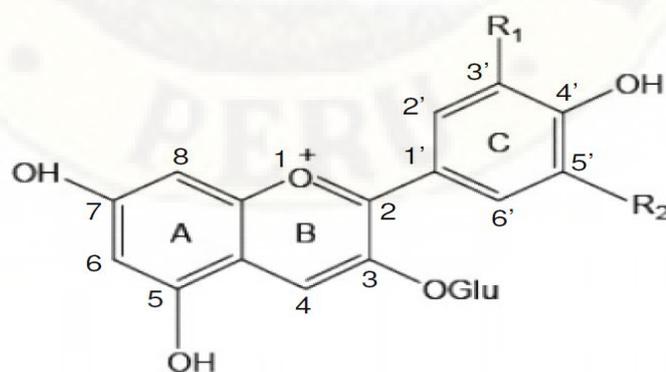


Figura 3. Estructura básica de las antocianidinas (Rodríguez-Saona, Giusti, Durst, & Wrolstad, 2001).

Tabla 7. Tipos de Antocianinas

Antocianinas	R ₁	R ₂	Espectro visible λ _{MAX} (nm)
Pelargonidina (*)	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (Naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 ((Azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506 (Naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508 ((Azul-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃	510 (Azul-rojo)

Fuente: Rodríguez-Saona, Giusti, Durst, & Wrolstad (2001).

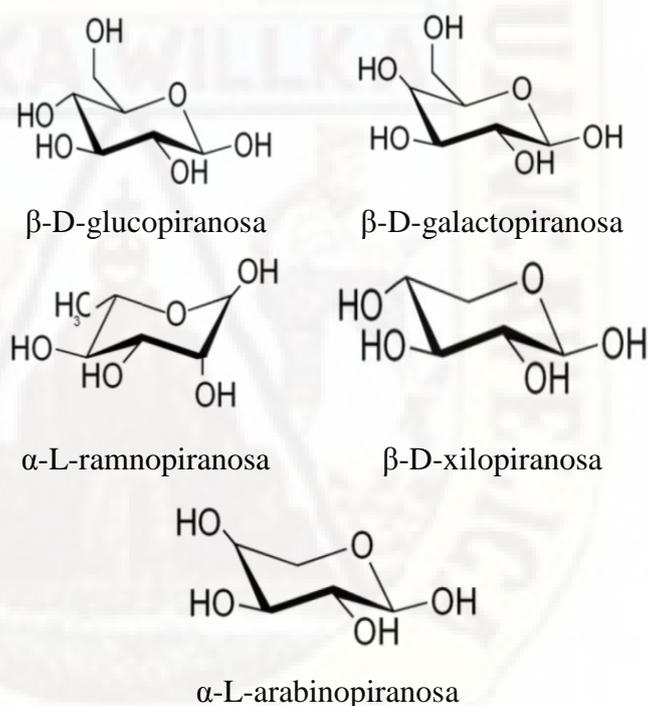


Figura 4. Estructura de los monosacáridos más comunes encontrados en las estructuras de las antocianinas (Boulton, 2001).

2.3.3. Macerado

Un macerado es el producto que se obtiene a través de la maceración que es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende

extraer. En la maceración, el agente extractante (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplean otros líquidos como vinos, jugos, alcohol o aceites aderezados con diversos ingredientes que modificarán las propiedades de extracción del medio líquido (Alameda & Espinoza, 2016).

2.3.3.1. Historia del macerado

Los macerados de pisco con frutas o especias son parte de la historia del destilado nacional. Pertenecen a la categoría de licores y solían ser una dulce tradición que amenizaba la tertulia después del almuerzo o cena, cerrando con broche de oro. A principios de los años 70, en las bodegas de Santiago Queirolo, nació Masco. Es un macerado elaborado con pisco quebranta y dulces ciruelas de la variedad Santa Rosa, fruta originaria de Japón. La fruta se macera en pisco por un determinado tiempo dejando todo su color y sabor. El resultado es un rico licor, de color oscuro, con aromas y sabores de frutas maduras como la ciruela negra y fresa. El dulzor natural proviene de la fruta y del mismo pisco. Tiene 22 grados de alcohol. Puede tomarse con hielo como aperitivo, o sólo como un excelente digestivo. También puede ser la base para preparar cócteles frescos y juveniles o el ingrediente secreto para muchos postres (Barricas, 2019).

2.3.3.2. Clasificación del macerado

Según la NTP 212.043:2010. Bebidas Alcohólicas Vitivinícolas. Macerado de Damasco. Requisitos (NTP

212.043:2010, 2010), el macerado se clasifica de la siguiente manera:

✓ **Por el tipo de base alcohólica utilizada**

- **Macerados de Damasco en Pisco:** Producto obtenido exclusivamente de la maceración de damascos en Pisco. El producto debe indicar en el rotulado la clase de Pisco utilizado, el lugar de origen del mismo y el número de autorización de uso de la Denominación de Origen.
- **Macerados en Damasco Aguardiente de uva:** Producto obtenido exclusivamente de la maceración de damascos en aguardiente de uva pisquera.

✓ **Por su contenido de azúcares totales**

- **Seco:** El que contiene una cantidad de edulcorante menor a 50 g/L de azúcares totales.
- **Dulce:** El que contiene una cantidad de edulcorante comprendida entre 50 g/L a 250 g/L de azúcares totales.
- **Crema:** El que contiene una cantidad de edulcorante mayor de 250 g/L de azúcares totales.

2.4. Definición de términos

- **Antocianinas:** son colorantes naturales que pertenecen a la familia de los flavonoides. Son responsables de color rojo intenso a colores azules o zarzamora. Son pigmentos solubles en agua. Las antocianinas son pigmentos responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul de muchas frutas, vegetales y cereales (Clifford, 2000).

- **Acidez total:** determina la cantidad de iones H⁺ libres en la solución. Como parte de la caracterización fisicoquímica en los frutos de zarzamora se encuentra la determinación de pH en el jugo fresco (Codex, 2005).
- **Alelopatía:** término utilizado para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son ya sea directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra (Duthie *et al.*, 2000).
- **Calidad de los alimentos:** Conjunto de atributos que hacen referencia de una parte a la presentación, composición y pureza, tratamiento tecnológico y conservación que hacen del alimento algo más o menos apetecible al consumidor y por otra parte al aspecto sanitario y valor nutritivo del alimento (Badui Dergal, 2006).
- **Capacidad Antioxidante:** es la capacidad que tiene una sustancia antioxidante para disminuir la presencia de las especies reactivas de oxígeno antes de reaccionar con diversos sustratos (lípidos, proteínas, ADN) (Deng *et al.*, 2018).
- **Fitoquímicos:** es el nombre genérico con el que se conoce a una serie de sustancias que se encuentran en las plantas, principalmente, se utiliza para hacer referencia a sus compuestos bioactivos que no tienen valor nutricional. Las frutas y vegetales ayudan a reducir de manera considerable las enfermedades crónicas, como cáncer o enfermedades cardiovasculares (Stintzing & Carle, 2004).
- **In vitro:** un cultivo in vitro significa hacer el cultivo en recipientes de vidrio bajo condiciones asépticas en el laboratorio. Técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo. Ejemplo la fecundación in vitro es ampliamente conocido (Rojas Guerra, 2012).

- **Metabolitos secundarios:** son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tienen un rol directo en el crecimiento reproducción del mismo. A diferencia de lo que sucede con los metabolitos primarios, la ausencia de algún metabolito secundario no le impide la supervivencia, si bien se verá afectado por ella, a veces gravemente (Giusti & Wrolstad, 2003).
- **Pulpa de fruta:** se define como el producto no fermentado, pero fermentable, obtenido mediante la desintegración y tamizado de la parte comestible de la fruta fresca, o preservada adecuadamente, sanas y limpias, sin remover el jugo (Codex, 2005).
- **Radicales libres:** son moléculas que contienen un electrón no apareado, esta característica los hace sumamente reactivos y capaces de dañar a otras moléculas transformándolas a su vez en moléculas muy reactivas, una reacción en cadena que causa daño oxidativo, desde células hasta tejidos (Dorado et al., 2003; Ugartondo, 2009).

2.5. Hipótesis

De lo anteriormente expuesto se pensó en plantear la siguiente hipótesis de investigación:

La proporción de fruta y tiempo de maceración tienen un efecto significativo y positivo en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*.

2.6. Variables

2.6.1. Variables independientes

- Proporción de fruta
- Tiempo de maceración

2.6.2. Variables dependientes

- Contenido de antocianinas totales del macerado de ayrampo
- Características fisicoquímicas del macerado de ayrampo.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 8

Operacionalización de variables

Nominal	Definición operativa	Indicadores	Unidades
Proporción de fruta	Independiente	Proporción	g/1000 g
Tiempo	Independiente	Tiempo	días
Antocianinas totales	Dependiente	Antocianinas	mg/g
Características fisicoquímicas	Dependiente	Sólidos solubles Contenido alcohólico	°Brix °GL

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito temporal y espacial**

El experimento se realizó con materia prima del distrito y provincia de Huancavelica. La ejecución se realizó en el Laboratorio de Análisis instrumental 2 en la filial de Acobamba de la Universidad Nacional de Huancavelica. Dicho trabajo se inició el mes de mayo del 2019 hasta noviembre del 2019.

