UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

TESIS

EFECTOS DE LA PASTEURIZACIÓN EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y FENOLES TOTALES EN EL JUGO DE UVA (*Vitis vinífera L.*) VARIEDAD RED GLOBE

PARA OPTAR EL TIULO PORFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

Autor(es):
Bach. León Díaz Igreine Rosyveth
Bach. Pérez Izquierdo Rebeca Dorina

Asesor:
Ing. Símpalo López Walter Bernardo

Línea de investigación:
Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos

Pimentel – Perú
2018

EFECTOS DE LA PASTEURIZACIÓN EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y FENOLES TOTALES EN EL JUGO DE UVA (*Vitis vinífera L.*)

Ing. Símpalo López Walter Bernardo

Asesor

MSc. Bustamante Sigueñas, Danny Adolfo

Presidente del Jurado

Mg. Aurora Vigo, Edward Florencio

Secretario del Jurado

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo

Vocal del Jurado

DEDICATORIA

Los resultados de esta tesis, están dedicados a mis padres pero en especial a mi madre Violeta Díaz, pilar fundamental en mi vida por haberme apoyado en todo momento, velando por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por su ejemplo de perseverancia y constancia que la caracteriza.

A mis abuelos Antonio Díaz (QEPD) y Rosa Carranza por haber depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, pero más que nada, por su amor incondicional.

León Díaz Igreine Rosyveth

DEDICATORIA

A mis padres, Jorge y Patty por brindarme su amor, apoyo y creer en mí, por darme una carrera para mi futuro. A mis hermanos, Roxana, David, Jonatan y Araceli por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. Todo esto se lo debo a ustedes.

Pérez Izquierdo Rebeca Dorina

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida
A mis padres, abuelos y hermanas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudios.
Al Ing. Walter símpalo López, mi profesor y asesor de tesis, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, Por su apoyo, gran paciencia, valiosa enseñanza en el transcurso de mi carrea universitaria y por compartir sus conocimientos para la realización de esta tesis.
Finalmente a cada una de las personar que directa e indirectamente han formado parte de mi vida profesional, agradecerles por su amistad, consejos, apoyo y compañía.
A todos ustedes mi reconocimiento y gratitud.
León Díaz Igreine Rosyveth

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios en primer lugar, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente; así mismo a mis padres ya que con su esfuerzo hoy esté culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en los buenos y malos momentos, seré un gran orgullo para ustedes y para todos los que confiaron en mí. También agradecer al Ingeniero Walter Símpalo López por brindar sus conocimientos para la guía durante todo el desarrollo de la tesis. Estoy segura que mis metas planteadas darán fruto en el futuro.
Pérez Izquierdo Rebeca Dorina

EFECTOS DE LA PASTEURIZACIÓN EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y FENOLES TOTALES EN EL JUGO DE UVA (*Vitis vinífera L.*) VARIEDAD RED GLOBE

EFFECTS OF PASTEURIZATION IN THE CONTENT OF ANTOCIANINS AND TOTAL PHENOLS IN THE GRAPE JUICE (Vitis vinífera L.) VARIETY RED GLOBE

León Díaz Igreine Rosyveth[1]

Pérez Izquierdo Rebeca Dorina[2]

Resumen

En la actualidad nace un interés en el estudio de compuestos fenoles y antocianinas, ya que presentan gran actividad antioxidante las cuales pueden ser desintegradas cuando son sometidas a elevadas temperaturas por largos periodos de tiempo. Se realizó un estudio para evaluar los tiempos de 17 a 39 min y las temperaturas de 75 a 99 °C para encontrar el rango óptimo de pasteurización, utilizando el método de superficie respuesta, así mismo, se empleó el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR), para verificar la curvatura del plano, existencia de términos cuadráticos. La determinación del contenido de antocianinas fue evaluada por el método de pH diferencial basada en la Ley de Lambert-Beer ($A=\varepsilon \cdot C \cdot L$) y la determinación de fenoles totales por medio del método Folin-Ciocalteu,, obteniendo como resultado los parámetros de mayor concentración de compuestos fenólicos (259.46 mg AGE/L - 289.067 mg AGE/L), así como en antocianinas (106.074 mg/L - 110.834 mg/L) a un rango de temperatura de (75 °C – 77°C) y tiempo de (17 min – 20 min) de optimización.

Es por eso que esta investigación evaluó la influencia del tratamiento térmico de pasteurización sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales, con el fin de reducir pérdidas significativas durante el procesamiento del jugo de uva, resultando importante para saber qué cantidad de estos compuestos son los que ingerimos en nuestra dieta.

Palabras clave: *Compuestos Fenólicos, Antocianinas, Uva, Pasteurización, Rango de Optimización.*

Abstract

At the moment there is a great interest in the study of phenolic and anthocyannis compounds, since they show a great level of antioxidant activity; this high amount of activy can be disintegrated when they are subjected to elevated temperatures for extended periods of time. A study was conducted to evaluate the optimum time and temperatures; of pasteurization.

It was decided to test in the range of temperature between 75°C to 99°C and test time between 17 to 39 minutes using the response surface methodology, likewise, the use of compound Design Central Rotacional (DCCR) to verify curvature and the existence of quadratic terms. The determination of the content of anthocyanins was evaluated by the differential pH method based on the Law of Lambert-Beer ($A = \varepsilon \cdot C \cdot L$) and the determination of total phenols by means of the Folin-Ciocalteu method, obtaining as a result the parameters of higher concentration of phenolic compounds (259.46 mg AGE /L - 289.067 mg AGE/L), as well as in anthocyanins (106.074 mg / L - 110.834 mg / L) at a temperature range of (75 ° C - 77 ° C) and time (17 min - 20 min) of optimization.

It is for this reason that this research evaluated the influence of heat treatment to the content of anthocyanin and total phenols, this was done in an effort to reduce the amount of loses of this compounds during the process of making grape juice. The important of this study was to find the amount of this compounds in our diet.

Keywords: *Phenolic Compounds, Anthocyanins, Grape, Pasteurization, Optimization Ranges*

[1]Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, leondi@crece.uss.edu.peCodigoOrcid:http://orcid.org/0000-0003-2992-3194

[2]Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, pizquierdord@crece.uss.edu.peCodigoOrcid:http://orcid.org/0000-0002-2817-3398

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **iii**

AGRADECIMIENTO ..... **iv**

Resumen ..... **v**

Abstract ..... **vi**

INTRODUCCIÓN ..... **xiii**

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..... **xiv**

I.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **15**

1.1. Situación Problemática 15

1.2. Formulación del problema 17

1.3. Delimitación de la Investigación 17

1.4. Justificación e importancia 17

1.5. Limitaciones de la Investigación 18

1.6. Objetivos 18

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO **20**

2.1. Antecedentes de la investigación 21

2.2. Estado del arte 22

2.3. Bases teórico científicas 24

2.3.1. La Uva 24

2.3.2. Pasteurización 27

2.3.3. Antocianinas 28

2.3.4. Fenoles Totales 31

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO **35**

3.1. Tipo y diseño de la investigación 36

3.1.1. Tipo de investigación 36

3.1.2. Diseño de la investigación 36

3.2. Población y muestra 36

3.1.3. Población 36

3.1.4. Muestra 36

3.1.5. Muestreo 36

3.3. Hipótesis 37
3.4. Variables: 37
3.5. Operacionalización 37
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....38
3.6.1. Instrumentos de recolección de datos:.....38
3.6.2. Lugar de ejecución 39
3.6.3. Materias primas 40
3.6.4. Materiales.....40
3.6.5. Reactivos 40
3.6.6. Equipos e instrumentos 41
3.6.7. Descripción de los equipos e instrumentos utilizados 41
3.7. Procedimiento para la recolección de datos 44
3.7.1. Flujo grama del procedimiento experimental.....44
3.7.2. DESCRIPCIÓN DE CADA ETAPA 45
3.7.3. Análisis químico proximal de la uva y del mejor tratamiento del jugo de uva procesado dentro de los parámetros de tiempo y temperatura 47
3.7.4. Determinación de fenoles totales:.....47
3.7.5. Determinación de antocianinas.....48
3.7.6. Determinación del rangos de optimización de tiempo y la temperatura a través del Método Superficie Respuesta 48
3.7.7. Prueba de preferencia pareada en función al mejor tratamiento térmico orientada al consumidor 50
3.8. Análisis Estadístico e interpretación de datos 51
3.9. Criterios éticos.....53
3.10. Criterios de rigor científico 53
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....55
4.1. Resultados 56
4.1.1. Caracterización fisicoquímica de la materia prima 56
4.1.2. Caracterización fisicoquímica del jugo de uva.....57
4.1.3. Selección del modelo apropiado para el contenido de antocianinas 57

4.1.4. Selección del modelo apropiado para el contenido de fenoles 64

4.1.5. Rangos de Optimización del tiempo y temperatura de pasterización sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales.....69

4.1.6. Prueba pareada utilizada para determinar la preferencia del jugo de uva 71

V.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 73

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACONES.....77

6.1. Conclusiones.....78

6.2. Recomendaciones 78

REFERENCIAS.....79

Anexos 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas de la uva 25

Tabla 2. Propiedades de la uva blanca y negra..... 26

Tabla 3. Composición química de los solutos de zumo de uva, cantidades y atributos de calidad 27

Tabla 4. Composición de sustituyentes de las Antocianinas 30

Tabla 5. Operacionalización de variables. 38

Tabla 6. Valores utilizados en el DCCR para la pasteurización del jugo de uva..... 50

Tabla 7. Diseño codificado y decodificado para la retención de contenido de antocianinas y fenoles totales..... 52

Tabla 8. Características sensoriales de la uva variedad Red Globe 56

Tabla 9. Características Fisicoquímicas del Jugo de Uva 100 mL pasteurizado y sin pasteurizar 57

Tabla 10. Medición de concentración de antocianinas (mg/L) en el jugo de uva variedad Red Globe después de diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasterización 58

Tabla 11. Análisis de los modelos de análisis del DCCR para la concentración de antocianinas en jugo pasteurizado de uva variedad Red Globe 59

Tabla 12. Análisis de varianza (ANVA) para la variable de concentración de antocianinas en jugo de uva pasteurizado..... 62

Tabla 13. Coeficiente de Regresión para la variable de concentración de antocianinas en el jugo de uva pasteurizado..... 63

Tabla 14. Contenido de fenoles totales (mg/L) en el jugo de uva variedad Red Globe después de diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasterización 64

Tabla 15. Análisis de los modelos de análisis del DCCR para la concentración de fenoles totales en jugo pasteurizado de uva variedad Red Globe..... 65

Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para la variable de concentración de fenoles totales en jugo de uva pasteurizado..... 68

Tabla 17. Coeficiente de Regresión para la variable de concentración de fenoles totales en el jugo de uva pasteurizado..... 69

Tabla 18. Prueba binomial de dos extremos, Probabilidades de X o más juicios concordantes en n pruebas (p=1/2) 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de las antocianinas R1 y R2 pueden ser H o azúcares R pueden ser OH o H 29

Figura 2. El fenol se caracteriza por la influencia mutua entre el grupo Hidroxilo u Oxidrilo (HO:) y el Anillo aromático 32

Figura 3. Los flavonoides son una estructura de quince carbonos que contiene benzo.gamma-pirona y un anillo fenólico 32

Figura 4. En la estructura de los taninos puede reconocerse el ácido gálico, el cual proviene biogenéticamente del ácido 3-deshidroshikímico 33

Figura 5. Flujo grama para la medición de antocianinas y fenoles totales.....44

Figura 6. Existen dos parámetros que deben ser especificados: la distancia a partir del centro del planeamiento hasta los puntos axiales y el número de puntos centrales. 49

Figura 7. Uva variedad red globe (Vitis vinífera L.) 56

Figura 8. Se muestra la medición de temperatura en la pasteurización del jugo de uva.58

Figura 9. Se muestra los jugos envasados a diferentes tiempos (17 – 39 min.) y temperaturas (75 - 99 °C) que fueron llevados a analizar.....59

Figura 10. Se muestra en la superficie respuesta una mayor concentración de antocianinas al disminuir temperatura y tiempo.....60

Figura 11. Este grafico permite identificar la región de color rojo donde la combinación de tiempo y temperatura es la mayor concentración de antocianinas.....61

Figura 12. En este grafico nos señala que los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo 62

Figura 13. En el diagrama de Pareto se puede apreciar que tanto el tiempo como la temperatura de pasterización son significativos porque pasan la línea roja.....63

Figura 14. La región roja indica la mayor concentración de fenoles totales 66

Figura 15. La combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de fenoles totales y los puntos blancos indican los experimentales.....66

Figura 16. Los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo 67

Figura 17. En el diagrama de Pareto se puede apreciar que la temperatura de pasterización es significativa porque pasan la línea roja 68

Figura 18. Este grafico indica que en la región roja se encuentra la mayor concentración de antocianinas y fenoles totales. 70

Figura 19. Este grafico indica que en la región roja se encuentra el valor máximo de antocianinas y fenoles totales. 71

INTRODUCCIÓN

En los últimos años muchos estudios han demostrado que las antocianinas muestran una amplia gama de actividades biológicas incluyendo antioxidante. Además exhiben una variedad de efectos sobre los vasos sanguíneos, las plaquetas y las lipoproteínas y pueden reducir el riesgo de enfermedad coronaria (Xu y Howard., 2012). La uva contiene compuestos bioactivos, los cuales pueden ser destruidos cuando es sometida a elevadas temperaturas por largos periodos de tiempo. Una manera de cuantificarlos es conociendo el contenido total de fenoles y las antocianinas. (Markakis, 1974)

Es por eso que esta investigación trata de evaluar la influencia del tratamiento térmico sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales, con el fin de conocer si es que existen pérdidas significativas durante el procesamiento del jugo de uva, resultando importante para saber qué cantidad de estos compuestos son los que ingerimos en nuestra dieta. (Xu y Howard., 2012).Para ello se tuvo como objetivos:

Evaluar el efecto de la pasteurización a diferentes tiempos y temperaturas sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva (Vitis vinífera L.) variedad Red Globe.

CAPITULO I:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

La uva es el nombre que recibe el fruto de la vid, incluye unas 600 especies de arbustos trepadores que producen frutos en baya, unas 20 especies cultivadas por sus frutos y otras por sus hojas. La uva Pertenece al género Vitis de la familia de las Vitáceas. (MINAG, 2010).

Según las estadísticas de la FAO (Food and Agriculture Organization), el continente con mayor producción de uva es Europa (45.7%), seguido de Asia (26%), América (20.1%), África (5.5%) y por último Oceanía (2.6%) (FAO, 2015). Así mismo se puede mencionar que la producción de uva en el Perú desde el año 1993 hasta el año 2013, ha aumentado cerca de 9 veces, pasando de 47.441 Ton a 438.251 Ton de uva (FAO, 2015).

Las variedades de uvas de mesa que se producen en el Perú son: Red Globe (24-28mm), Crimson Seedles (18-19 mm), Flame Seedless (18-19 mm), Surgraone (18-22 mm), Thompson Seedles (18-20 mm) (MINAG, 2010).

Según PROMPERÚ (2011), la producción peruana de uva se concentra principalmente en Ica, que abarca más del 48% del total. Le sigue Lima (20%), La libertad (16%), Piura (5%) y Arequipa (3%). Si bien Ica registra el mayor porcentaje de participación, esto se debe a que se cosecha tanto para el mercado internacional como para el local. En cambio, Piura, Trujillo, Chiclayo, Ancash y Arequipa se enfocan más en producciones para el mercado extranjero.

En la región Lambayeque la producción de uva es llevada a cabo por empresas y no por personas independientes, por el hecho que los costos de producción de este fruto son muy elevados, esto se debe a que la mano de obra directa es muy cara. Pocas empresas se encuentran produciendo uva como PROSERLA S.A.C, Gandules Inc. (Jayanca), Agrícola San Juan S.A. (Chongoyape) y también Agrícola Mochica (Olmos). (AMPEX, 2008).

No siempre toda la materia prima cosechada cumple con las características de calidad que exigen los mercados internacionales, por lo que la uva es expendida en los mercados de abasto, con la desventaja del corto tiempo de vida del producto. Por lo tanto una alternativa para dar valor agregado a esta materia prima, es la transformación en jugo, el cual debe ser sometido a un tratamiento térmico leve para poder conservarlo por mayor cantidad de tiempo.

Uno de los tratamientos al que se pueden someter los jugos de uva es la pasteurización, la cual en términos generales, puede lograrse mediante una combinación de tiempo y temperatura, tales como calentar los alimentos a una temperatura relativamente inferior y mantenerlo durante un tiempo más largo. La pasteurización se puede realizar de dos maneras: llenando primero recipientes estériles con el producto y luego pasteurización, o por pasteurizar el producto primero y luego llenar en recipientes estériles. La pasteurización de jugos sólo necesita ser realizada a una temperatura y durante un tiempo. El principal objetivo es reducir la presencia de levaduras, mohos, bacterias y protozoos los cual puede ser destruidos al ser calentados a una temperatura de 60-65°C hasta 80°C durante 20 min (Rahman, 2007).

La uva contiene compuestos bioactivos, los cuales pueden ser destruidos cuando es sometida a elevadas temperaturas por largos periodos de tiempo. Una manera de cuantificarlos es conociendo el contenido total de fenoles y el contenido de pigmentos que en este caso son las antocianinas. (Markakis, 1974)

En las industrias de jugos de uvas uno de los principales problemas son el efecto de la temperatura en la estabilidad de antocianinas en sistemas modelos y en productos alimenticios; el consenso general es que los pigmentos antocianinicos son notoriamente destruidos por el calor durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos (Markakis, 1974)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la pasteurización sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva (*Vitis vinífera L.*) variedad Red Globe?

1.3. Delimitación de la Investigación

Esta investigación se realizó en el Departamento de Lambayeque- Pimentel en la Universidad Señor de Sipán, ocupando los laboratorios de química, Medicina Humana y Planta piloto de dicha casa de estudios. La materia prima se obtuvo en el complejo comercial de MOSHOQUEQUE – Chiclayo.

1.4. Justificación e importancia

Las frutas en especialmente las agrupadas son una fuente importante en la dieta. En los arándanos, cassis o corintos negros, uva espina o grosella, Rubus, frambuesa, corintos rojos y frutilla se encuentran presentes derivados de los ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos, antocianos, flavonoles, catequinas y taninos (hidrolizables y condensados). Estos compuestos presentan muchos efectos biológicos como actividad antioxidante, antimicrobiana, antinflamatoria y acciones vasodilatadoras. También tienen capacidad para capturar especies reactivas del oxígeno generadas químicamente (Kähkönen et al, 2001). Las frutas pequeñas o berries, tienen una gran gama de flavonoides y ácidos fenólicos que muestran actividad antioxidante. Los estudios de antioxidante se han enfocado en uvas, las cuales se ha comprobado que inhabilitan la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad humanas (LDL) en un nivel comparable con el del vino. Los ácidos hidroxinámicos presentes en las frutas han demostrado inhibir la oxidación en las LDL humanas y la oxidación de los liposomas (Kähkönen et al, 1999).

Los problemas que existen en los tratamientos térmicos de pasteurización actual se deben al deterioro enzimático de la polifenoloxidasa debido presencia de oxígeno en el líquido esto causando alteración de color dándole un color marrón. Es por eso que se elimina el aire de los zumos y los néctares antes proceso de pasteurización y a esto se debe que mediante la desaireación previa se produce la pérdida de vitamina C y de caroteno. (Fellows P.J., 2000).

En los últimos años muchos estudios han demostrado que las antocianinas muestran una amplia gama de actividades biológicas incluyendo antioxidante. Además exhiben una variedad de efectos sobre los vasos sanguíneos, las plaquetas y las lipoproteínas y pueden actuar para reducir el riesgo de enfermedad coronaria (Xu y Howard., 2012).

Los casos de infartos en ratones se redujeron cuando las ratas eran alimentadas con una dieta rica en antocianinas en comparación con aquellos que consumieron una dieta libre de antocianinas. Se sugiere que las antocianinas tienen un efecto de protección al corazón, debido al aumento de los niveles de glutatión en el miocardio, lo que ocasiona un aumento en las defensas antioxidantes cardiacas. (Xu y Howard., 2012).

Es por eso que esta investigación trata de evaluar la influencia del tratamiento térmico sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales, con el fin de conocer si es que existen pérdidas significativas durante el procesamiento del jugo de uva, resultando importante para saber qué cantidad de estos compuestos son los que ingerimos en nuestra dieta. (Xu y Howard., 2012).

1.5. Limitaciones de la Investigación

Durante nuestra investigación encontramos poca información científica realizada en uva (*Vitis vinífera* L) variedad Red Globe. Así mismo encontramos que la uva es un recurso costoso porque fuera de temporada su precio es elevado, limitando esto el desarrollo de su investigación.

1.6. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la pasteurización sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva (*Vitis vinífera* L.) variedad Red Globe.

Objetivos específicos

Determinar los rangos de temperaturas óptimas de pasteurización en el jugo de uva, variedad Red Globe para la menor pérdida de antocianinas y fenoles totales.

Determinar los rangos de tiempos óptimos de pasteurización en el jugo de uva, variedad Red Globe para la menor pérdida de antocianinas y fenoles totales.

Cuantificar el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva variedad Red Globe, en los tratamientos térmicos antes y después de la pasteurización.

Realizar la evaluación sensorial de aceptabilidad del jugo de uva, variedad Red Globe, en función del mejor tratamiento térmico.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la pasteurización en el jugo de uva utilizando la variedad red globe y así encontrar los rangos de optimización en tiempos y temperaturas en donde se encuentre menor pérdida de antocianinas y fenoles totales.

En el año 2013 Reyes G. A. en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras evaluó el efecto de pasteurización y almacenamiento en la estabilidad química y antioxidante de jugo de açaí (Euterpe oleracea Mart.) teniendo como objetivo analizar los cambios fitoquímicos y de capacidad antioxidante en jugo de açaí producidos por efectos de pasteurización y almacenamiento. Utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones de (30 y 40°C por 30 y 60 días). La pasteurización generó polimerización de antocianinas las que mostraron gran sensibilidad (23% de reducción) en condiciones de almacenamiento ($P < 0.0001$), siendo los tratamientos a 60 días y 40°C los más influyentes.

Se evaluó el efecto de distintos tratamientos de pasteurización sobre las características sensoriales y el contenido de vitamina C de cuatro jugos de fruta: mora de castilla (MC), mango costeño (MAC), naranja Valencia (NV) y tomate de árbol tamarillo (TA). Los resultados mostraron que el proceso de pasteurización adecuado para cada jugo fue 80ºC por 120 segundos (MC), 80ºC por 90 segundos (MAC), 75ºC por 90 segundos (NV) y 80°C por 90 segundos (TA); el efecto del procesamiento sobre el color, olor y sabor de los jugos se evaluó mediante análisis sensorial por un panel entrenado y reveló que no hubo diferencias significativas ($p<0,05$) entre las características evaluadas antes y después del tratamiento térmico. (Villareal D., Mejía E., Osorio M., Cerón C., 2013)

Por otro lado Christian René Encina Z., Andrea Bernal S., Daniel Rojas H., en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Perú en el año 2013 evaluaron efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica donde los resultados fueron

estadísticamente significativos (valor p menor de 0,05) para ambos casos. La maximización de la capacidad antioxidante lipofílica aplicando la metodología de Superficie de Respuesta fue para el factor mezclas binarias de mango, carambola de la proporción de 51:49; y para el factor temperatura de pasteurización, el valor de 91 ºC, obteniéndose un valor de 0,333 µmol eq Trolox/g.

En el año 2008 Gloria Astrid Garzón realizo un esquema actualizado de las Antocianinas Como Colorantes Naturales Y Compuestos Bioactivos. Las antocianinas son pigmentos que abarcan desde el rojo hasta el azul en muchas frutas, vegetales y cereales. El interés en estos pigmentos ha crecido gracias a sus efectos terapéuticos y benéficos como los efectos anticancerígenos, antitumorales, antidiabética, la reducción de la enfermedad coronaria, antinflamatoria y el mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Las propiedades de las antocianinas abren una nueva posibilidad para la obtención de productos coloreados para el consumo humano.

2.2. Estado del arte

Recientes investigaciones, se han centrado en el estudio de los compuestos bioactivos de los alimentos, ya que estos son beneficiosos para la salud (Del Pozo Insfran et al. 2004). En el 2006 (Rodríguez y colaboradores.) Observaron un estable incremento en el fomento de los colorantes naturales de las frutas y de las fuentes de alimentos funcionales, no solamente por el interés de consumir colorantes naturales sino por los beneficios relacionados a la salud y las propiedades nutracéuticas que su consumo conlleva, el interés del consumo de esta fruta como el açaí es debido a su alto contenido de antocianinas y a sus altas capacidades antioxidantes. El açaí (*Euterpe oleracea* M.) contiene altas cantidades de antocianinas, un grupo de polifenoles que le dan a dicha fruta su característico color púrpura oscuro y contribuyen con su capacidad antioxidante encontrándose los tres principales en esta fruta como son Cianidina-3-glucósido, cianidina-3-diglicósido y cianidina-3- (Ulbricht et al. 2012).

Otras investigaciones han demostrado que los jugos de frutas conservados con técnicas no térmicas son una valiosa fuente de compuestos antioxidantes. De esta manera, las técnicas de preservación aplicadas demostraron ser alternativas adecuadas a los

tratamientos térmicos tradicionales, no solo porque son limpias y, por lo tanto, respetuosas con el medio ambiente, sino también porque no implican ningún tratamiento térmico, los compuestos relacionados con la salud incluidos en las matrices se vuelven más bioaccesibles. Además en investigaciones realizadas se observa que enriquecer los jugos de fruta con inulina y oligofructosa, es una buena estrategia para agregar valor al producto, ya que no se observó un impacto negativo en la liberación de fitoquímicos después del proceso gastrointestinal simulado.

A pesar de los recientes desarrollos en aplicaciones de tecnologías no térmicas y particularmente su efecto positivo para mejorar los compuestos bioactivos y el contenido total de antioxidantes en diferentes matrices alimentarias, la bioaccesibilidad de estos compuestos debe analizarse para asegurar sus efectos beneficiosos una vez ingeridos. Los resultados obtenidos en los últimos trabajos de investigación, destacan que las tecnologías eléctricas pulsadas (HVED y PEF) y USN pueden considerarse como tecnologías prometedoras que mejoran la liberación de compuestos bioactivos y, en consecuencia, la capacidad antioxidante total después de una digestión gastrointestinal simulada in vitro, promoviendo la salud y protegiéndolo varias enfermedades, aunque la entrada de energía debe ser controlada. No obstante, se deben tener en cuenta las limitaciones in vitro, ya que estos métodos permiten un enfoque, pero no predicen en absoluto qué cantidad de un compuesto bioactivo específico absorberá y utilizará un ser humano. Se requieren ensayos in vivo que evalúen los efectos del nivel de entrada de energía de la tecnología HVED, PEF y USN en la bioaccesibilidad de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante total.

Con respecto a los tratamientos no térmicos la demanda del consumidor de productos de bayas ha originado el rápido desarrollo de tecnologías de procesamiento no convencionales, estas incluyeron microondas, calentamiento óhmico, alto procesamiento de presión, irradiación, dióxido de carbono en fase densa, procesamiento ultrasónico, campo eléctrico pulsado, ozono, tecnologías de procesamiento de membrana, plasma frío y cavitación hidrotermodinámica. Estas tecnologías individualmente o en combinación han demostrado un gran potencial para la extracción, esterilización, secado, concentración y desacidiada. Podrían reducir el tiempo y la temperatura de procesamiento, mejorar la eficiencia del procesamiento y reducir las pérdidas nutricionales y el consumo de energía.

Teniendo en cuenta los beneficios nutricionales de las antocianinas y otros polifenoles en las bayas, se destacó su contenido y cambio de composición durante el procesamiento, así como los estudios primarios de los mecanismos subyacentes. La ventaja y la limitación de estas tecnologías también se discuten junto con la perspectiva de su futuro desarrollo. (Fuhua Li et al. 2017).

2.3. Bases teórico científicas

2.3.1. La Uva

Se cultiva desde la edad del bronce en Europa como suiza, Italia, Egipto encontrándose en tumbas y yacimientos arqueológicos.