3.2. **Tipo de Investigación**

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que, buscó la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

3.3. **Nivel de Investigación**

El nivel de investigación en el presente trabajo de investigación fue experimental ya que, se pudo manipular las diferentes variables con las que se trabajó.

3.4. **Población, muestra y muestreo**

Se recolectaron y utilizaron los frutos de *Berberis flexuosa* procedentes del distrito y provincia de Huancavelica. Se usaron 18 kg de *Berberis flexuosa*. Y el muestreo fue al azar.

3.5. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos utilizados para recolección de datos fueron las siguientes:

3.5.1. **Método de Investigación**

El método utilizado en la investigación es experimental.

3.5.2. Diseño de Investigación

Se utilizó el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) para lograr optimizar el rendimiento de antocianina extraída; del tipo DCCR $2^n + 2*n + pc$; la Metodología de Superficie de Respuesta (MRS) también se aplicó al DCCR se usó para determinar los niveles óptimos de las variables en el proceso de extracción, la codificación es la siguiente:

Tabla 9
Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR)

Variables	-1,41	-1	0	1	1,41
Proporción de fruta	150	201	325	449	500
Tiempo de maceración	1	5	14	22	26

Tabla 10
Corridas experimentales que se darán para el experimento

Proporción Fruta (g/L)	Tiempo maceración (días)	Variables respuesta
325	14	Y ₁
500	14	Y ₂
325	14	Y ₃
449	22	Y ₄
201	22	Y ₅
325	26	Y ₆
149	14	Y ₇
325	14	Y ₈
201	5	Y ₉
325	14	Y ₁₀
325	14	Y ₁₁
449	5	Y ₁₂
325	1	Y ₁₃

3.5.3. Procedimiento de maceración

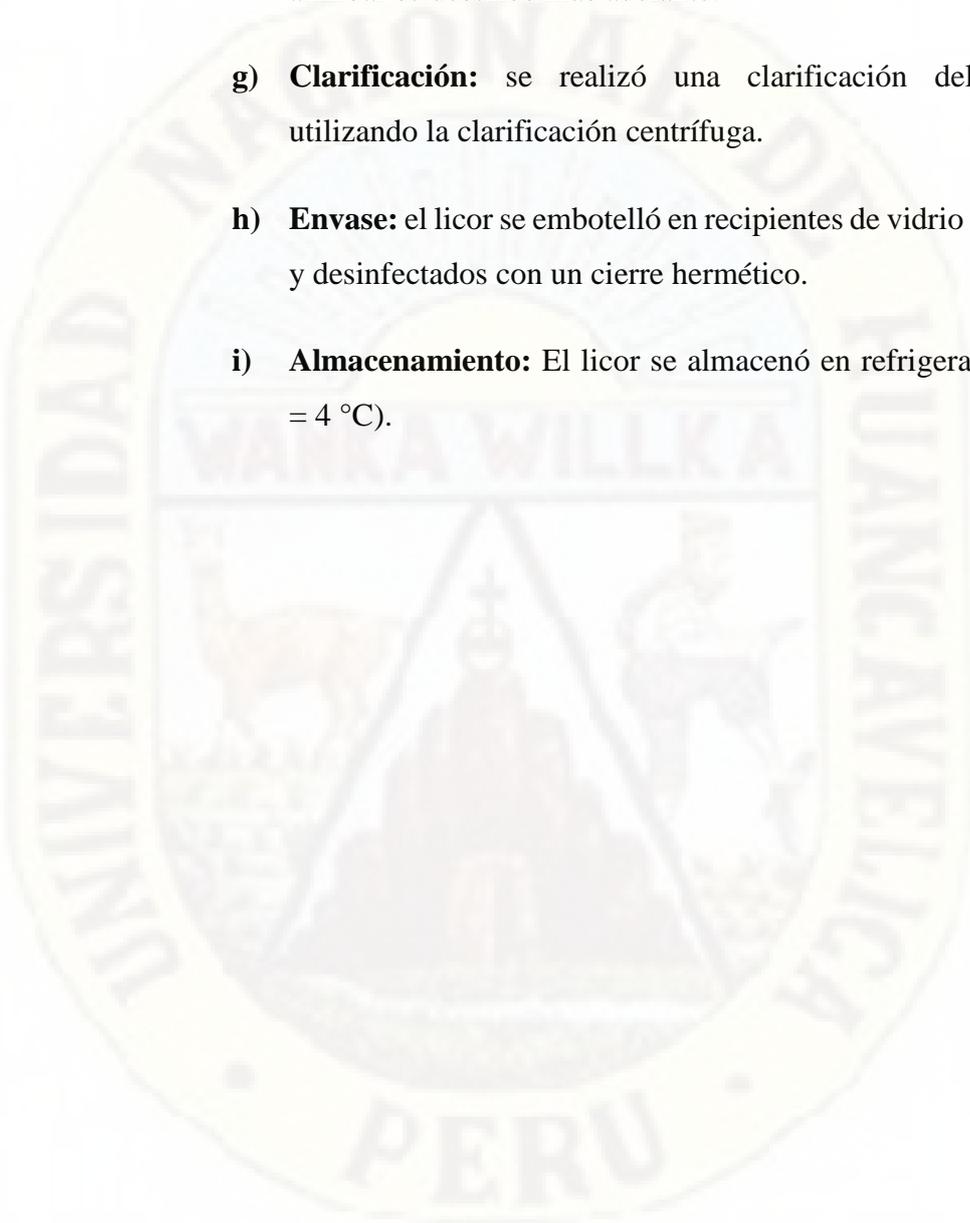
Descripción del proceso

- a) **Selección:** todos los frutos de *Berberis flexuosa* deben cumplir con los parámetros de calidad: debe estar limpia, entera, firme, con coloraciones vino tinto, libres de mohos y magulladuras, en todos los casos se seleccionaron visualmente. De no cumplir con estos aspectos se desechó la fruta.
- b) **Lavado:** se realizó por inmersión de las frutas en agua potable para eliminar cualquier resto de suciedad.
- c) **Desinfección:** se realizó con agua clorada 100 ppm.
- d) **Maceración:** se realizó en un recipiente de vidrio con capacidad de 3,5 L. Para algunas pruebas se utilizaron recipientes de vidrio de 12 L de capacidad. Las frutas se colocaron en dicho recipiente con el etanol de 95 % (v/v). Los tiempos de extracción, así como la proporción de fruta - etanol a utilizar para la elaboración de los licores fueron las variables a evaluar en las pruebas definitivas que se explican en la sección 3.5.2.

La literatura recomienda mantener el macerado protegido de la luz, en reposo y a una temperatura ambiente promedio de 23 °C (Armento, 2008; Brennan, 1998). Por lo que, para proteger el extracto de la luz, los recipientes de vidrio se cubrieron con papel aluminio y una bolsa de plástico negra.

- e) **Filtración:** el extracto alcohólico obtenido se separó de las frutas utilizando un colador.

- f) **Mezclado:** el extracto alcohólico que obtuvo en la operación anterior, se mezcló con el almíbar. La preparación del almíbar se describe más adelante.
- g) **Clarificación:** se realizó una clarificación del licor, utilizando la clarificación centrífuga.
- h) **Envase:** el licor se embotelló en recipientes de vidrio lavados y desinfectados con un cierre hermético.
- i) **Almacenamiento:** El licor se almacenó en refrigeración ($T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$).