Fueron los españoles los que introdujeron la vid en América del Norte, desde donde se extendió por todo el continente. Hoy en día, la vid se cultiva en las regiones cálidas de todo el mundo como: Australia, Sudáfrica, los países de Europa (Italia, Francia, España, Portugal, Turquía y Grecia) y en el continente americano, los mejores viñedos se encuentran en California, Chile y Argentina. Existen múltiples variedades de uvas y se diferencian entre ellas debido a su forma, tamaño, tonalidad de los frutos, productividad, calidad, etc. (Ampex 2008).

2.3.1.1. *Su Mejor Época.* La uva va madurando desde verano y principios de invierno según la variedad y zona de cultivo. La etapa de maduración de la uva hace posible que se lleve a cabo la recolección. Por lo tanto en los meses de otoños y principios de invierno se hacen degustar las uvas frescas. (Ampex 2008).

Tabla 1.

Características físicas de la uva

Forma	Fruta carnosa que nace en largos racimos compuestos por granos redondos o alargados.
Tamaño y peso	Los racimos que se comercializan se ajustan a unas normas de calidad que determinan el peso y el tamaño medio de los frutos (1,6 cm y un peso de entre 200 y 350 g).
Color	La piel es verdosa, amarillenta, rojiza o purpura, dependiendo de las variedades.
Sabor	Tiene una pulpa jugosa y dulzona.

Fuente: Ampex (2008).

La uva se conserva durante mucho tiempo en perfecto estado si se coge en su punto justo de madurez. En el frigorífico, se conservan en buenas condiciones hasta quince días para que conserven todo su sabor y aroma o también colgarlas en bolsas de papel y colocarlas en un clavo. (Ampex 2008).

2.3.1.2. *Características.* Su forma y su tamaño depende de la variedad, están agrupadas en racimos, son redondas, carnosas. Las uvas pequeñas miden (1.5 cm y 3g), las medianas (2 cm y 7 g) y las grandes (3 cm y 13 g) en promedio. El color puede ser amarillo céreo, blanquecino, verde, rosado, violáceo o casi negro de sabor dulce y muy jugoso (Expofrut 2013).

2.3.1.3. *Propiedades Nutritivas.* La composición varía según sean blancas o negras. Ambas tienen glúcidos alrededor del 15 al 17% principalmente. En las blancas abundan glucosa, fructosa, vitamina B6, B9 y calcio, en las negras en cantidades moderadas se encuentran potasio, magnesio y calcio. Las uvas contienen propiedades beneficiosas para la salud debido a los fitonutrientes como: antocianos, flavonoides y taninos, que son responsables de darle el aroma, el color y textura. La piel representa el 10% del peso del grano y la fibra soluble se encuentra en la pulpa. Los taninos le otorgan el sabor astringente a las uvas verdes. Dentro de la piel de las uvas rojas y negras se

encuentra los flavonoides y dentro de estos está el resveratrol. Por lo antedicho, las uvas favorecen el buen estado del corazón y las arterias. (Expofrut 2013).

Tabla 2.

Propiedades de la uva blanca y negra.

Propiedades	**Uva Blanca**	**Uva Negra**
Tipos de Nutrientes		
Calorías	70.3Kcal	67.10Kcal
Grasa	0.16g	0.16g
colesterol	0 mg	0mg
sodio	2mg	2mg
carbohidratos	16.10g	15.50g
azucares:	Si	No
Glucosa –Fructuosa		
Bueno para diabetes	Si	No
Exceso de Peso	Si	Si
Propiedades Beneficiosas	Si	Si
Presencia de Antocianos	Si	Si
Flavonoides y taninos		
Presencia de ácido fólicos	Si	Si
Presencia de vitamina B6	Si	Si

Fuente: Los Alimentos.

2.3.1.4. *Zumo de Uva*. Es ligeramente coloreado que normalmente contiene más del 15% de hidratos de carbono dulces. Por ello los zumos de uva se utilizan a veces para sustituir otros azucares (de caña o remolacha). El zumo de uvas blancas se trata con adsorbentes y resinas cambiadoras. Los adsorbentes retiran cualquier resto de color y de las características olfato-gustativas del zumo y las resinas le privan de sus componentes ionizados. (Ashurst P.R. y Colaboradores., 1999.)

La calidad del zumo de uva se describe casi por completo por su composición química. El color se debe a antocianinas a sus glicosidos y productos de condensación (Hrazdina y Moskowitz, 1981).

El sabor se debe a los ácidos, azúcares y sustancias fenólicos volátiles en muy pequeñas cantidades (Schreier.y Col, 1976).

En la tabla 3 se reúne los principales componentes del zumo de uva, las concentraciones en que se hallan y los atributos de calidad que determinan. En esta tabla se muestra con claridad por qué es posible predecir en el zumo de uva el sabor dulce (Shallenberger.1980). El amargo y la acidez (Plane y col., 1980) midiendo los hidratos de carbono y los ácidos orgánicos, que son los componentes mayoritarios del zumo.

Tabla 3.

Composición química de los solutos de zumo de uva, cantidades y atributos de calidad

Compuestos	Concentración (g/100ml)	Atributo de calidad
Hidratos de carbono	20	Dulce
Ácidos	1	Sabor agrio y ácido
Compuestos fenólicos	0,1	Color y astringencia
Volátiles	0,0001	Aroma

Fuente: Plane et al., (1980) y Shallenberger, (1980).

2.3.2. Pasteurización

Este proceso de calentamiento recibe el nombre de la persona que lo llevó a cabo por primera vez, el científico-químico francés Louis Pasteur (1822-1895). El objetivo de la pasteurización es de disminuir la presencia de agentes patógenos (como por ejemplo: bacterias, protozoos, mohos, levaduras, etc.) Este proceso térmico se realiza a líquidos (generalmente alimentos). Uno de los objetivos del tratamiento térmico es una "esterilización parcial" de los alimentos líquidos, alterando lo menos posible su estructura física, sus componentes químicos y sus propiedades organolépticas. A diferencia de la esterilización, la pasteurización no destruye por completo las esporas, ni todas las células de microorganismos termofílicos. (Real Academia Española, 2001).

2.3.3. Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos que otorgan el color rojo, púrpura o azul que se hallan en las vacuolas de células vegetales como en las hojas, flores y frutos (Wagner GJ., 1982).

Desde el punto de vista químico, las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y son glucósidos, es decir, están constituidas por una molécula llamada aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico. (Wong D., 1995).

El farmacéutico alemán Adolf T. Lewandoski(1804-1881) propuso el término antocianina en el año 1927 para describir el pigmento azul de la col lombarda (*Brassica oleracea*). Los pigmentos rojos y violetas en las plantas también están como antocianinas. (Raphael I., 1991).

Debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas el interés por los pigmentos antociánicos se ha intensificado. Por lo tanto, las antocianinas son agentes potenciales en la elaboración de productos con valor agregado para el consumo humano (Wong D., 1995).

a. Estructura de la antocianina

La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenil-benzopirilio que consta de dos grupos aromáticos: unbenzopirilio y un anillo fenólico; el flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, S., 1999), como se muestra en la figura 1.

Estructura química de la antocianina

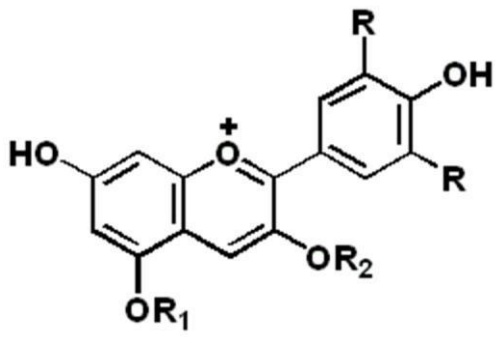


Figura 1. Estructura general de las antocianinas R1 y R2 pueden ser H o azúcares R pueden ser OH o H.

Fuente: IUPAC Goldbook 2009

Posiblemente como componentes traza de las reacciones de degradación las agliconas libres raramente existen en los alimentos (Fennema, O. 1993).

Actualmente se conocen 20 antocianidinas dentro de las más importantes se encuentran, la pelargonidina, la cianidina, la delfinidina, la petunidina, la malvidina y la peonidina, como se muestra en la Tabla 4 ; aproximadamente 150 antocianinas da la combinación de éstas con los diferentes azúcares. La glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, la xilosa y la arabinosa y, ocasionalmente, la gentiobiosa, la rutinosa y la soforosa son los hidratos de carbono que se encuentran comúnmente. (Badui, S. 1999).

Como se muestra en la siguiente tabla, el grupo fenilo en la posición 2 puede llevar diferentes sustituyentes.

Tabla 4.

Composición de sustituyentes de las Antocianinas

Antocianidina	**R_1**	**R_2**	**R_3**	**R_4**	**R_5**	**R_6**	**R_7**
Aurantinidina	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-OH	-OH
Capensinidina	$-OCH_3$	-OH	$-OCH_3$	-OH	$-OCH_3$	-H	-OH
Cianidina	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Delfinidina	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
Europinidina	$-OCH_3$	-OH	-OH	-OH	$-OCH_3$	-H	-OH
Luteolinidina	-OH	-OH	-H	-H	-OH	-H	-OH
Pelargonidina	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Malvidina	$-OCH_3$	-OH	$-OCH_3$	-OH	-OH	-H	-OH
Peonidina	$-OCH_3$	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Petunidina	-OH	-OH	$-OCH_3$	-OH	-OH	-H	-OH
Rosinidina	$-OCH_3$	-OH	-H	-OH	-OH	-H	$-OCH_3$

Fuente: IUPAC Goldbook (2009).

b. Antocianinas como ingredientes alimenticios

Las antocianinas se encuentran en mayor cantidad en flores también hojas, tallos y granos. En frutos como bayas, grosellas negras, la berenjena y los granos pigmentados morados y azules. Dependiendo del país y de los hábitos nutricionales de las personas, el consumo diario de antocianinas ha ido variando de miligramos a gramos. (Horbowicz *et al.*, 2008).

El consumo de antocianinas poco a poco ha ido incrementando debido a los extractos de jugos de frutas y vegetales ya que estos hoy en día tienen más disponibilidad comercial siendo más evidente los beneficios a la salud. (Abdel-Aal y Hucl, 2003).

En la actualidad es mayormente utilizado el maíz pigmentado en pequeñas cantidades para dar color a los productos como las tortillas azules y rosas. (Bezar, 1982).

Adicionalmente, Abdel-Aal et al. (2006) reportaron que los granos de maíz pigmentado azul, rosa y morado contienen altas cantidades de antocianinas en especial el maíz morado proyectándolo como colorante natural.

Los alimentos ricos en antocianinas han sido agregados dentro de la dieta alimenticia como un suplemento alimenticio. Por ejemplo, el maíz morado ayuda a dar a la piel una apariencia más joven y radiante (Shipp y Abdel-Aal, 2010).

Las antocianinas también están siendo extraídas bayas noruegas (Vaccinium myrtillus) y grosellas negras (Ribes nigrum) para comercializarlas como un suplemento llamado Medox. (Biolink Group, 2009).

Para ayudar a reducir los niveles de colesterol, el arroz rojo está siendo fermentado y comercializado como un suplemento dietético con el nombre de Cholestin. (Pharmanex, 2009).

Como un suplemento dietético se está procesando el pan de trigo azul para la obtención de polvo de trigo azul rico en antocianinas (Abdel-Aal et al, 2008).

Por todo lo anterior, el consumo de antocianinas es beneficioso para la salud humana si se incorpora dentro de los productos alimenticios y bebidas como colorantes, alimentos funcionales o suplementos alimenticios. (Shipp y AbdelAal, 2010).

2.3.4. Fenoles Totales

Los fenoles son metabolitos secundarios considerablemente distribuidos en el reino vegetal. Su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo y se localizan en todas las partes de las plantas. La asimilación de nutrientes, la fotosíntesis, la alelopatía, la actividad enzimática, la síntesis proteica, la formación de componentes estructurales y la defensa ante los factores adversos del ambiente son compuestos que participan de diversas funciones. Las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal están asociados a los fenoles dando color y las características sensoriales (sabor, astringencia, dureza). Reactividad del grupo fenol se debe a la característica

antioxidante de los fenoles (Robbins, 2003; Kähkönen et al, 2001).

a. Estructuras de los compuestos fenólicos

Aproximadamente 8000 compuestos fenoles aparecen en la naturaleza. Poseen un anillo fenol -un anillo aromático que lleva al menos un sustituyente hidroxilo, como se muestra en la figura 2.

Estructura química de los fenoles

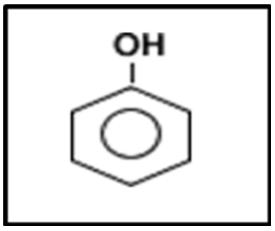


Figura 2. El fenol se caracteriza por la influencia mutua entre el grupo Hidroxilo u Oxidrilo (HO:) y el Anillo aromático.

Fuente: Robbins, 2003.

Los flavonoides son los polifenoles que tienen al menos 2 subunidades fenólicas y los taninos contienen de 3 o más. (Robbins, 2003), en la figura 3.

Estructura química de los flavonoides

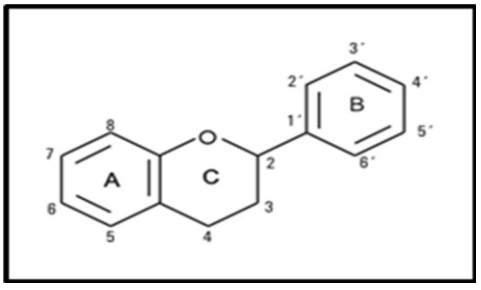


Figura 3. Los flavonoides son una estructura de quince carbonos que contiene benzo.gamma-pirona y un anillo fenólico.

Fuente: Vinson et al, 1995.

Los flavonoides son derivados fenólicos, estos compuestos poseen actividad antioxidante y capacidad para capturar radicales libres los cuales contienen alrededor de 4000 compuestos, como metoxilados hidroxilados, y glicosilados de la 2 fenil benzo γ pirano. (Vinson et al, 1995).

Fenoles monoméricos simples tienen mayor actividad antioxidante que los taninos o polifenoles poliméricos (Hagerman et al, 1998).