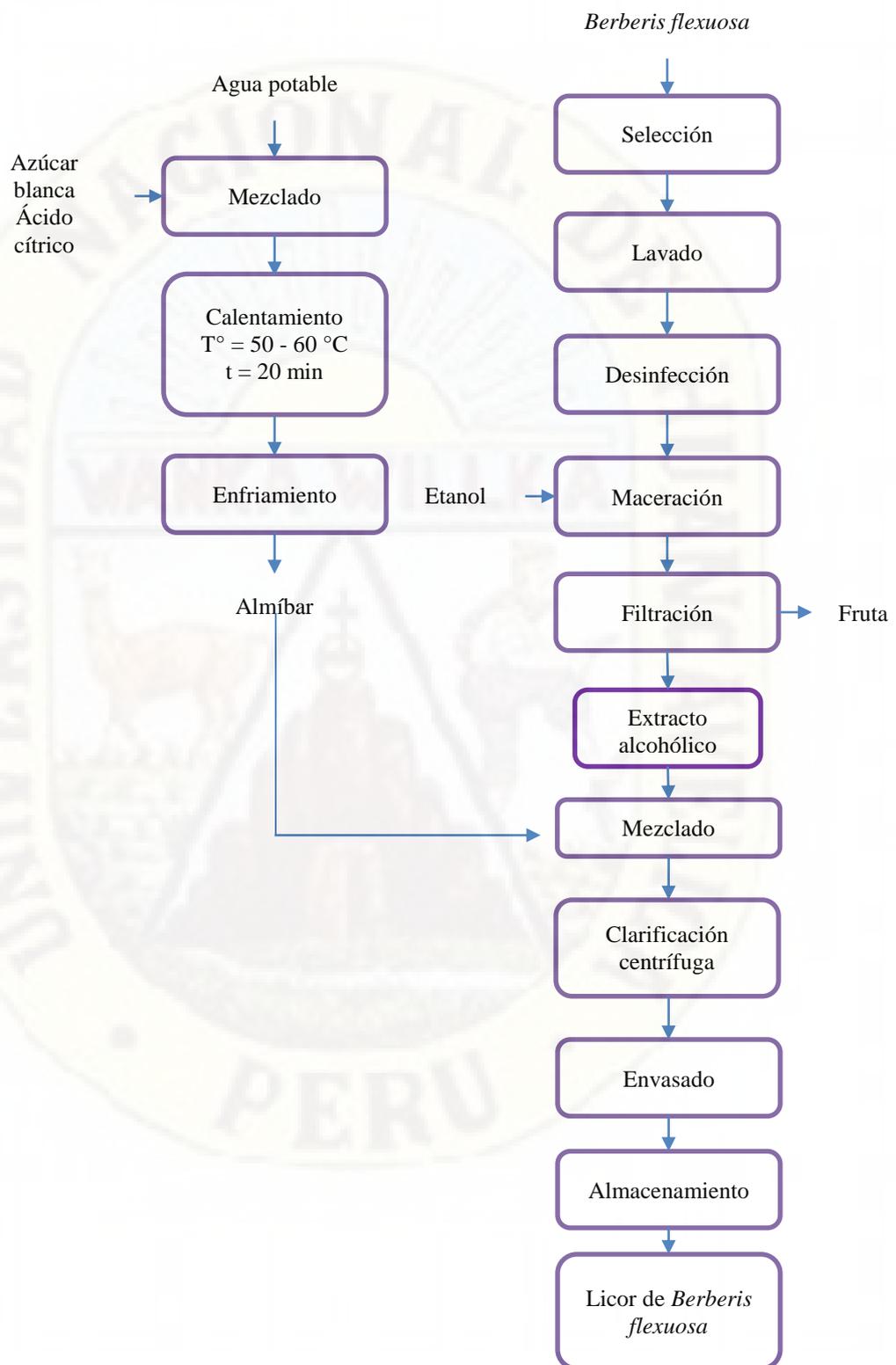


Figura 5. Flujograma de elaboración del macerado de ayrampo

Preparación del almíbar

Para la preparación de un almíbar se preparó un almíbar con sacarosa comercial y agua potable, al cual se le agregó 0,1 % (P/P) de ácido cítrico para alcanzar aproximadamente un 85% de inversión del azúcar. La mezcla se calentó a 50 °C – 60 °C por 20 minutos y obtener la disolución. La literatura indica que es necesario elaborar el almíbar con un mínimo de 40 % de azúcar invertido para evitar la cristalización de la sacarosa. El almíbar preparado se mezcló con el extracto alcohólico una vez que éste alcanzó la temperatura ambiente; esto para evitar la evaporación de extracto alcohólico (Anestis et al., 2016; Armento, 2008; Limón, 2010).

3.5.4. Determinación del contenido antocianinas totales

Se utilizó el método establecido por Giusti & Wrolstad (2001).

Procedimiento de extracción de antocianinas

Se tomó una muestra de pulpa concentrada de arándano, y se diluyó a 0,5 en una fiola a 10 mL con el solvente indicado, en esta prueba se usó etanol: agua destilada 50/50 y acidificado con 0,01% de la mezcla con HCl al 37%. Se colocó la muestra en un tubo de centrifugación y se sometió a 80 °C en bañomaría. Luego se centrifugó la muestra a 5000 rpm por 10 min en una centrífuga Nahita Modelo Blue. Se retiró el sobrenadante y el precipitado se volvió a diluir a 10 mL con el solvente. Se colocó en unos viales color ámbar, se etiquetaron, se forraron con papel aluminio y colocar en el freezer (parte superior de la refrigeradora).

Procedimiento analítico para la determinación de antocianinas monoméricas

La muestra puesta en viales, se diluyeron 1/50 con soluciones buffer, de pH 4,5 y 1,0 respectivamente (aunque eso depende de la lectura de absorbancia que no pase de 0,7 ni menos de 0).

Luego se tomó la muestra con pH 4,5 y se midió la absorbancia a 510 nm. Luego la misma muestra se midió a 700 nm. Se anotó la lectura por triplicado.

Luego se tomó la muestra con pH 1,0 y se midió la absorbancia a 510 nm. Luego la misma muestra se midió a 700 nm. Se anotó la lectura por triplicado.

Con estas lecturas se calculó la absorbancia (A) con la siguiente fórmula:

$$A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{pH=1} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{pH=4,5}$$

Una vez calculada la absorbancia (A), se calculó la cantidad de antocianina monomérica (mg/L) con la siguiente fórmula:

$$\text{Antocianina monomérica} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times 1}$$

Dónde:

MW = 449,2

ϵ = 26900

DF = factor de dilución (100 para este caso)

A = Absorbancia de la muestra calculada.

Nota: Si la muestra es desconocida, calcule el pigmento como Cianidina – 3 – glucósido, con los datos anteriormente dados.

3.5.5. Métodos fisicoquímicos

3.5.5.1. Sólidos solubles

Método: Refractometría (AOAC, 2012).

Fundamento: Expresado en °Brix que indican la concentración de sacarosa en una solución pura y a temperatura ambiente de 20 °C.

3.5.5.2. Contenido alcohólico

En la formulación de licores se debe determinar el porcentaje de etanol, para verificar que se cumpla con la regulación establecida. La determinación del contenido de etanol se puede obtener mediante por métodos cromatográficos o a través del método de picnometría (Armento, 2008; Benavides, 2003). El método que se utilizará será el método de picnometría, la que permite determinar el contenido de alcohol en un licor mediante una relación entre la masa de agua y la mezcla de etanol con agua, a una determinada temperatura. Para el caso específico de licores macerados con frutas es necesario aplicar una destilación de la muestra para obtener una mezcla binaria (agua - etanol) y evitar interferencias en la medición (Benavides, 2003).

3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos

La técnica de procesamiento y análisis de datos se hará a través de la metodología superficie respuesta usando el software Minitab versión 16 de prueba.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. Contenido de antocianinas totales

Tabla 11

Resultados de contenido en antocianinas totales

Proporción Fruta (g/L)	Tiempo maceración (días)	Antocianinas (mg/L)
325	14	876,86
500	14	1150,55
325	14	704,69
449	22	1225,70
201	22	495,96
325	26	863,33
149	14	328,97
325	14	702,82
201	5	640,24
325	14	718,82
325	14	869,40
449	5	952,44
325	1	1174,26

4.1.2. Características fisicoquímicas

Se realizó el análisis de características fisicoquímicas al tratamiento que obtuvo mayor contenido de antocianinas, el macerado a 22 días con una proporción de fruta de 449 g/L.

Tabla 12*Resultados de características fisicoquímicas*

Característica fisicoquímica	Resultado
Sólidos solubles	25° Brix
Contenido alcohólico	24° GL

4.2. Prueba de hipótesis

Tabla 13*Análisis de Varianza de Superficie Respuesta de Antocianinas*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Prop. Fruta	1	607114	607114	53,15	0,00*
Tiempo Ext.	1	12070	12070	1,06	0,34
Prop. Fruta*Prop. Fruta	1	6283	6283	0,55	0,48
Tiempo Ext.*Tiempo Ext	1	83357	83357	7,30	0,03*
Prop. Fruta*Tiempo Ext	1	43584	43584	3,82	0,09
Falta de ajuste	3	47366	15789	1,94	0,27
Error Puro	4	32594	8149		
Error	7	79960	11423		
Total	12	839993			

Resumen del modelo:

$$s = 106,878; R^2 = 90,48 \%$$

*Significativo a $\alpha = 0,05$.**Ecuación de regresión en unidades no codificadas**

$$\begin{aligned} \text{Antocianinas} = & 618 + 2,16 \text{ Prop. Fruta} - 77,7 \text{ Tiempo Ext.} \\ & - 0,00195 \text{ Prop. Fruta*Prop. Fruta} + 1,515 \text{ Tiempo Ext.*Tiempo Ext.} \\ & + 0,0990 \text{ Prop. Fruta*Tiempo Ext.} \end{aligned}$$

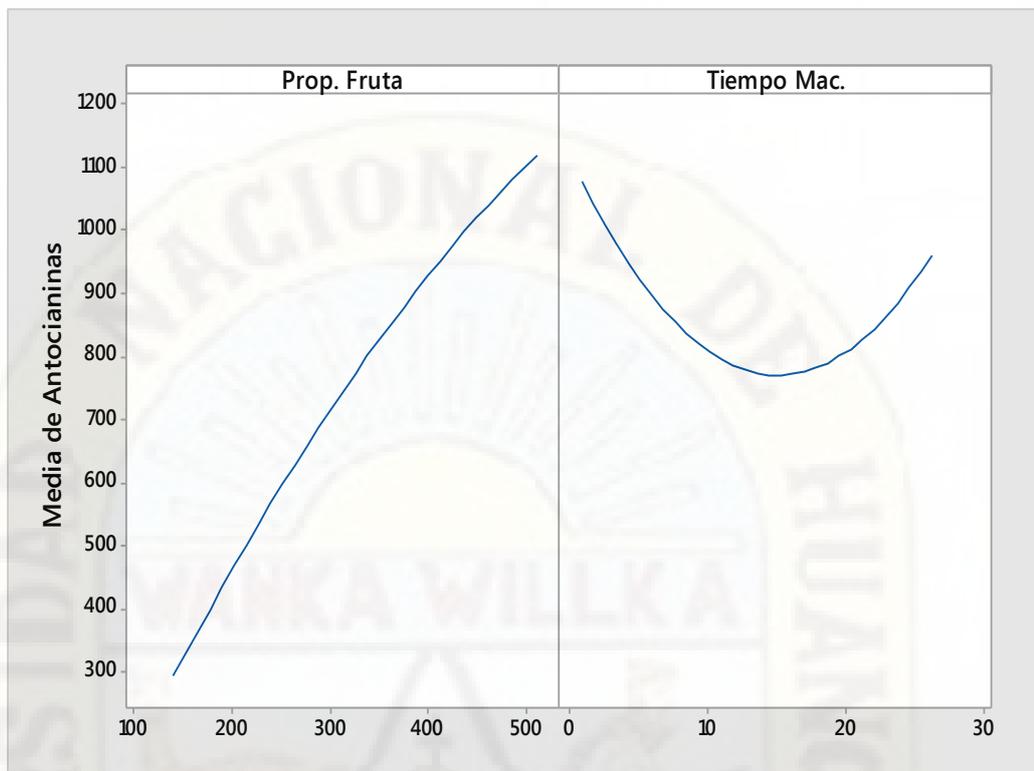


Figura 6. Gráfica de efectos principales para antocianinas totales.

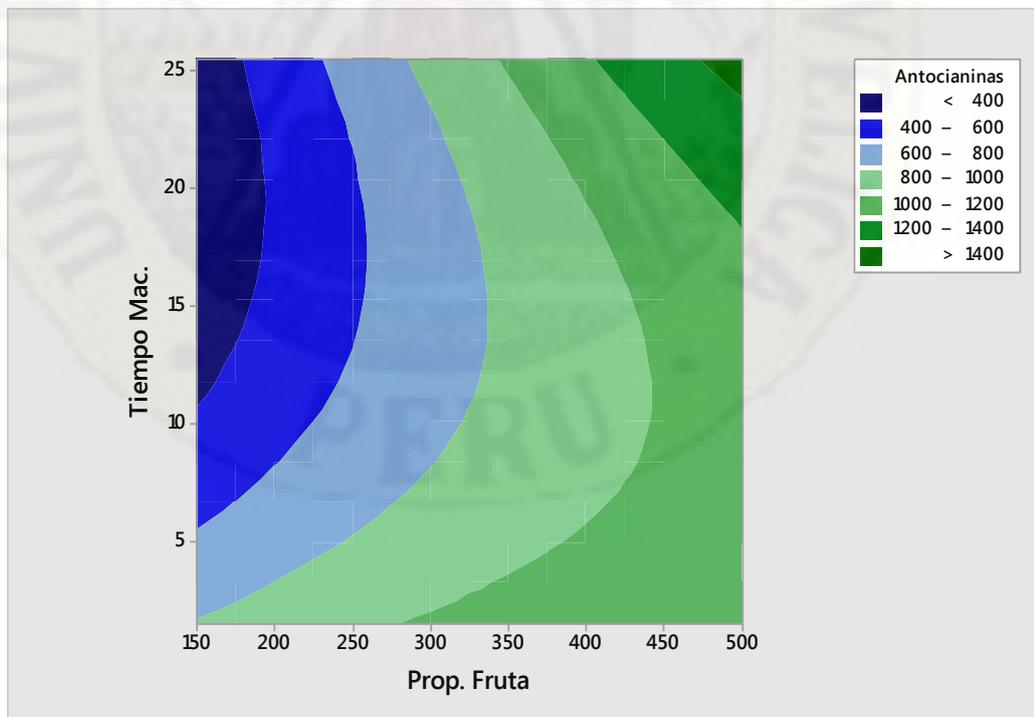


Figura 7. Gráfica de contornos para antocianinas totales.

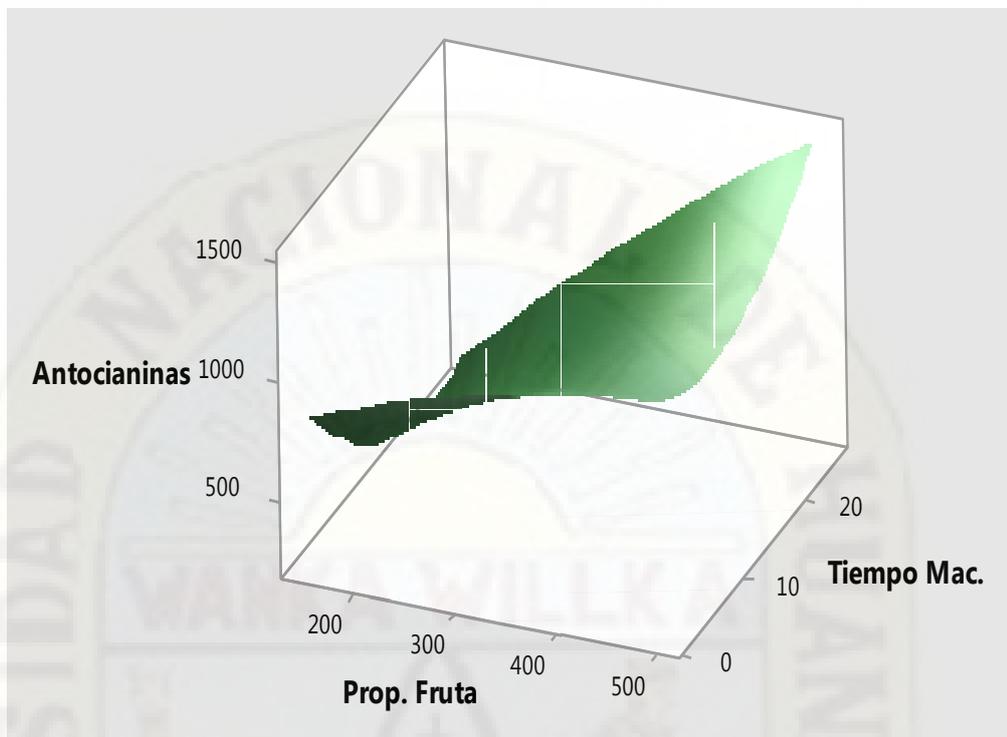


Figura 8. Superficie de respuesta de antocianinas totales vs. Proporción de fruta y tiempo de maceración.

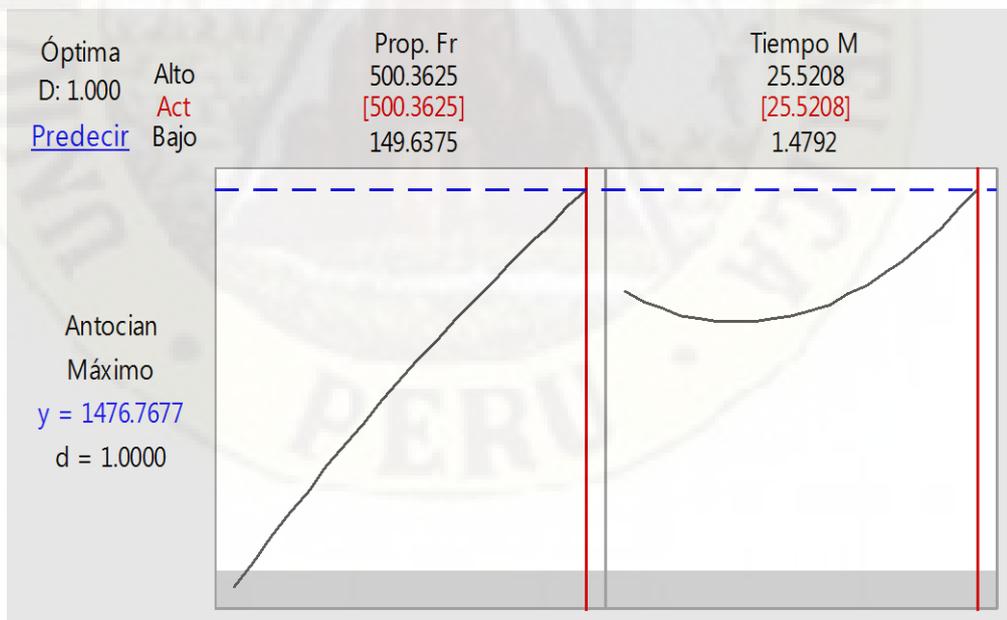


Figura 9. Optimizador de respuesta de antocianinas totales vs. proporción de fruta y tiempo de maceración.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados de antocianinas totales (Tabla 11) se dan en base al pigmento como cianidina – 3 – glucósido, ya que la muestra es desconocida, tal como lo recomienda Giusti & Wrolstad (2001); es decir, se desconoce la antocianina que predomina en el ayrampo.

En la tabla 13, se puede observar que, existe efecto significativo ($p < 0,05$) en la proporción de fruta y el componente cuadrático del tiempo en el contenido en antocianinas totales del macerado.

La extracción sólido – líquido que se ha empleado en este trabajo, es facilitada por el carácter polar de la molécula de antocianina que le permite solubilizarse en alcohol, acetona y agua (Zapata *et al.*, 2014).

Al haberse extraído con una solución alcohólica, el agua de la solución puede causar degradación de las antocianinas posiblemente por una interacción entre el agua y el catión flavilio, cada vez mayor, y que da como resultado una pseudobase inestable (Garzón, 2008; Gorriti *et al.*, 2009; Zapata *et al.*, 2014). Sin embargo, el etanol de la solución a su vez, favorece la extracción de antocianinas debido a una menor polaridad en el medio (Burgos & Ibañez, 2016).