Estructura química de los taninos

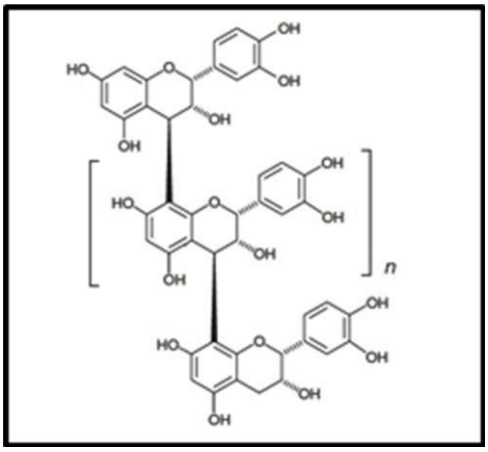


Figura 4. En la estructura de los taninos puede reconocerse el ácido gálico, el cual proviene biogenéticamente del ácido 3-deshidroshikímico.

Fuente: Hagerman et al, 1998.

vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos (Wagner GJ., 1982).

Fenoles

Los fenoles está asociado al color, las características sensoriales (sabor, astringencia, dureza) las características nutritivas y las propiedades antioxidantes, se localiza en todas las partes de las plantas como hojas, flor, fruto. (Robbins, 2003; Kähkönen et al, 2001).

Compuestos Bioactivos

Son constituyentes extranutricionales que se encuentran en pequeñas cantidades en algunos alimentos. Numerosos estudios epidemiológicos, han mostrado los efectos protectores de dietas ricas en vegetales frente a enfermedades cardiovasculares (CVD) y cáncer (Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF, Griel AE, Etherton TD. Am J Med 2002).

Flavonoles

Son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Se han identificado más de 5.000 flavonoides diferentes. En un principio, fueron consideradas sustancias sin acción beneficiosa para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debidos a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libres y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías (S. Martínez-Flores y cols., 2002).

Catequinas

Es un antioxidante polifenólico que procede de las plantas en las cuales aparece como un metabólico secundario. El término catequina se emplea para referirse a la familia de los flavonoides y al subgrupo de los flavan-3-oles (o simplemente flavonoles). (Zheng LT, Ryu GM, Kwon BM, Lee WH, Suk K 2008).

Evaluación Sensorial

Se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc. Una de las evaluaciones sensoriales más conocidas es la de la cata de vinos (Montenegro G., Gómez M., Pizarro R., Casaubon G. y Peña R. C. 2008).

CAPÍTULO III:

MARCO METODOLÓGICO

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue cuantitativa, porque se obtuvo valores continuos del contenido de antocianinas y compuestos fenólicos a diferentes tiempos y temperaturas de pasteurización del jugo de uva variedad red globe.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño fue experimental, porque se realizó una manipulación de diferentes variables para verificar la validez de las hipótesis expuestas, de esta manera se obtuvo resultados favorables.

3.2 Población y muestra

3.1.3. Población

Uva (*Vitis vinífera* L.) de mesa, variedad red globe, procedente de la región Lambayeque.

3.1.4. Muestra

Según la cantidad calculada para todos los experimentos, fueron de 30 kg de uva de mesa de variedad red globe.

3.1.5. Muestreo

Muestreo intencional o de conveniencia:

Este tipo de muestreo se caracterizó por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas" mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos.

3.3 Hipótesis:

H1: A temperaturas entre 75°C a 99°C y tiempos en 17 a 39 minutos de pasteurización serán los parámetros óptimos para lograr la máxima retención de antocianinas y compuestos fenólicos en el jugo de uva (*Vitis vinífera L.)* variedad Red Globe.

H_0: A temperaturas menores de 75 ° C y mayor de 99°C y tiempos de 17 minutos a 39 minutos de pasteurización no serán los parámetros óptimos para lograr la máxima retención de antocianinas y compuestos fenólicos en el jugo de uva (*Vitis vinífera L.)* variedad Red Globe.

3.4 Variables:

X_1: Variable independiente:

Temperatura (°C) de pasteurización del jugo de uva.
Tiempo (min) de pasteurización del jugo de uva.

X_2: Variable dependiente:

Fenoles totales (mg acido gálico/L).
Antocianinas (mg/L).
Evaluación sensorial ($p<0.05$)

3.5 Operacionalización:

En la Tabla 5, se observa la operacionalización de las variables independientes y dependientes.

Tabla 5.

Operacionalización de variables.

	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumentos/ Equipos
Variables independientes	Temperatura	°C	75 – 99	Termómetro
	Tiempo	min	17 – 39	Cronómetro
Variables dependientes	Fenoles totales		mg acido gálico/L (mg/L)	Espectrofotómetro
	Antocianinas			Espectrofotómetro
	Evaluación sensorial		P< 0.05	boleta de prueba de preferencia pareada

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Instrumentos de recolección de datos:

- Espectrofotómetro s2100 UV

- Termocupla tipo K (TPKS – Taiwán).

- Medidor de temperatura

- Centrifuga

- Cocina eléctrica

- Cronómetro.

3.6.2 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación, se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto y laboratorio de química de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, así como en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Señor de Sipán.

3.6.3 Materias primas

- Uva de mesa, variedad Red Globe.

3.6.4 Materiales

- Probetas.
- Bikers de 600ml.
- Fiolas de 100ml.
- Tubos de ensayo.
- Piceta de agua destilada.
- Pipeta graduada de 10ml
- Pipeta graduada de 5ml
- Papel filtro.
- Jarros de aluminio
- Termómetro digital
- Peras de succión para laboratorio

3.6.5 Reactivos

- Catalizador Kjeldahl: 15 g $K2SO_4$ + 0,7 g HgO.
- Ácido sulfúrico: ACS.
- Solución de NaOH.
- Zinc metálico: polvo, ACS.
- Solución indicadora: Fleisher violeta de metilo.
- Ácido de potasio estándar: falato NIST.
- Solución estándar de NaOH.
- Indicador fenolftaleína.

- Solución estándar de ácido: Solución de HCl o H2SO4.
- Ácido hidroclórico.
- Ácido sulfúrico.
- Hidróxido de sodio.
- Solución de tiosulfato de sodio.

3.6.6 Equipos e instrumentos

- Cocina eléctrica (Magefesa)
- Temocuplas tipo k (TPK-S).
- Datalogger con adaptación a PC.
- Balanza de gramos, marca Kleber, para 30 kg.
- Microsof Excel TM.
- Statistica 7®
- Espectrofotómetro.

3.6.7 Descripción de los equipos e instrumentos utilizados

a. Cocina eléctrica, Marca: Dinamic Inox , Modelo: 8013

Tiene una potencia máxima de 1.500 w, su tamaño es de 20cm de largo, 50 de ancho, su peso es de 5 kg cuenta con un cuerpo de acero inoxidable resistente a la corrosión, tiene una perilla en la cual se puede regular la temperatura, placa antiadherente, diámetro del plato 187 mm, luz piloto indicadora de encendido y es de fácil y rápida limpieza.

b. Datalogger con conexión a PC, Marca: DECPEL, Modelo: DTM – 507

Es un termómetro digital de doble entrada, tiene un medidor de temperatura, acepta termocuplas: k, j, t, e, r, s, n, puede ser suministrado con software y cable USB, tiene Triple lectura con retroiluminación, Permite grabar datos de 128 muestras con datos en tiempo real, Memoria interna que guarda hasta 16 juegos de datos, con una capacidad máxima de 1024 datos, Contiene una Resolución 0.1 / 1 ºC a 0.1/1 ºF.

Uso del Datalogger

Es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente. Este dispositivo es utilizado para supervisar Temperatura, Humedad, Velocidad y dirección del viento, Luz solar, lluvia caída, humedad del suelo, para registro hidrológico (Nivel del agua, caudal, conductividad del agua, PH del agua).

c. Statistica 7®

Es un extenso sistema de desarrollo que integra análisis de datos, administración de bases de datos, gráficos, y aplicaciones personalizadas con un amplia selección de técnicas analíticas básicas y avanzadas para negocios, extracción de datos, ciencia e ingeniería.

d. Espectrofotómetro UV/visible, Marca: UNICO, Modelo: "S-2100UV+"

Espectrofotómetro digital completamente programable con un rango de longitud de onda: 200 a 1000 nm, precisión: ±2nm, ancho de banda: 4 nm, rango fotométrico: 0% t a 125% t; -0.3 a 2.5 a; -9999 a 9999, repetibilidad fotométrica: ±0.003 a a 0.5 a, pantalla digital lcd (4 líneas x 20 caracteres),memoria con capacidad hasta 200 curvas estándar, función de auto calibración, se puede programar hasta 200 métodos de pruebas, incluye sujetador de cubetas para 4 posiciones**,** dimensiones: 42 x 34 x 18 cm, peso: 10 kg.

Uso del Espectrofotómetro UV/Visible

Es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos.

Hay varios tipos de espectrofotómetros, puede ser de absorción atómica, de absorción molécula.

e. **Centrifuga para 8 tubos modelo: 0408-1, marca: kert-lab, especificaciones técnicas**

Cabezal para 8 tubos de prueba, capacidad de cada tubo 15 ml, porta tubos de aluminio, rotor angular de 45° fijo, tapa resistente a impactos y transparente, con seguro en la tapa, velocidad desde 500 hasta 3000 rpm, programación de tiempo y velocidad, tiempo desde 5 minutos hasta 30 minutos, con programación cada 5 minutos, fuente de poder 220 VAC 60 Hz.

3.7 Procedimiento para la recolección de datos

3.7.1 Flujo grama del procedimiento experimental

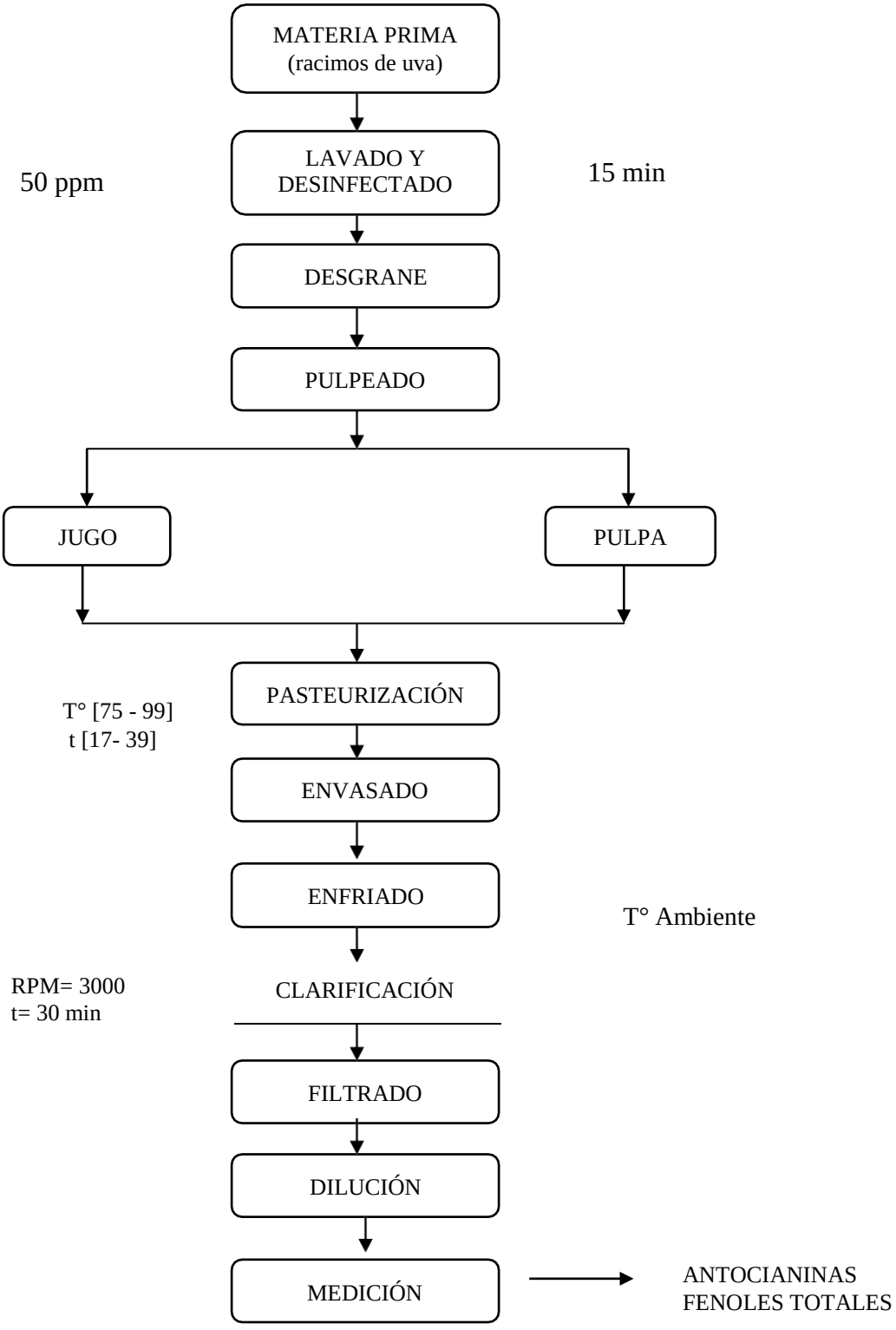


Figura 5.

Flujo grama para la medición de antocianinas y fenoles totales.

3.7.2 DESCRIPCIÓN DE CADA ETAPA

Materia Prima

Es una operación importante, donde se procedió a seleccionar la uva en buenas condiciones, separándola de la uva en estado pudrición.

Lavado y Desinfectado

Se realizó con agua potable circulante, con la finalidad de eliminar residuos sólidos adheridos en la superficie de la Uva. Se pasó por un proceso de desinfectado, a sumergir la uva en una solución de hipoclorito de sodio (50ppm) por 15 minutos.

Desgrane

Se sacó el peciolo y se eliminó la uva que no haya tenido el grado de madurez adecuado.

Pulpeado

Se realizó de forma manual (estrujado) ya que para las pruebas que se iban a realizar se requerían pequeñas cantidades de uva con el fin de obtener jugo y pulpa.

Pasteurizado

Se sometió el jugo de uva a una pasteurización a una temperaturas de 75 a 99°C y un tiempo de 17 a 39 minutos, tomándose una temperatura constantemente con un termómetro con el propósito que el jugo no exceda de la temperatura requerida.

Envasado

Se llenó en frascos de vidrio de 250 ml con ayuda de un embudo y un colador con la finalidad que no ingrese ninguna pepa o cascara de la uva que contenía el jugo, todo esto a una temperatura ambiente.

Enfriado

Se efectuó por circulación de agua clorada en contracorriente. Inmediatamente después del envasado del jugo.

Clarificación

Las muestras de jugo de uva fueron centrifugadas a 3000 rpm en un tiempo de 30 minutos con el fin de ser clarificadas.

Filtrado

Luego de haberse centrifugado las muestras de jugo de uva fueron filtradas con papel filtro para que estas puedan ser leídas correctamente en el espectrofotómetro.

Dilución

Se procedió a diluir las muestras centrifugadas y filtradas con agua destilada en un factor de dilución de 10

Medición

- **Cuantificación de fenoles por el método Folin-Ciocalteu**

a. Se preparó el carbonato de sodio al 20%, colocando en un crisol 20g de polvo de bicarbonato y se procedió a calentar en una cocina eléctrica hasta que empezó a salir humo blanco y el bicarbonato cambio de textura dando por resultado el carbonato de sodio.

En una fiola de 100ml se colocó los 20g de carbonato de sodio y se enraso con 80ml de agua destilada

b. La preparación del foling, se realizó una dilución en un factor de 8, donde se procedió a colocar en una fiola de 100ml, 12.5ml de foling y se enraso con 87.5ml de agua destilada, procediendo a cubrir la fiola con papel aluminio para que no afecte la luz solar al reactivo.

c. Para realizar la cuantificación de fenoles totales se tomó 0.5ml de muestra y se mezcló con 2.5 ml de foling más 2 ml de carbonato al 20%, se calentó a 50°C por 5 min y se procedió a dar lectura a 765nm en el espectrofotómetro.

- **Cuantificación de antocianinas por el método de pH Diferencial.**

a. Se tomó 2.5 ml de jugo de uva y 2.5 ml de buffer a pH1, posteriormente se procedió a medir en el espectrofotómetro una absorbancia a 510nm y a 700 nm teniendo como blanco agua destilada.

b. Se tomó 2.5 ml de jugo de uva y 2.5 ml de buffer a pH4.5, luego se procedió a medir en el espectrofotómetro una absorbancia a 510nm y a 700 nm teniendo como blanco agua destilada.

3.7.3 . Análisis químico proximal de la uva y del mejor tratamiento del jugo de uva procesado dentro de los parámetros de tiempo y temperatura.

Proteína, método Kjendahl 955.04 A.O.A.C. (2000).

Grasa: método 922.06 A.O.A.C (2000).

Fibra, método 991.43 A.O.A.C (2000).

Ceniza, método 900.02 A.O.A.C (2000).

Humedad, método 926.08 A.O.A.C (2000).

Acidez método volumétrico. NTP 209.266.2000.

Los carbohidratos se determinaran por diferencia, respecto a los otros componentes. (Tabla 9)

3.7.4 . Determinación de fenoles totales:

Se aplicó el método desarrollado por Folin-Ciocalteu (Dorman D., y colaboradores 2004).

Fundamento

En el método espectrofotométrico desarrollado por Folin-Ciocalteu, se utilizó una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdíco en medio básico, los óxidos azules de wolframio (W_8 O_{23}) y molibdeno (Mo_8 O_{23}) se presentaron al reducir la oxidación de los compuestos fenólicos, originando la absorbancia del color azul que se mide a 765 nm. Los resultados se expresaron en mg de ácido gálico por 100g de pulpa de frutos (Skerget, M. 2005). (Anexo 2)

Procedimiento

Se determinó aplicando el método de Folin-Ciocalteu. Se colocaron en un tubo de ensayo 0.5 mL del extracto de la muestra, al cual se le adicionó 2.5 mL de la solución de Folin-Ciocalteu y se adicionó 2 mL de carbonato de sodio al 20%. Luego, se incubó por 5 minutos a 50 °C. Posteriormente, se midió la absorbancia utilizando un espectrofotómetro a 765nm.

Finalmente, el resultado se expresó como mg de ácido gálico equivalente por L de extracto que se deriva de la curva de calibración de referencia de ácido gálico. (Anexo 2) (Skerget, M. 2005). (Anexo 2)

3.7.5 . Determinación de antocianinas

A pH 4,5 las antocianinas se encuentran en una forma incolora y a pH 1,0 están en una forma muy coloreada. Para obtener la diferencia en la absorbancia a la longitud de onda máxima el pH de los buffers se adaptaron a los valores de pH final de 1,0 y 4,5 (Wrolsta, R. 1976).

Procedimiento

Para medir la absorbancia, el jugo se diluyo con buffer llegando a tener una absorbancia a 1,0 de preferencia a un rango de 0,4 a 0,6 en la muestra de pH 1,0. Para ambas muestras el pH 1,0 y pH 4,5 debió de ser el mismo. Por ejemplo, tomar 10 ml de jugo y diluir con agua destilada y buffer hasta 50 ml. Las muestras diluidas deben estar claras, sin turbidez ni sedimento. Cualquier sedimento en la muestra debe ser removido, centrifugando o filtrando.

La absorbancia a 700 nm debería ser 0 si la muestra está libre de turbidez. Si se presenta turbidez en la muestra esta puede ser mejorada midiendo la absorbancia a 700 nm y quitando el valor de la absorbancia a la longitud de onda de máxima absorción (510-540).

3.7.6 Determinación del rangos de optimización de tiempo y la temperatura a través del Método Superficie Respuesta

Se utilizó el diseño el método de superficie respuesta, empleando el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR), el cual se basa en un diseño factorial con puntos centrales y axiales. Este tipo de diseño se utiliza cuando se quiera verificar la existencia de términos cuadráticos en el modelo de regresión (Vivanco, 2009).

Este tipo de planeamiento consiste de una parte referente al planeamiento factorial 2^K (o de planeamiento fraccionario) con n_F corridas, 2^K corridas axiales o estrella y n_c corridas centrales. La Fig. 3.2 presenta los puntos del planeamiento de compuesto central para el caso de 2 factores.

Puntos experimentales para el planeamiento de compuesto central

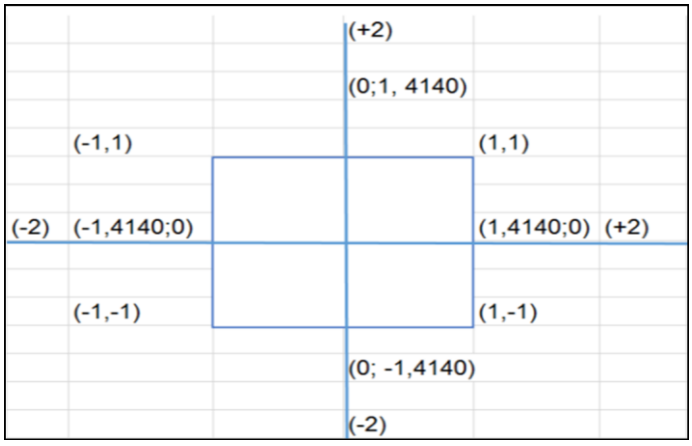


Figura 6. Existen dos parámetros que deben ser especificados: la distancia a partir del centro del planeamiento hasta los puntos **axiales**

Fuente: Vivanco, (2009).

Cuatro diferentes modelos pueden ser probados secuencialmente en el planeamiento de compuesto central

a. Solamente términos lineales de los efectos principales.

b. Términos lineales y cuadráticos de los efectos principales.

c. Términos lineales de los efectos principales y las interacciones de segundo orden.

d. Términos lineales y cuadráticos de los efectos principales y las interacciones de segundo orden.

Se utilizarán los siguientes parámetros.

Tabla 6.

Valores utilizados en el DCCR para la pasteurización del jugo de uva.

Variable	Código	-1.41	-1	0	+1	+1.41
Temperatura (°C)	X1	67	75	87.5	90	98.1
Tiempo (min)	X2	16.9	20	27.5	35	38.1

Fuente: Sofware Statistica 7®

3.7.7 Prueba de preferencia pareada en función al mejor tratamiento térmico orientada al consumidor.

La prueba más sencilla es la prueba de preferencia pareada, permitiendo a los consumidores seleccionar entre dos muestras, indicando si prefieren una de las dos o no tienen preferencia por ninguna muestra.

Procedimiento

En esta prueba se les pregunta a los panelistas cuál de las dos muestras prefieren. Se les pide que seleccionen una de las dos muestras.

La opción de incluir una posibilidad de "no prefiero ninguna" o "las dos me desagradan igual", no se recomienda para paneles de menos de 50 miembros ya que reduce el poder obtener significancia estadística de la prueba.

Presentación de las muestras: Las dos muestras (A y B) se presentan en vasos idénticos. Existen dos posibles órdenes de presentación de las muestras: primero A y luego B (AB) o primero B y luego A (BA).

Las muestras deben presentarse en ambos órdenes el mismo número de veces. Si el panel estuviera integrado por 20 jueces, 10 deberían recibir la muestra A primero y los otros 10 la muestra B primero. Las muestras se presentan simultáneamente en el orden seleccionado para cada panelista, de manera que los panelistas puedan evaluar las muestras de izquierda a derecha. En esta prueba se permite saborear (probar) la muestra varias

veces, si es necesario. El orden en que los panelistas evaluarán las muestras debe indicarse en la boleta. (Anexo 3)

Interpretación de resultados

Los resultados se analizan utilizando una prueba binomial de dos extremos. La prueba de dos extremos es apropiada pues se puede escoger cualquiera de las dos muestras, ya que la dirección de la preferencia no puede determinarse de antemano. Para el análisis, se suma el número de panelistas que prefieren cada muestra y se determina la significancia de los totales, empleando la Tabla (Anexo 4). En esta tabla, X representa el número total de panelistas que prefieren una muestra y n representa el número total de panelistas que participan en la prueba. La tabla contiene tres probabilidades decimales para ciertas combinaciones de X y n. Para ahorrar espacio, el punto decimal ha sido omitido en la tabla, por lo que una cifra como 625 significa en realidad 0,625. Por ejemplo, si 17 de cada 25 panelistas prefieren la muestra A, de acuerdo a la Tabla (Anexo 4), la probabilidad (X = 17, n =25) sería de 0,108. Debido a que usualmente es necesaria una probabilidad de 0,05 o menos, para que el resultado se pueda considerar significativo, la conclusión sería que la muestra A no fue significativamente más preferida que la muestra B. Si 19 de los 25 panelistas hubieran indicado su preferencia por la muestra A, la probabilidad habría sido 0,015, lo que habría demostrado una preferencia significativa por la muestra A. La prueba de preferencia pareada no permite conocer el grado de preferencia de la muestra escogida, ni el grado de diferencia en lo que respecta a la preferencia entre las muestras.

3.8 Análisis Estadístico e interpretación de datos

Para encontrar los mejores rangos de optimización, se procedió a aplicar el Método de Superficie Respuesta (MSR), empleando el Diseño Compuesto Central Rotacional de 2^2+ 4 puntos axiales + 3 repeticiones en el punto central (Tabla 7). Donde los factores tienen la restricción de que su suma es la unidad o 100% empleando el Sofware Statistica 7®

Tabla 7.

Diseño codificado y decodificado para la retención de contenido de antocianinas y fenoles totales.

X1 (°C)	X2 (MIN)	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
-1.00	-1.00	75.00000	20.00000
-1.00	1.00	75.00000	35.00000
1.00	-1.00	90.00000	20.00000
1.41	1.41	90.00000	35.00000
-1.41	0.00	76.89340	27.50000
1.41	1.41	99.00000	28.00000
0.00	-1.41	87.50000	16.89340
0.00	1.41	87.50000	38.10660
0.00	0.00	87.50000	27.50000
0.00	0.00	87.50000	27.50000
0.00	0.00	87.50000	27.50000

Fuente: Sofware Statistica 7®

Los datos experimentales se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), a un nivel de significancia del 0.05 para conocer si existe o no diferencia significativa entre los efectos lineales y cuadráticos. Se evaluarán los diferentes tipos de modelos, anteriormente expuestos, y se seleccionará el modelo de mayor coeficiente de determinación (R^2). Se obtendrán gráficos de superficie respuesta y de contornos, los cuales nos ayudarán a seleccionar los rangos de tiempo y temperatura óptimos de pasteurización.

Finalmente se procedió a validar el modelo matemático obtenido, experimentando tres posibles tratamiento de pasteurización dentro de la zona óptima. (Tabla 13 y 17)

3.9 Criterios éticos

Propiedad intelectual

En el transcurso de la investigación, se recopiló información sobresaliente de distintas fuentes bibliográficas, tales como: libros físicos y virtuales, artículos científicos, tesis, páginas web, entre otros, los cuales se encuentran debidamente citados, evidenciando la prudencia y el respeto a la propiedad intelectual de acuerdo a nociones básicas sobre los derechos de autor y derechos conexos, según requerimientos establecidos por OMPI (organización mundial de la propiedad intelectual).

Beneficios

Esta investigación tiene como propósito dar un aporte que beneficia el desarrollo de la producción a nivel ambiental, económico y social. Así mismo ayudándonos en nuestro desarrollo personal y profesional ya que se está aplicando los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial en la universidad señor de Sipan.

Dignidad humana

En este punto se tomó en cuenta el respeto a cada una de las personas que participaron en el desarrollo de esta investigación, teniendo en cuenta el reglamento establecido por la universidad señor de Sipan.

3.10 Criterios de rigor científico

La medicion del contenido de antocianinas se encuentra establecida en la Ley de Lambert-Beer ($A=\varepsilon \cdot C \cdot L$).

A= Es absorbancia que se mide con el espectrofotómetro.

ε= corresponde a la *absorbancia molar*. El coeficiente de extinción molar también se conoce como la absorbancia molar.

C= es al reestructurar la ecuación de Lambert-Beer y la concentración molar seria esta.

$$C = \frac{A}{\varepsilon . L}$$

L= es la longitud de recorrido en cm.