Por otro lado, la falta de ajuste fue no significativa ($p > 0,05$), lo que significa que los datos experimentales se ajustan al modelo cuadrático; es más, se verifica que, el $R^2 = 90,48 \%$ es bueno, indicando una buena correlación entre el contenido de antocianinas totales y la proporción de fruta y tiempo de maceración.

La ecuación de regresión permite predecir el contenido en antocianinas totales, en función de la proporción de fruta y el tiempo de extracción. Los términos con signo positivo son directamente proporcionales, y los términos con el signo negativo son inversamente proporcionales.

La figura 6 muestra los efectos principales, y se evidencia que la proporción de fruta, es la que más influencia tiene y muy poco el tiempo

de macerado o extracción, lo que fue respaldado por el análisis de varianza.

La gráfica de contornos (Figura 7) muestra en colores las zonas que permiten optimizar el contenido de antocianinas totales, la zona color azul la minimiza y la zona verde oscura la maximiza. En conclusión, se maximiza el contenido en antocianinas totales con mayores proporciones de futa y tiempo de maceración.

La gráfica de superficie de respuesta de antocianinas totales (Figura 8), muestra la misma proporcionalidad evidenciada en la gráfica de contornos.

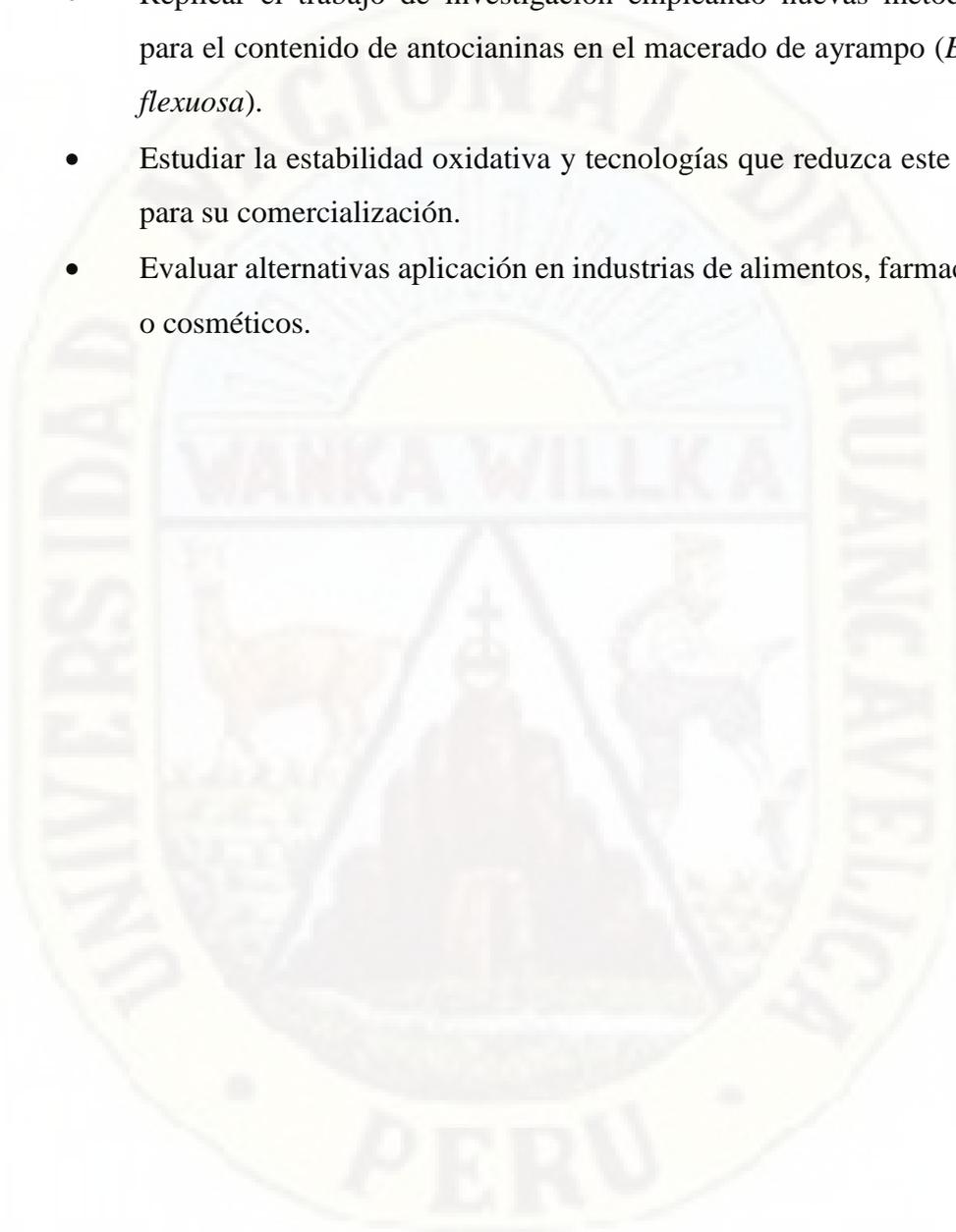
El gráfico optimizador de respuesta (Figura 9) señala que, la proporción de fruta de 500 g/L y el tiempo de maceración de 25,5 días optimizan el contenido en antocianinas totales a un máximo de 1476,76 mg/L, con una deseabilidad de 1,0.

Conclusiones

- Se determinó el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en el contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*, con 13 tratamientos, resultando la muestra con la proporción de fruta de 449 g/L y por 22 días de maceración, la que obtuvo la mayor cantidad de antocianinas 1225,70 mg/g.
- Se determinó el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas del macerado de *Berberis flexuosa*, obteniendo un contenido de 25° Brix de sólidos solubles y 24 °GL de contenido alcohólico.
- Se realizó el gráfico optimizador de respuesta (Figura 9), el cual señala que, la proporción de fruta de 500 g/L y el tiempo de maceración de 25,5 días optimizan el contenido en antocianinas totales a un máximo de 1476,76 mg/L, con una deseabilidad de 1,0.
- Por otro lado, la falta de ajuste fue no significativa ($p > 0,05$), lo que significa que los datos experimentales se ajustan al modelo cuadrático; es más, se verifica que, el $R^2 = 90,48 \%$ es bueno, indicando una buena correlación entre el contenido de antocianinas totales y la proporción de fruta y tiempo de maceración.

Recomendaciones

- Replicar el trabajo de investigación empleando nuevas metodologías para el contenido de antocianinas en el macerado de ayrampo (*Berberis flexuosa*).
- Estudiar la estabilidad oxidativa y tecnologías que reduzca este defecto para su comercialización.
- Evaluar alternativas aplicación en industrias de alimentos, farmacéuticas o cosméticos.



Referencias Bibliográficas

- Alameda, S. E., & Espinoza, Á. (2016). Elaboración de Macerado de Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) con Materia Prima Proveniente de la Región Tacna [Universidad Privada de Tacna]. In *Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/240>
- Anestis, S., Labropoulos, A., & Varzakas, T. (2016). *Sweeteners : nutritional aspects, applications, and production technology*. CRC Press.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis* (Association of Official Analytical Chemists (ed.); Décima nov).
- Armento, F. (2008). *Desarrollo de un licor tipo limoncello a partir de lima persa (Citrus latifolia Tanaka)*. Universidad de Costa Rica.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (4th ed.). Pearson Educación. www.pearsoneducacion.net
- Barricas. (2019). *Artículos con el Tag macerado - Barricas.com*. <http://www.barricas.com/articulo/tag/macerado/>
- Bayarri, S., Calvo, C., Costell, E., & Durán, L. (2001). Influence of Color on Perception of Sweetness and Fruit Flavor of Fruit Drinks. *Food Science and Technology International*, 7(5), 399–404. <https://doi.org/10.1106/JJWN-FFRQ-JBMC-LQ5R>
- Benavides, K. (2003). *Elaboración de dos tipos de vino de malón: dulce y seco*. Universidad de Costa Rica.
- Boulton, R. (2001). The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review. *Am. J. Enol. Vitic*, 52(2). <https://pdfs.semanticscholar.org/fefb/db5c48dede4da741e1236b4b040e4170f05f.pdf>
- Brennan, J. G. (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos* (3th ed.). Editorial Acribia.
- Brouillard, R. (1981). Origin of the exceptional colour stability of the Zebrina anthocyanin. *Phytochemistry*, 20(1), 143–145. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85234-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85234-X)

- Brownmiller, C., Howard, L. R., & Prior, R. L. (2008). Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *Journal of Food Science*, 73(5), H72-9. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00761.x>
- Burgos, M. A., & Ibañez, E. A. (2016). *Optimización para la extracción de antocianinas en Vaccinium corymbosum L. (Arándano)*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Ccatamayo, J. (2011). *Aprovechamiento agroindustrial del ayraumpu (Berberis sp.) en el proceso de una bebida funcional para la seguridad alimentaria*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cemeroglu, B., Velioglu, S., & Isik, S. (1994). Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Juice and Concentrate. *Journal of Food Science*, 59(6), 1216–1218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14680.x>
- Clifford, M. (2000). Anthocyanins - nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1063–1072. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<1063::AID-JSFA605>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1063::AID-JSFA605>3.0.CO;2-Q)
- Codex. (2005). *Norma General del Codex para zumos (Jugos) y néctares de Frutas (Codex Stan 247-2005)*. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7-yiU5uuAskJ:www.fao.org/input/download/standards/10154/CXS_247s.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=br&lr=lang_es%7Clang_pt
- Corella, R. (2013, April 13). Licor digestivo una mano al estómago. *La Nación*, 19.
- Coto, C. (2014). *Desarrollo de dos licores a partir de mezclas de frutas mediante el método de maceración* [Universidad de Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2786/1/36536.pdf>
- Davies, A. J., & Mazza, G. (1993). Copigmentation of simple and acylated

- anthocyanins with colorless phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(5), 716–720. <https://doi.org/10.1021/jf00029a007>
- Deng, Y., Bi, H., Yin, H., Yu, J., Dong, J., Yang, M., & Ma, Y. (2018). Influence of ultrasound assisted thermal processing on the physicochemical and sensorial properties of beer. *Ultrasonics Sonochemistry*, 40, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.07.017>
- Díaz, C., & Gonzáles, E. (2018). *Fitoconstituyentes presentes en el macerado del fruto fresco de Physalis peruviana “aguaymanto” con pisco* [Universidad Nacional de Trujillo]. [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10604/Diaz Baltodano Carlos Andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10604/DiazBaltodano%20Carlos%20Andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Dorado, C., Rugerio, C., & Rivas, S. (2003). Estrés oxidativo y neurodegeneración. *Revista de La Facultad de Medicina*, 46(6), 229–235. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/12763/12083>
- Drdak, M., & Daucik, P. (1990). Changes of elderberry (*Sambucus nigra*) pigments during the production of pigment concentrates. *Acta Alimentaria*, 19(1), 3–7. https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=200902052963703211
- Duthie, G., Duthie, S., & Kyle, J. (2000). Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. *Nutrition Research Reviews*, 13(1), 79–106. <https://doi.org/10.1079/095442200108729016>
- Dyrby, M., Westergaard, N., & Stapelfeldt, H. (2001). Light and heat sensitivity of red cabbage extract in soft drink model systems. *Food Chemistry*, 72(4), 431–437. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00251-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00251-X)
- Falcon, P., Roslaes, E. y Toscano, A. (2019). Efecto del tiempo de la maceración prefermentativa sobre la capacidad antioxidante, carotenos, vitamina c de una bebida fermentada de aguaymanto (*Physalis peruviana*

- L.) al estado maduro. *Revista Aporte Santiaguino*.
- Francis, F. J. (1992). A new group of food colorants. *Trends in Food Science and Technology*, 3(C), 27–30. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(92\)90112-A](https://doi.org/10.1016/0924-2244(92)90112-A)
- García-Viguera, C., Zafrilla, P., Romero, F., Abellán, P., Artés, F., & Tomás-Barberán, F. A. (1999). Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *Journal of Food Science*, 64(2), 243–247. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15874.x>
- Garzón, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: una revisión. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 27–36. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028004002.pdf>
- Garzon, G. A., & Wrolstad, R. E. (2002). Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. *Journal of Food Science*, 67(4), 1288–1299. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10277.x>
- George, H., Ortubia, A., & Serrahima, L. (1989). *Elaboración artesanal de licores*. Editorial Acribia.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1), F1.2.1-F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 217–225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)
- Gorriti, A., Quispe, F., Arroyo, J., Córdova, A., Jurado, B., Ilario, S., & Taype, E. (2009). Extracción de antocianinas de las corontas de. *Ciencia e Investigación*, 12(2), 64–74. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/download/3395/4496/>

- Goto, T., Hoshino, T., & Takase, S. (1979). A proposed structure of commelinin, a sky-blue anthocyanin complex obtained from the flower petals of commelina. *Tetrahedron Letters*, 20(31), 2905–2908. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(01\)86447-9](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(01)86447-9)
- Gould, K., Davies, K., & Winefield, C. (2008). *Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications*. Springer Science & Business Media. https://books.google.com.br/books?hl=es&lr=&id=QUoj60PTL7YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Gould,+Davies,+%26+Winefield,+2009&ots=IC4i_YjbDW&sig=8qOQSQXYW0_m4Eq_t_zx5BO27O5k#v=onepage&q=Gould%2C%20Davies%2C%20%26%20Winefield%2C%202009&f=false
- Hager, A., Howard, L. R., Prior, R. L., & Brownmiller, C. (2008). Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed black raspberry products. *Journal of Food Science*, 73(6), H134–H140. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00855.x>
- Havlíková, L., & Míková, K. (1985). Heat Stability of Anthocyanins. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 181(5), 427–432. <https://doi.org/10.1007/BF01027412>
- Jackman, R. L., & Smith, J. L. (1996). Anthocyanins and betalains. In *Natural Food Colorants* (pp. 244–309). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2155-6_8
- Justo, R. (2018). Obtencion de extracto colorante por maceracion apartir de semillas de ayrampo (*opuntia soehrensii*) prvednetes de la provincia de Candarave. Tesis de la Fcaultad de Ciencias Agripecuarias. Univesidad Nacional Jorge Basadre. Tacna
- Kirca, A., Özkan, M., & Cemeroglu, B. (2006). Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. *Food Chemistry*, 97(4), 598–605. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.036>
- Konczak, I., & Zhang, W. (2004). Anthocyanins - More than nature's colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 239–240.

<https://doi.org/10.1155/S1110724304407013>

- Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F., & Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. In *Phytochemistry* (Vol. 64, Issue 5, pp. 923–933). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00438-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00438-2)
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2002). Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science*, 67(5), 1660–1667. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08701.x>
- Limón, A. (2010). *Elaboración de licor de nanche (Byrsonima crassifolia (L.) Kunth)* [Universidad Autónoma Chapingo]. http://files.departamento-de-productos-forest.webnode.es/200001696-dafd0dcf0c/limon_jimenez_abraham_2010.pdf
- Lule, S. U., & Xia, W. (2005). Food phenolics, pros and cons: A review. In *Food Reviews International* (Vol. 21, Issue 4, pp. 367–388). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/87559120500222862>
- Maçanita, A. L., Moreira, P. F., Lima, J. C., Quina, F. H., Yihwa, C., & Vautier-Giongo, C. (2002). Proton Transfer in Anthocyanins and Related Flavylium Salts. Determination of Ground-State Rate Constants with Nanosecond Laser Flash Photolysis. *The Journal of Physical Chemistry A*, 106(7), 1248–1255. <https://doi.org/10.1021/jp0140421>
- Montoya, Á., Londoño, J., & Márquez, C. (2005). Licor de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) con diferentes porcentajes de pulpa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2), 2963–2973. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24253/24877>
- Moreno-Arribas, V., & Polo, C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer Verlag. <https://www.springer.com/gp/book/9780387741161>
- Mostacero, J., Mejía, F., & Gamarra, O. (2009). *Fanerógamas del Perú: taxonomía, utilidad y ecogeografía* (C. N. de C. y T. (Peru) (ed.)). CONCYTEC.

- Nielsen, S., Marcy, J., & Sadler, G. (1993). Chemistry of Aseptically Processed Foods. In J. Chambers & P. Nelson (Eds.), *Principles of aseptic processing and packaging* (2nd ed., pp. 87–114). Food Processors Institute. <https://docs.lib.purdue.edu/aseptic/11>
- NTP 212.043:2010. (2010). *Bebidas Alcohólicas Vitivinícolas. Macerado de Damasco*. INACAL.
- Ochoa, M. R., Kessler, A. G., Vullioud, M. B., & Lozano, J. E. (1999). Physical and chemical characteristics of raspberry pulp: Storage effect on composition and color. *LWT - Food Science and Technology*, 32(3), 149–153. <https://doi.org/10.1006/fstl.1998.0518>
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., & Tiwari, B. K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*, 21(1), 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>
- Pirie, A., & Mullins, M. G. (1977). Interrelationships of Sugars, Anthocyanins, Total Phenols and Dry Weight in the Skin of Grape Berries during Ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(4).
- Quispe, H. (1985). *Extracción de colorantes de la raíz de Berberis lutea (Tankar quichcha)*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Rein, M. (2005). *Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins*. University of Helsinki.
- Rein, M., & Heinonen, M. (2004). Stability and Enhancement of Berry Juice Color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10), 3106–3114. <https://doi.org/10.1021/jf035507i>
- Rentsch, M., Schwarz, M., & Winterhalter, P. (2007). Pyranoanthocyanins - an overview on structures, occurrence, and pathways of formation. *Trends in Food Science and Technology*, 18(10), 526–534. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.04.014>
- Rhim, J. (2002). Kinetics of Thermal Degradation of Anthocyanin Pigment Solutions Driven from Red Flower Cabbage. *Food Science and*

Biotechnology, 11(4), 361–364.
[https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01794003
&language=ko_KR](https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01794003&language=ko_KR)

- Rodriguez-Saona, L. E., Giusti, M. M., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2001). Development and process optimization of red radish concentrate extract as potential natural red colorant. *Journal of Food Processing and Preservation*, 25(3), 165–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2001.tb00452.x>
- Rojas Guerra, N. (2012). *Evaluación de fenólicos totales y capacidad antioxidante en la pulpa concentrada de Zarzamora (Rubus sp), en dos estadios de madurez* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1244>
- Rossi, M., Giussani, E., Morelli, R., Lo Scalzo, R., Nanic, R. C., & Torreggiani, D. (2003). Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. *Food Research International*, 36(9–10), 999–1005. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.07.002>
- Rubinskiene, M., Viskelis, P., Jasutiene, I., Viskeliene, R., & Bobinas, C. (2005). Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins. *Food Research International*, 38(8–9), 867–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.027>
- Sadilova, E., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Thermal degradation of acylated and nonacylated anthocyanins. *Journal of Food Science*, 71(8), C504–C512. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00148.x>
- Shi, J., Ho, C.-T., & Shahidi, F. (2011). *Functional foods of the East*. CRC Press.
- Skrede, G., Wrolstad, R. E., & Durst, R. W. (2000). Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*, 65(2), 357–364. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16007.x>
- Socaciu, C. (2007). *Food Colorants: Chemical and Functional Properties*.