La concentración en mg/L puede ser determinada multiplicando por el peso molecular (MW) del pigmento.

$$C_{(mg/l)} = \frac{A}{\varepsilon . L} . MW . 10^3 . \text{Factor de dilución}$$

La absorbancia se obtiene sacando el valor obtenido a pH 4,5 del valor obtenido a pH 1,0. Ejemplo:

$$A = (A_{515\ nm}\ pH\ 1.0 - A_{700\ nm}\ pH\ 1,0) - (A_{515\ nm} pH\ 4,5 - A_{700nm}\ pH\ 4,5)$$

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

IV.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1 Caracterización fisicoquímica de la materia prima.

La materia prima proveniente de la región Lambayeque, ingresó a la Planta Piloto de la USS para ser procesada. En la tabla 8 y en la figura 7 se muestran características de la uva variedad Red Globe utilizada en la elaboración del jugo de uva.

Tabla 8

Características sensoriales de la uva variedad Red Globe

Características físicas	Descripción
Color de piel	Roja Violáceo
Pulpa	Crujiente
Sabor	Afrutado
Textura	Firme
Olor	Olor característico
Tamaño	21 – 27 mm
Forma	Elipsoide globosa

Fuente: Elaboración propia.

Uva

Figura 7. Uva variedad red globe (Vitis vinífera L.)

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Caracterización fisicoquímica del jugo de uva

En la tabla 9 se puede apreciar los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del fruto fresco de la uva y el jugo pasteurizado de uva.

Tabla 9.

Características Fisicoquímicas del Jugo de Uva 100 mL pasteurizado y sin pasteurizar.

Características fisicoquímicas	Sin Pasteurizar	Pasteurizado
°Brix	13	14
Humedad	80.55%	77.0 %
Carbohidratos	17.59%	18.2 %
Fibra	0.5%	0.8 %
Densidad	1.019	1.025 %
Proteínas	0.96%	0.98 %
Grasas	0.4%	0.5 %
Acidez total	0.045%	0.092 %
Antocianinas	1.70%	1.588 %
Fenoles totales	1.60 %	1.495 %
pH	4	3.5
Sales minerales	0.52%	0.6 %

Fuente: Laboratorio de Bromatologia (UNPRG).

De acuerdo a la tabla 9. Se puede apreciar que hay una reducción de antocianinas de 6.59 % por efectos de la pasteurización; en el caso de los fenoles también se observa una reducción del 6.56 % de su contenido total, en la pasteurización.

4.1.3. Selección del modelo apropiado para el contenido de antocianinas

En la tabla 10 se muestran las concentraciones de antocianina monomérica (cianidin – 3 - glucósico) en el jugo de uva variedad Red Globe, el cual fue sometido a diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasteurización como se muestra en las figura 8 y figura 9

Los tratamientos de mayor temperatura que presentó menor contenido de antocianinas entre 87 y 90 mg/L.

Tabla 10.

Medición de concentración de antocianinas (mg/L) en el jugo de uva variedad Red Globe después de diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasterización

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS (mg/L)
75	20	158.8
75	35	142.9
90	20	105.5
90	35	90.7
77	28	139.9
99	28	87.5
88	17	138.3
88	39	109.2
88	28	133.0
88	28	119.3
88	28	119.3

Fuente: Elaboración propia.

Medición de temperatura

Figura 8. Se muestra la medición de temperatura en la pasteurización del jugo de uva

Fuente: Elaboración propia.

Los jugos envasados

Figura 9. Se muestra los jugos envasados a diferentes tiempos (17 – 39 min.) y temperaturas (75 - 99 °C) que fueron llevados a analizar.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando Statistica 7 y con los datos de la tabla 11. Se obtuvo los valores del R^2 y suma de cuadrados del error que permitieron elegir el modelo adecuado para predecir la concentración de antocianinas (mg/L) en jugo de uva pasteurizado.

Donde se obtuvo que el mejor modelo que correlaciona los datos experimentales de concentración de antocianinas (mg/L) fue el modelo de primer orden "Modelo de términos lineales de los efectos principales.", ya que no existe mucha diferencia con modelos más complejos.

Tabla 11.

Análisis de los modelos de análisis del DCCR para la concentración de antocianinas en jugo pasteurizado de uva variedad Red Globe.

	Modelos de análisis del DCCR			
	1	**2**	**3**	**4**
R^2	0.823	0.824	0.823	0.825
Suma de cuadrados del Error	423.483	420.226	422.755	419.631

Fuente: Statistica 7

El elevado valor del coeficientes de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la concentración de antocianinas en el jugo de uva pasteurizado (R^2=0.823) permite interpretar los resultados mediante gráficos de superficies de respuesta figura.10 como de contorno Figura.11.

Gráfico de superficie respuesta del contenido de antocianinas

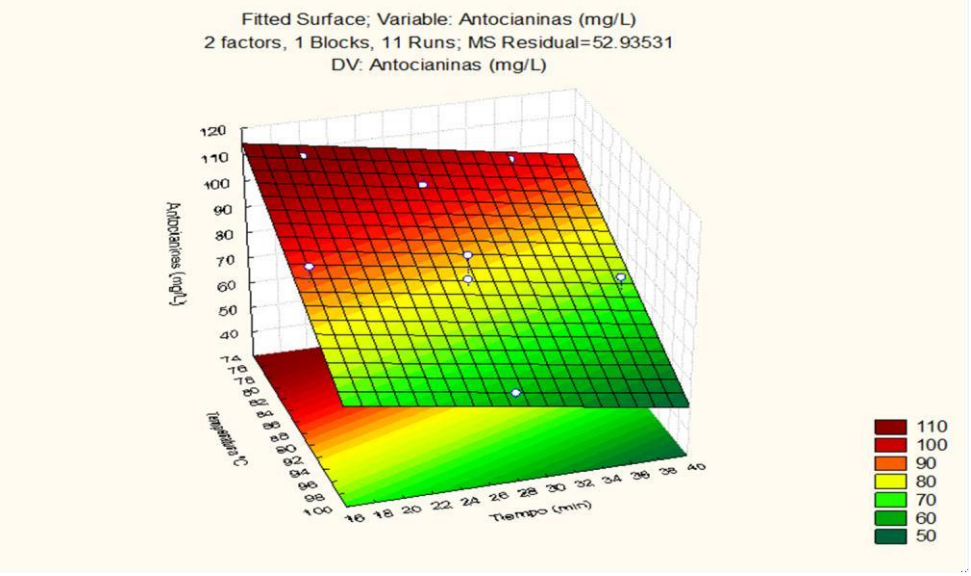


Figura 10. Se muestra en la superficie respuesta una mayor concentración de antocianinas al disminuir temperatura y tiempo

Fuente: Statistica 7

En la figura 10. La región roja indica (110 mg/L) que la combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de antocianinas ayudándonos a encontrar el mejor modelo de selección para predecir la concentración de antocianinas.

Gráfico de contornos del contenido de antocianinas

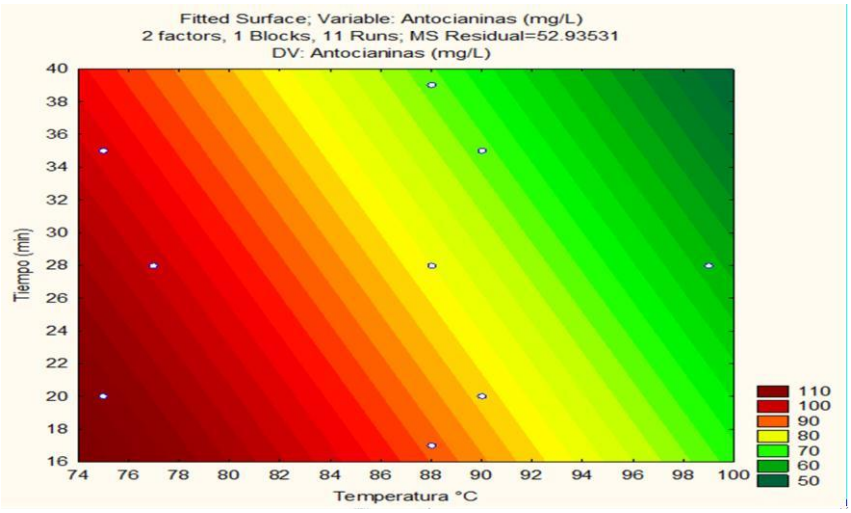


Figura 11. Este grafico permite identificar la región de color rojo donde la combinación de tiempo y temperatura es la mayor concentración de antocianinas

Fuente: Statistica 7

Este grafico permite seleccionar la región óptima indicando de color rojo (110 mg/L) que la combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de antocianinas y los puntos blancos indican los experimentales. Figura 11

Gráfico de linealidad

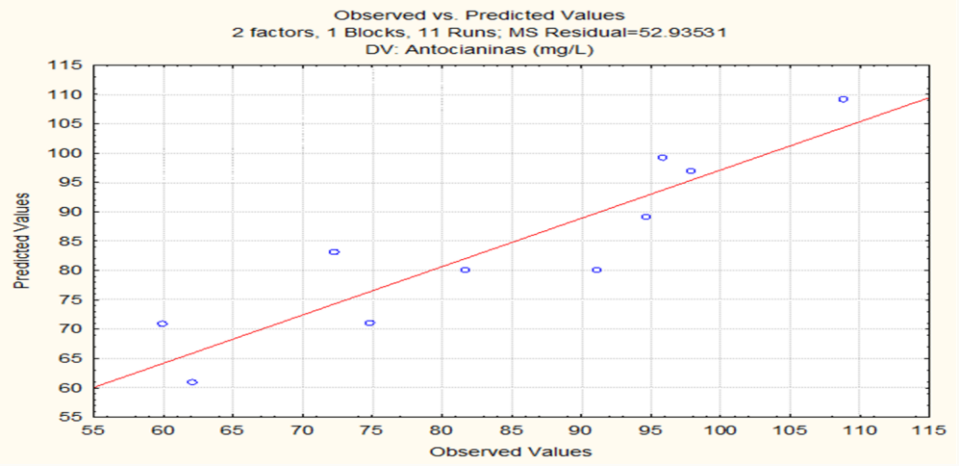


Figura 12. En este grafico nos señala que los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo.

Fuente: Statistica 7

En la figura 12 la linealidad de los valores experimentales con los predichos donde los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo, por lo tanto se puede apreciar que los valores experimentales no están tan dispersos de los predichos.

Realizando el análisis de varianza para la variable de concentración de antocianinas y aplicando el modelo primario seleccionado tabla 12, se obtuvo que los efectos principales (Tiempo y Temperatura) fueron significativos ($p<0.05$).

Tabla 12.

Análisis de varianza (ANVA) para la variable de concentración de antocianinas en jugo de uva pasteurizado.

ANOVA; Var.:Antocianinas (mg/L); R-sqr=.82352; Adj:.7794 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 11 Runs; MS Residual=52.93531 DV: Antocianinas (mg/L)

	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura °C(L)	1642.201	1	1642.201	31.02279	0.000529
(2)Tiempo (min)(L)	313.617	1	313.617	5.92454	0.040944
Error	423.483	8	52.935		
Total SS	2399.602	10			

Fuente: Statistica 7

Diagrama de Pareto para la concentración de antocianinas (mg/L)

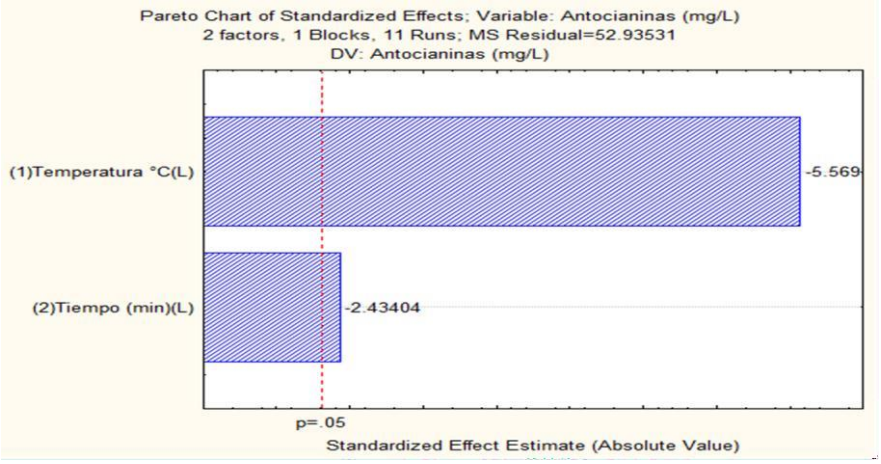


Figura 13. En el diagrama de Pareto se puede apreciar que tanto el tiempo como la temperatura de pasterización son significativos porque pasan la línea roja.

Fuente: Statistica 7

Las ecuaciones matemáticas que pueden predecir el contenido de antocianinas y fenoles totales para cualquier combinación de tiempo y temperatura de pasteurización se muestran en las siguientes tablas, los cuales son los coeficientes de regresión para el contenido de antocianinas tabla 13 según el modelo primario seleccionado.

Tabla 13.

Coeficiente de Regresión para la variable de concentración de antocianinas en el jugo de uva pasteurizado

Regr. Coefficients; Var.:Antocianinas; R^2 =.823; Adj:.66561 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 10 Runs; MS Residual=88.99247 DV: Antocianinas

	Regressn	Std.Err.	t(4)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	130.8569	477.2261	0.274203	0.797507	-1194.14	1455.849
(1)Temperatura(L)	0.8788	10.2270	0.085925	0.935655	-27.52	29.274
Temperatura(Q)	-0.0142	0.0591	-0.240335	0.821886	-0.18	0.150
(2)Tiempo (L)	0.5511	7.6847	0.071710	0.946275	-20.78	21.887
Tiempo (Q)	-0.0086	0.0756	-0.113546	0.915068	-0.22	0.201
1L by 2L	-0.0110	0.0758	-0.145057	0.891681	-0.22	0.200

Modelo matemático proximal obtenido para antocianinas $R^2 = 0.823$

$$\text{Atocianina (mg/L)} = 130.86 + 0.88(T) - 0.014\,(T^2) + 0.55(t) - 0.009\,(t^2) - 0.011(T)(t)$$

4.1.4. Selección del modelo apropiado para el contenido de fenoles

En la tabla 13 se muestran las concentraciones de fenoles totales (mg AGE/L) en el jugo de uva variedad Red Globe, el cual fue sometido a diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasteurización. Como se puede observar los tratamientos de mayor temperatura presentaron menor contenido de fenoles totales entre 62 y 77 mg AGE/L.

Tabla 14.

Contenido de fenoles totales (mg/L) en el jugo de uva variedad Red Globe después de diferentes tratamientos de tiempo y temperatura de pasterización

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	CONCENTRACIÓN DE FENOLES (mg AGE/L)
75	20	149.5
75	35	114.2
90	20	83.1
90	35	77.9
77	28	124.6
99	28	62.3
88	17	98.6
88	39	91.9
88	28	97.1
88	28	96.6
88	28	96.6

Fuente: Statistica 7

Utilizando Statistica 7 y con los datos de la tabla 14. Se obtuvo los valores del R^2 y suma de cuadrados del error que permitieron elegir el modelo adecuado para predecir la concentración fenoles totales (mg AGE/L) en jugo de uva pasteurizado.

Donde se obtuvo que el mejor modelo que correlaciona los datos experimentales de concentración de fenoles totales (mg AGE/L) fue el modelo de segundo orden "Modelos de términos lineales y cuadráticos de los efectos principales y las interacciones de segundo orden".

Tabla 15.

Análisis de los modelos de análisis del DCCR para la concentración de fenoles totales en jugo pasteurizado de uva variedad Red Globe.

	Modelos de análisis del DCCR			
	1	**2**	**3**	**4**
R^2	0.802	0.838	0.843	0.878
Suma de cuadrados del Error	4063.29	3325.85	3217.03	2504.67

Fuente: Statistica 7

El elevado valor del coeficientes de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la concentración de fenoles totales en el jugo de uva pasteurizado (R^2=0.878) permite interpretar los resultados mediante gráficos de superficies de respuesta Figura.14 como de contorno Figura.15.

Gráfico de superficie respuesta del contenido de fenoles

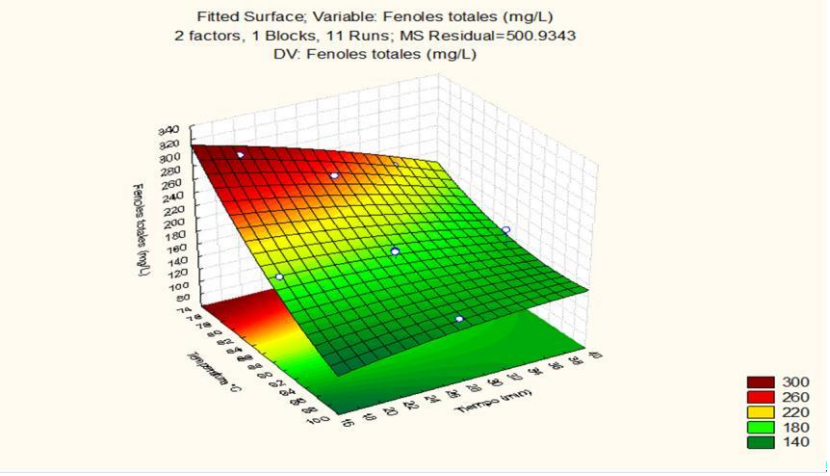


Figura 14. La región roja indica la mayor concentración de fenoles totales

Fuente: Statistica 7

En el gráfico de superficie respuesta figura 14 la región roja indica (300 mg AGE/L) que la combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de fenoles totales ayudándonos a encontrar el mejor modelo de selección para predecir la concentración de fenoles.

Gráfico de contornos del contenido de fenoles

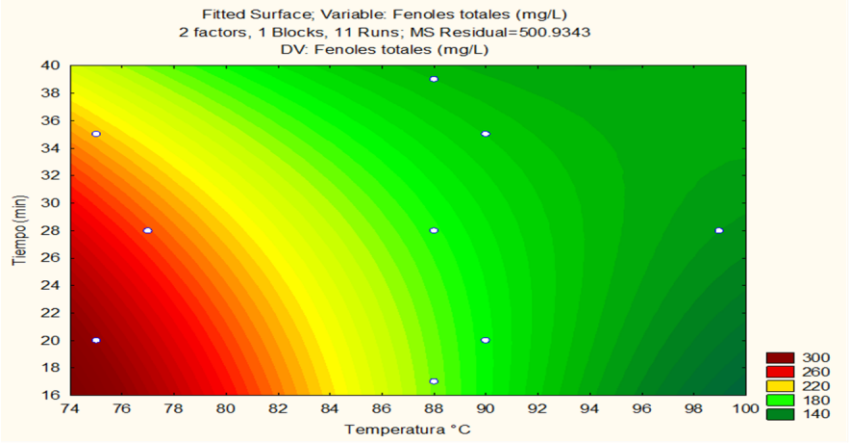


Figura 15. La combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de fenoles totales y los puntos blancos indican los experimentales.

Fuente: Statistica 7

Esta figura 15 permite seleccionar la región óptima indicando de color rojo (300 mg AGE/L) que la combinación de tiempo y temperatura va dar la mayor concentración de fenoles totales y los puntos de color blancos indican los experimentales.

Gráfico de linealidad

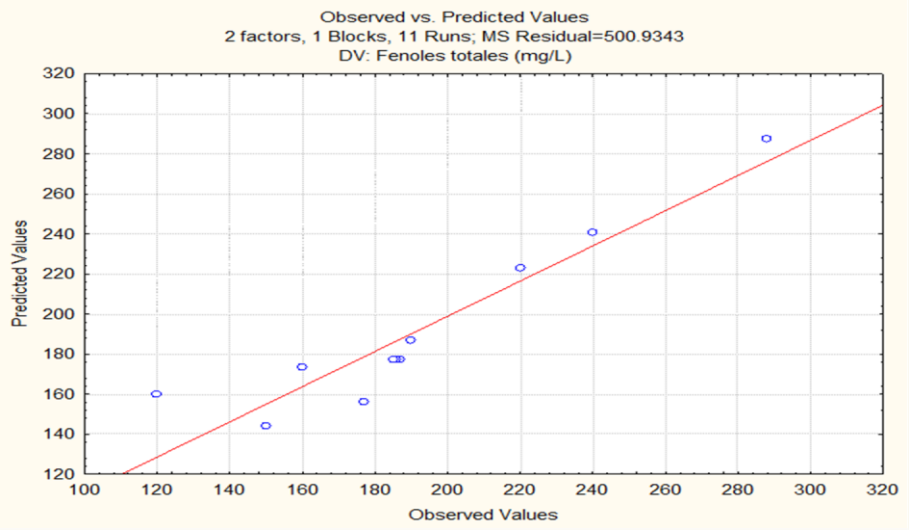


Figura 16. Los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo.

Fuente: Statistica 7.

En la figura 16 la linealidad de los valores experimentales con los predichos donde los datos experimentales son los puntos de color azul y los valores predichos se encuentran en la línea de color rojo, por lo tanto se puede apreciar que los valores experimentales no están tan dispersos de los predichos.

Realizando el análisis de varianza para la variable de concentración de fenoles totales y aplicando el modelo secundario seleccionado tabla 15, se obtuvo que el efectos principal (Temperatura) fue significativos ($p<0.05$). Esto se puede corroborar en el diagrama de Pareto, el cual se muestra en la Figura 17. Donde se puede apreciar que la temperatura de pasterización es significativa.

Tabla 16.

Análisis de varianza (ANVA) para la variable de concentración de fenoles totales en jugo de uva pasteurizado.

ANOVA; Var.:Fenoles totales (mg/L); R-sqr=.87846; Adj:.75692 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 11 Runs; MS Residual=500.9343 DV: Fenoles totales (mg AGE/L)

	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura °C(L)	15132.74	1	15132.74	30.20903	0.002723
Temperatura °C(Q)	535.88	1	535.88	1.06976	0.348409
(2)Tiempo (min)(L)	2389.63	1	2389.63	4.77034	0.080694
Tiempo (min)(Q)	46.65	1	46.65	0.09312	0.772542
1L by 2L	821.18	1	821.18	1.63929	0.256601
Error	2504.67	5	500.93		
Total SS	20607.64	10			

Fuente: Statistica 7

Diagrama de Pareto para la concentración de fenoles (mg/L)

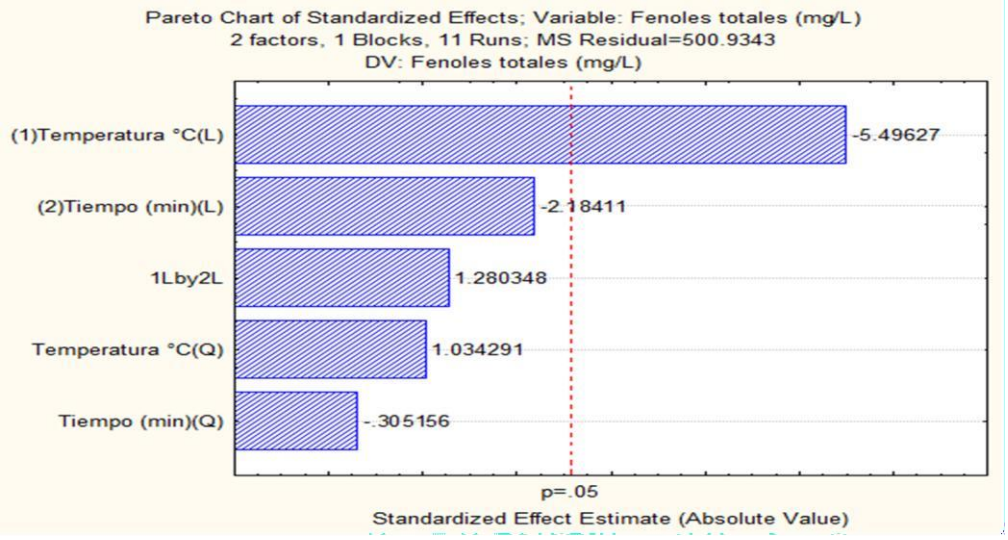


Figura 17. En el diagrama de Pareto se puede apreciar que la temperatura de pasterización es significativa porque pasan la línea roja.

Fuente: Statistica 7

Las ecuaciones matemáticas que pueden predecir el contenido de antocianinas y fenoles totales para cualquier combinación de tiempo y temperatura de pasteurización se muestran en las siguientes tablas, los cuales son los coeficientes de regresión para el contenido de fenoles totales tabla 17 según el modelo secundario seleccionado.

Tabla 17.

Coeficiente de Regresión para la variable de concentración de fenoles totales en el jugo de uva pasteurizado

Regr. Coefficients; Var.:Fenoles; R^2 =.878; Adj:.76641 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 10 Runs; MS Residual=533.7677 DV: Fenoles

	Regressn	Std.Err.	t(4)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	2183.206	1168.756	1.86797	0.135147	-1061.78	5428.192
(1)Temperatura(L)	-35.216	25.047	-1.40601	0.232443	-104.76	34.325
Temperatura(Q)	0.141	0.145	0.97769	0.383588	-0.26	0.543
(2)Tiempo (L)	-17.400	18.820	-0.92454	0.407529	-69.65	34.853
Tiempo (Q)	-0.047	0.185	-0.25472	0.811501	-0.56	0.467
1L by 2L	0.210	0.186	1.13288	0.320565	-0.31	0.726

Modelo matemático proximal obtenido para fenoles $R^2 = 0.878$

Fenoles (mg AGE/L) = $2183.2 – 35.2(T) + 0.14(T^2) – 17.4 (t) – 0.047 (t^2) + 0.21(T)(t)$

4.1.5. Rangos de Optimización del tiempo y temperatura de pasterización sobre el contenido de antocianinas y fenoles totales

Para determinar los rangos de tiempo y temperaturas óptimos de pasteurización se procedió a transformar ambas variables (contenido de antocianinas y fenoles totales) en una variable llamada “Desirability” o “Deseable”, por lo cual se requiere determinar cuál es la combinación de tiempo y temperatura de pasteurización para determinar los valores minimos y máximos de concentración de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva variedad Red Globe.

Superficie respuesta del valor deseable de concentración de antocianinas y fenoles totales

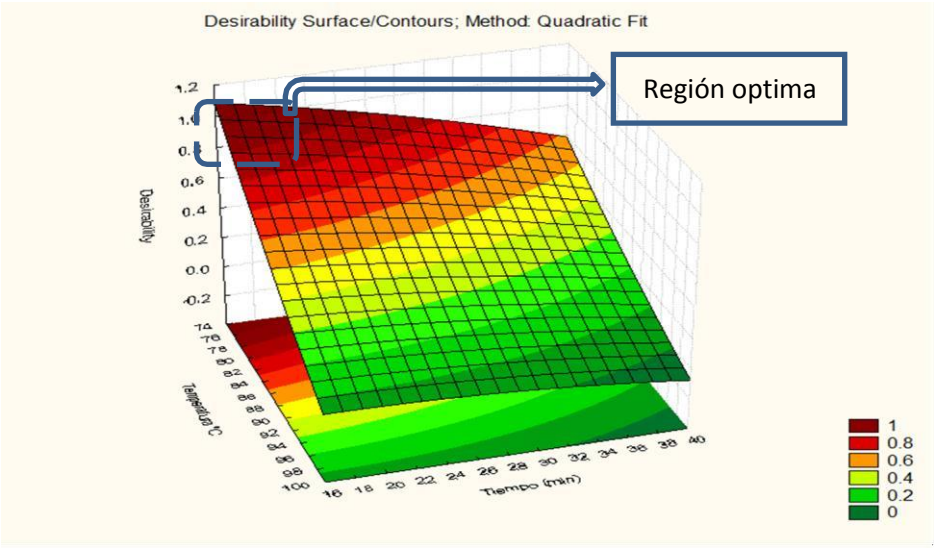


Figura 18. Este grafico indica que en la región roja se encuentra la mayor concentración de antocianinas y fenoles totales.

Fuente: Statistica 7

Esta figura 18 indica de color rojo el valor máximo de antocianinas y fenoles totales se encuentra (1 mg/L), la cual pertenece a la combinación de temperatura (75 – 77°C) y tiempo (17 – 20 minutos), que representan los rangos óptimos.