CRC

Press.

[https://books.google.com.br/books?hl=es&lr=&id=x8zJBQuc8h4C&oi=fnd&pg=PA303&dq=Socaciu+2007+Food+Colorants:+Chemical+and+Functional+Properties+\(Vol.+84\).+Boca+Ratón:+CRC+Press.&ots=9yBWyVL-Se&sig=Z-](https://books.google.com.br/books?hl=es&lr=&id=x8zJBQuc8h4C&oi=fnd&pg=PA303&dq=Socaciu+2007+Food+Colorants:+Chemical+and+Functional+Properties+(Vol.+84).+Boca+Ratón:+CRC+Press.&ots=9yBWyVL-Se&sig=Z-)

[WIVtUW4ciI4v4xGZlHQY39iqw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=es&lr=&id=x8zJBQuc8h4C&oi=fnd&pg=PA303&dq=Socaciu+2007+Food+Colorants:+Chemical+and+Functional+Properties+(Vol.+84).+Boca+Ratón:+CRC+Press.&ots=9yBWyVL-Se&sig=Z-WIVtUW4ciI4v4xGZlHQY39iqw#v=onepage&q&f=false)

Soto Retana, M. (2010). *Evaluación del efecto de tratamientos físicos acoplados a un tratamiento enzimático sobre las propiedades físico-químicas y el contenido de compuestos antioxidantes de jugo de mora (Rubus adenotrichus)*. Universidad de Costa Rica.

Souquet, J.-M., Labarbe, B., Le Guernevé, C., Cheynier, V., & Moutounet, M. (2000). Phenolic Composition of Grape Stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1076–1080. <https://doi.org/10.1021/jf991171u>

Srivastava, A., Akoh, C. C., Yi, W., Fischer, J., & Krewer, G. (2007). Effect of storage conditions on the biological activity of phenolic compounds of blueberry extract packed in glass bottles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(7), 2705–2713. <https://doi.org/10.1021/jf062914w>

Stintzing, F. C., & Carle, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 15, Issue 1, pp. 19–38). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.07.004>

Ugartondo, V. (2009). Caracterización de derivados polifenólicos obtenidos de fuentes naturales. Citotoxicidad y capacidad antioxidante frente a estrés oxidativo en modelos celulares. [Universitat de Barcelona]. In *Universidad de Barcelona*. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/1837#page=1>

Volden, J., Borge, G. I. A., Bengtsson, G. B., Hansen, M., Thygesen, I. E., & Wicklund, T. (2008). Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (*Brassica oleracea* L. ssp.

capitata f. rubra). *Food Chemistry*, 109(3), 595–605.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.010>

Zapata, L., Heredia, A., Quinteros, C., Malleret, A., Clemente, G., & Cárcel, J. (2014). Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 25(49), 166–192.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66805/LUZ>
MARINA%3BAna%3BCarlos F%3B Quinteros - Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos.pdf?sequence=1&isAllowed=y



APÉNDICE

Apéndice 1. Certificado de laboratorio de determinación de antocianinas totales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL 02



RESULTADOS DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Sonia Taipe Lucas
PRODUCTO DECLARADO : Macerado de ayrampo
NUMERO DE MUESTRAS : 13 muestras x 330 mL
MUESTREO POR : La solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN : 03 marzo del 2020
FECHA DE ENTREGA RESULTADOS : 11 marzo del 2020
ENSAYO SOLICITADO : Contenido en antocianinas totales

Muestra	Antocianinas (mg/L)*
1	704,69
2	1225,70
3	495,96
4	863,33
5	328,97
6	952,44
7	1174,26
8	876,86
9	702,82
10	640,24
11	718,82
12	869,40
13	1150,55

*Equivalente en cianidina-3-glucósido

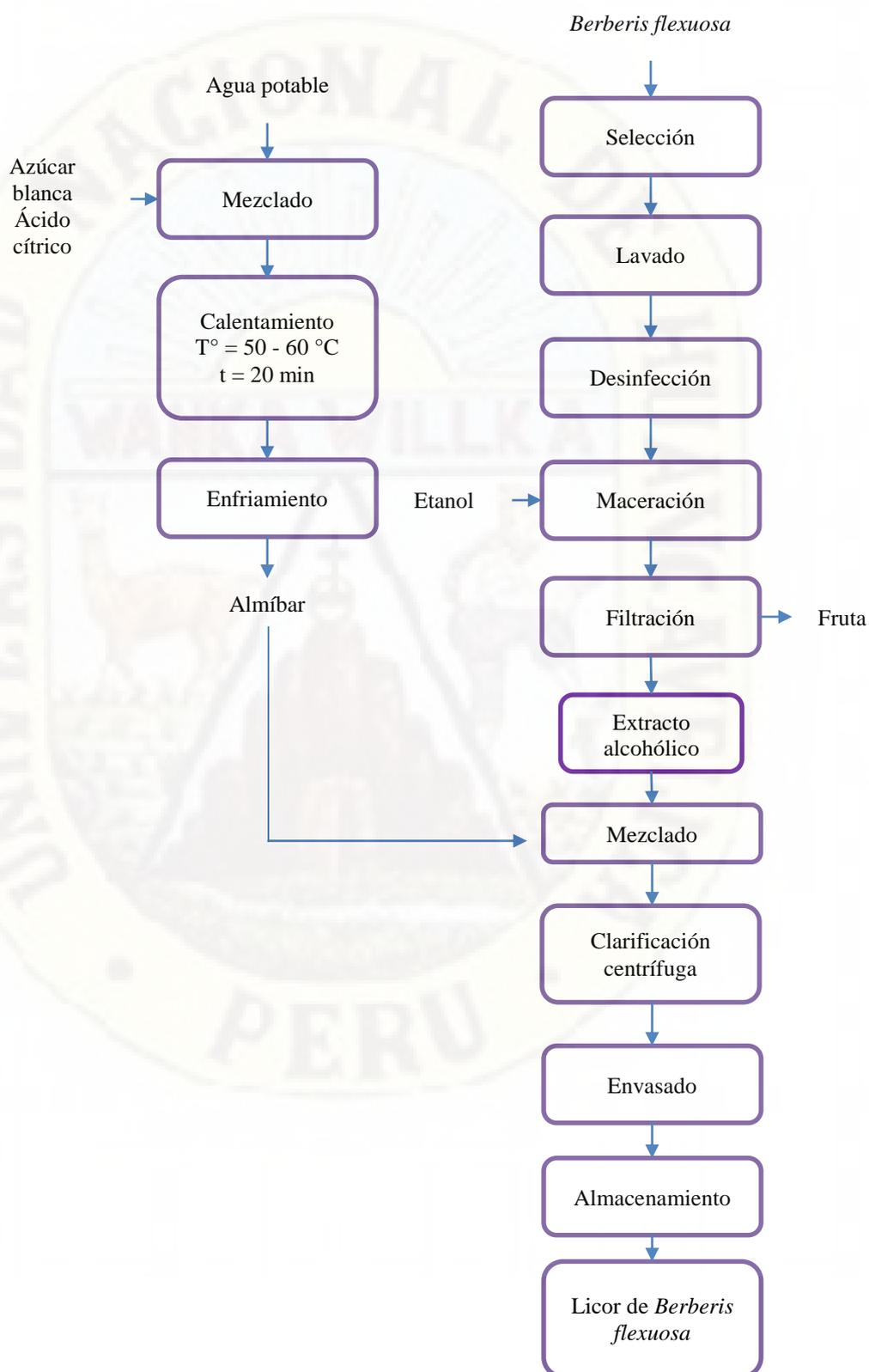
Método utilizado: pH diferencial (Giusti & Wrolstad, 2005)



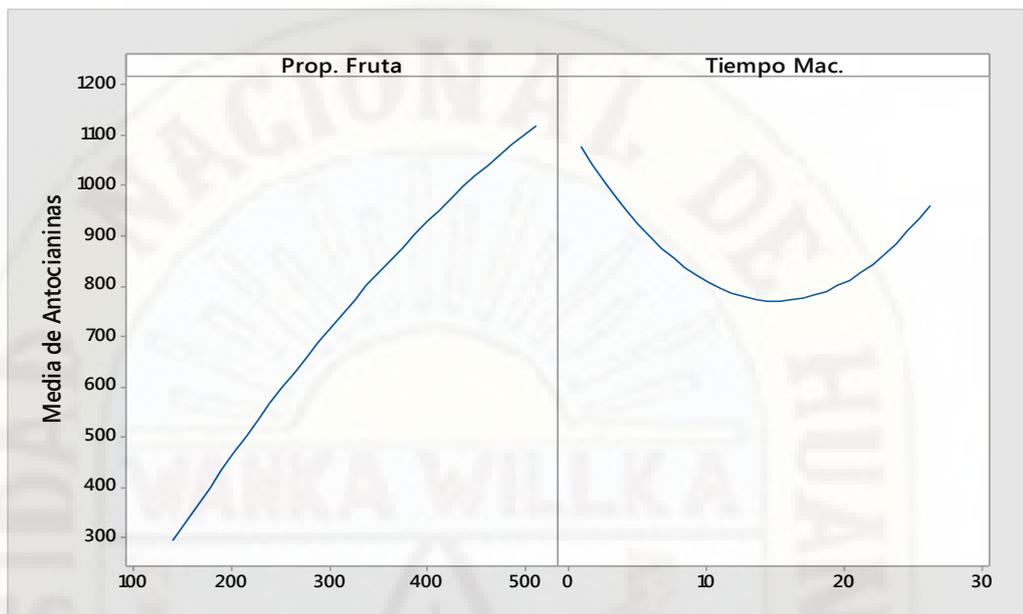
N° Registro: 001-2020

Av. Evitamiento Este S/N, Acobamba, Acobamba, Huancavelica – Perú
Celular: 998793955
Email: roberto.chuquilin@unh.edu.pe

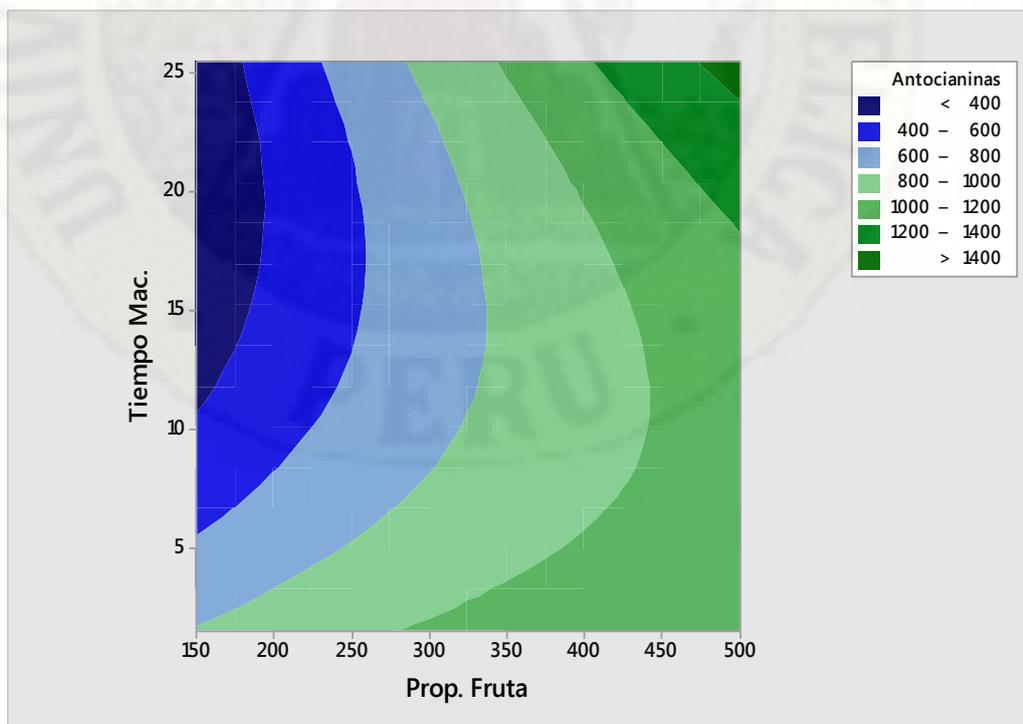
Apéndice 2. Flujograma de elaboración del macerado de ayrampo



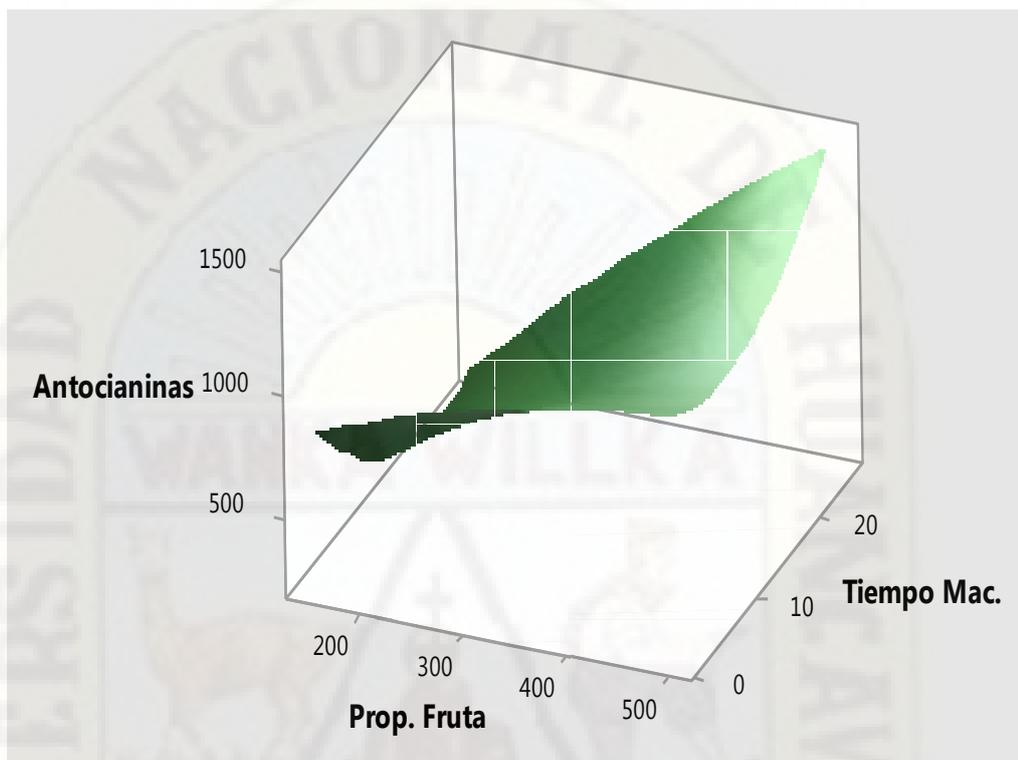
Apéndice 3. Los efectores principales para antocianinas totales del Ayrampo (*Berberis flexuosa*)



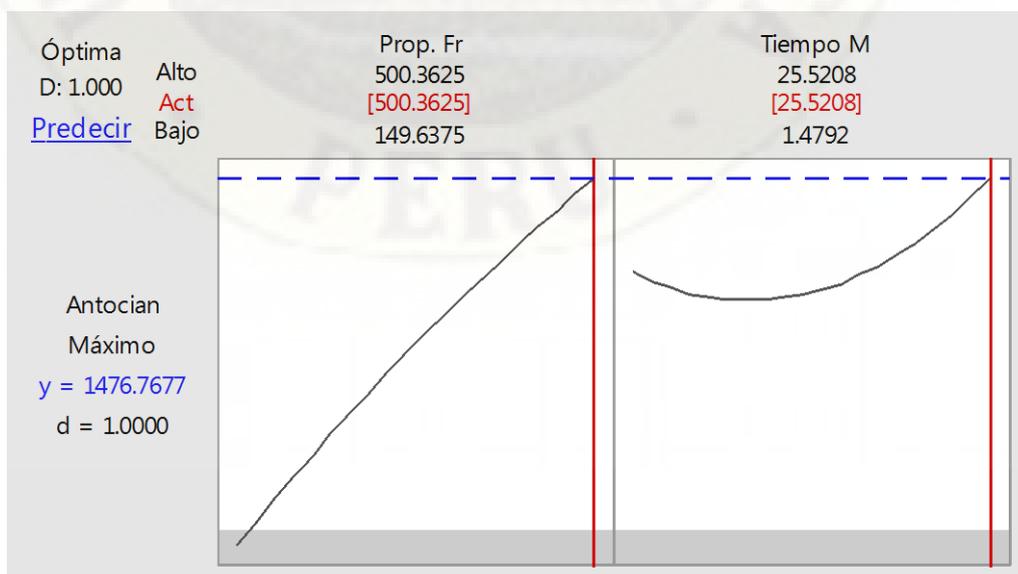
Apéndice 4. Colores de las zonas que permite optimizar el contenido de antocianinas totales.



Apéndice 5. Superficie de antocianinas totales vs. Proporción de fruta y tiempo de maceración.



Apéndice 6. Optimizador de respuesta de antocianinas totales vs, proporción de fruta y tiempo de maceración



Apéndice 7. Matriz de consistencia

Título: “Efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de *Berberis flexuosa*”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>¿Cuál es el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de <i>Berberis flexuosa</i>?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de <i>Berberis flexuosa</i>.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas del macerado de <i>Berberis flexuosa</i>. Determinar el efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en el contenido de antocianinas totales del macerado de <i>Berberis flexuosa</i>.</p>	<p>La proporción de fruta y tiempo de maceración tienen un efecto significativo y positivo en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de <i>Berberis flexuosa</i>.</p>	<p>Independientes Proporción de fruta Tiempo de maceración</p> <p>Dependientes Contenido de antocianinas totales Características fisicoquímicas</p>