Gráfico de contorno del valor deseable de concentración de antocianinas y fenoles totales

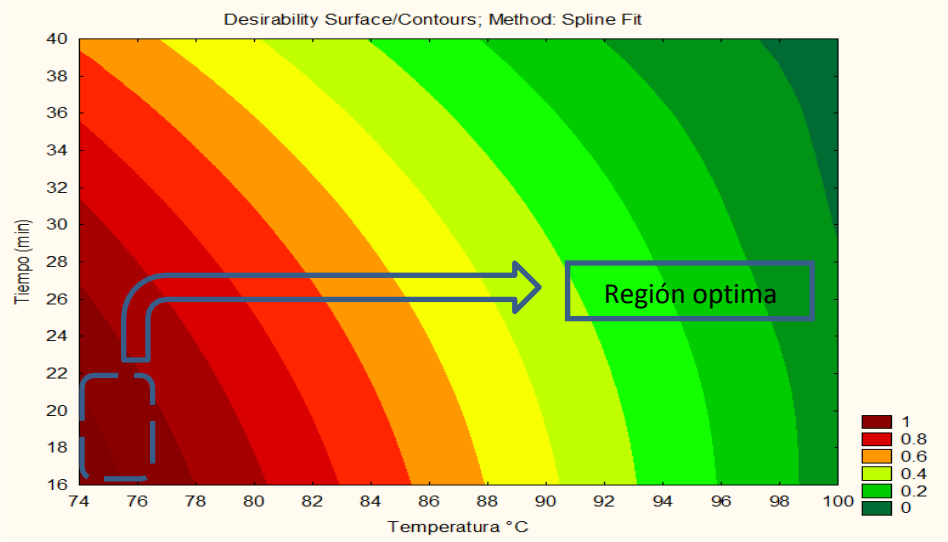


Figura 19. Este grafico indica que en la región roja se encuentra el valor máximo de antocianinas y fenoles totales.

Fuente: Statistica 7

En esta figura 19 nos muestra el valor máximo de antocianinas y fenoles totales se encuentra en la región roja (1 mg/L), la cual pertenece a la combinación de temperatura (75 – 77°C) y tiempo (17 – 20 minutos), que representan los rangos óptimos.

4.1.6 Prueba pareada utilizada para determinar la preferencia del jugo de uva

Se preparó el jugo de uva, de variedad red globe, de la formulación óptima (muestra A) y se comparó con un jugo comercial de marca: L"onda (muestra patrón B). Utilizándose para el análisis estadístico la prueba de preferencia pareada permitiendo a los panelistas seleccionar entre varias muestras del jugo de uva, de variedad red globe, indicando si se prefiere una muestra sobre de jugo comercial o si no tienen preferencia.

Se seleccionaron 50 panelistas, las dos muestras se presentaron a la vez (A y B), cada panelista evaluó las dos muestras solo una vez. Veinticinco panelistas recibieron primero la muestra A (631) los otros veinticinco restantes recibieron primero la muestra B (228), para que la evaluación sea aleatoria.

Se obtuvo el total del número de panelistas que prefirieron cada muestra. Trece de los cincuenta panelistas prefirieron la muestra B (228). Utilizando la Tabla 20, con los valores X = 37 y n = 50, se encontró que la probabilidad es de 0,001; por lo tanto, este resultado fue estadísticamente significativo, llegándose a la conclusión de que los panelistas preferían el jugo de uva elaborado variedad Red Globe A sobre el jugo comercial L"onda B.

Tabla 18.

Prueba binomial de dos extremos, Probabilidades de X o más juicios concordantes en n pruebas (p=1/2)

n \ X	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24	002																	
25	004	001																
26	009	002	001															
27	019	006	002															
28	036	013	004	001														
29	061	024	008	002	001													
30	099	043	016	005	001													
31	150	071	030	011	003	001												
32	215	100	050	020	007	002	001											
33	296	163	080	035	014	005	001											
34	392	229	121	058	024	009	003	001										
35	500	310	175	090	041	017	006	002										
36	681	405	243	132	065	029	011	004	001									
37	743	511	324	188	099	047	020	008	003	001								
38	871	627	418	256	143	073	034	014	005	002								
39		749	522	337	200	108	053	024	009	003	001							
40		875	636	430	268	154	081	038	017	006	002	001						
41			755	533	349	211	117	060	028	012	004	001						
42			878	644	441	280	164	088	044	020	008	003	001					
43				761	542	360	222	126	066	032	014	005	002	001				
44				880	652	451	291	174	096	049	023	010	004	001				
45					766	551	371	233	135	072	036	016	007	002	001			
46					883	659	461	302	184	104	054	026	011	005	002	001		
47						771	580	382	243	144	079	040	019	008	003	001		
48						885	685	471	312	193	111	059	029	013	005	002	001	
49							775	568	392	253	152	085	044	021	009	004	001	
50							888	672	480	322	203	119	065	033	015	007	003	001

Fuente: Hagerman et al, 1998.

V.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con respecto a la composición del zumo de uva crudo de la variedad de Red Globe, se debe destacar que por ser esta una uva de mesa y no una uva vinícola, el bajo contenido de grados Brix es apreciable sensorialmente. Pero el contenido de humedad de 80.55% si es comparable con las otras variedades de uvas, como reporta Reyes-García et al. (2009), en la Tabla de composición de alimentos peruanos. En ella se detalla que la humedad de las uvas de vino se encuentra entre 77 – 87,8%.

Con respecto al contenido de antocianinas en el jugo de uva pasteurizado, se pueden encontrar algunas referencias que reportan valores similares a nuestros resultados o con algunas variaciones. Por ejemplo Malacrida y Motta (2005) determinaron antocianinas totales en el jugo de uva comercial. La antocianina los valores medios fueron 28,7 mg/L (jugo) y 17.3 mg/L (reconstituir el jugo), es decir, alrededor de diez veces inferiores a los encontrados en nuestro estudio. Esta diferencia puede deberse al tipo de uva utilizado, el procesamiento de zumo, y métodos de almacenamiento. La temperatura usada durante el procesamiento y almacenamiento de zumos puede causar cambios en el color del producto. Esto es debido a la formación de chalconas (incolora) causando pérdida de color debido a la degradación de antocianinas (Jackman; Smith, 1996).

Burin et al. (2010), reportan valores de antocianinas similares a los encontrados en nuestra investigación. Ellos analizaron el contenido de antocianinas monoméricas por el mismo método utilizado y determinaron que el contenido de antocianinas en jugo de uva comercial varía entre: 25.56 y 431.11 mg/L; el contenido de antocianinas en jugos de uva orgánicos varía entre: 168.50 - 221.51 mg/L y el contenido de antocianinas en jugo hechos en casa varía entre: 207.99 - 460.45 mg/L, por lo tanto podemos decir que nuestros resultados se encuentran entre las concentraciones de antocianinas de los jugos comerciales.

Con respecto al contenido de fenoles totales en el jugo de uva pasteurizado, nuestros resultados variaron ente 62.3 a 149.5 mg de Ácido gálico equivalente/L. Estos valores estuvieron muy por debajo de lo reportado en estudios de uvas vinícolas, como nuestra uva es de mesa, resulta congruente pensar que estas contienen menos fenoles que las uvas para

vino. Ejemplo de ello es el trabajo realizado por Burin et al. (2010), quienes observaron que los zumos de uva comerciales tenían menor contenido de compuestos fenólicos que los zumos de uva hechos en casa. Esto se puede deber al abuso del tratamiento térmico que se realiza al momento de pasteurizar los zumos industrialmente.

Dani et al., 2007, menciona que los zumos de uva roja tienen mayor contenido de compuestos fenólicos que los zumos de uva blanca, y los jugos orgánicos contienen mayor contenido de compuestos fenólicos que las de los jugos hechos a partir de uvas cultivadas convencionalmente.

En estudios similares sobre el contenido de compuestos fenólicos en los zumos de uva utilizando el método de Folin-Ciocalteu llevado a cabo por Frankel et al. (1998), los resultados para el zumo de uva Concord oscilaron entre 1654-1971 mg AGE/L; y para los zumos producidos con una mayor variedad de uva, la gama TP fueron de 1407-1541 mg AGE/L. Los mismos autores mencionan que el contenido de compuestos fenólicas de zumos de uvas puede estar influenciados por los procedimientos empleados en la producción y las reacciones que se producen en el jugo durante el almacenamiento.

Nuestros resultados se asemejan a los reportados por Lachman et al. (2007) y Sánchez-Moreno et al. (1999), quienes reportan que el contenido de compuestos feólicos en vinos de uva Blanca fueron de 216 a 854 mg de Ácido gálico equivalente /L.

Como era de esperarse los tratamientos de mayor temperatura y tiempo fueron los que obtuvieron los menores valores de antocianinas y compuestos fenólicos. Esto se puede corroborar con algunos antecedentes, por ejemplo: Volden et al. (2008) informaron que el escaldado, la cocción y la cocción al vapor dieron lugar a pérdidas de 59%, 41% y 29%, respectivamente, en el contenido de antocianinas de la col roja. Resultados similares fueron reportados por Lee et al. (2002); Srivastava et al. (2007) en arándanos.

Recientemente Patras et al. (2009) demostró que las antocianinas (cyanindin-3-glucósido y pelargonidina-3-glucósido) en el puré de moras y fresas fueron significativamente afectados por procesos de tratamiento térmico de 70 °C durante los tiempos de espera de 2 minutos. En común con otros polifenoles, las antocianinas son degradas enzimáticamente en presencia de la polifenoles oxidasa. Esta enzima puede ser

inactivada por calentamiento suave y por lo tanto algunos autores han informado de que la inclusión de una etapa de blanqueo (calentamiento a aproximadamente 50°C) puede tener un efecto positivo sobre la retención de antocianina. Por ejemplo Skrede et al. (2000) demostró que la adición de un extracto de arándano pulpa de blanqueado en jugo de Blueberry no dio lugar a la degradación de las antocianinas, mientras que la adición de un extracto sin blanquear causó una pérdida del 50% de antocianinas, lo que sugiere que la reacción enzimática juega un papel importante en la degradación de las antocianinas.

Según Pala y Toklucu (2013), el color del jugo de uva se ve seriamente afectada por el tratamiento térmico que es el método más utilizado para preservar y extender la vida útil de los zumos de uva. Durante el calentamiento, las antocianinas se degradan debido a su alta reactividad. Por ejemplo, Pozo-Insfrán et al. (2006) informaron de que el 24% de las antocianinas se perdieron durante la pasteurización térmica de zumo de uva Muscadine usando una unidad HTST (75 °C, 15 s). Además, la polimerización de las antocianinas se produce durante el procesamiento térmico de los jugos que contienen antocianinas (Turfan et al. 2011). La degradación y la polimerización de antocianinas afectan a la actividad biológica de los alimentos que contienen antocianinas.

De la misma manera es el comportamiento de los compuestos fenólicos es alterado por la temperatura, como señala Burin et al. (2010), los compuestos fenólicos en algunas oportunidades pueden aumentar debido a que el calor puede transformar las estructuras de los compuestos fenólicos en ácidos fenólicos más detectables, pero en algunas ocasiones se manifiesta una disminución de los compuestos fenólicos debido a la desnaturalización de la estructura.

De los resultados obtenidos se pudo apreciar que los atributos de sabor y color, fueron más atractivos en el jugo natural con respecto al jugo de uva comercial. Según Dupas de Matos A., Curioni A., Bakalinsky A., Marangon M., Pasini G., Vincenzi S. (2016), refieren que, aunque el color es una de las cualidades más importantes de los productos de uva, pero no existe un estándar para definir la calidad del jugo de uva. La composición química de los jugos de uva no maduros tienen un pH que oscila entre 2,6 y 2,9, mientras que los sólidos solubles (° Brix) varian entre 3,8 y 9,9. Tanto el pH y los sólidos solubles aumentan significativamente en la maduración. Se han reportado

resultados similares previamente, pH: 2,4 - 2,8 (Karapinar y Sengun, 2007), 2,9 - 3,0 (Hayoglu et al., 2009), 2,8 (Simone et al., 2013), y 2.1-2.7 (Öncül & Karabiyikli, 2015); sólidos solubles (° Brix): 4,5-7,5 (Hayoglu et al., 2009) y 4.2-8.0 (Öncül & Karabiyikli, 2015). Presumimos que el mayor valores para sólidos solubles (17.3-26 ° Brix) reportados por Simone et al. (2013) se debieron a inclusión de una etapa de concentración. Las uvas típicamente exhiben diferencias cuantitativas y cualitativas en (Lamikanra, Inyang, China, & Leong, 1995). Los ácidos málico y tartárico son los ácidos orgánicos dominantes en las uvas, representando el 90% del total de ácidos presentes. Mientras la baya se acumula ácido málico rápidamente, la acumulación de ácido tartárico es más lenta, aunque su concentración en las uvas pueden alcanzar los 15 g / L al final de la fase de crecimiento vegetativo (Ribéreau Gayon, Glories, Maujean, & Dubourdieu, 2006). Se desconoce los contenidos los cambios individuales de ácido málico y ácido tartárico del zumo de uva.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACONES

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Los rangos de temperatura óptimo de pasteurización en 100 ml de jugo de uva, variedad Red Globe para la menor pérdida de antocianinas y fenoles totales fue de 75 °C – 77 °C.

Los rangos de tiempo óptimo de pasteurización en 100 ml de jugo de uva, variedad Red Globe para la menor pérdida de antocianinas y fenoles totales fue de 17 min – 20 min.

El jugo de uva sin pasteurizar el contenido de antocianinas fue de 170.3 mg/L y de fenoles totales fue 160.1 mg AGE/L mientras que el jugo de uva pasteurizado el contenido de antocianina fue 158.8 mg/L y fenoles totales fue de 149.5 mg AGE/L.

La muestra A que represento el jugo de uva elaborado con variedad red globe es significativamente más preferida que la muestra B que fue representada por el jugo de uva comercial L‟onda.

6.2. Recomendaciones

Evaluar temperaturas y tiempos de pasteurización del jugo de uva en pasteurizadores de tubos y placas.

Determinar la cinética de degradación de las antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva variedad Red Globe.

Analizar la aceptabilidad del jugo de uva para continuar otras investigaciones en el desarrollo de un nuevo producto.

REFERENCIAS

Abdel-Aal, E-S., Hucl, P. (2003). Composition and Stability of Anthocyanins in Blue-grained Wheat. Journal Agricultural and Food Chemistry, 51(pp.2174 – 2180).

Abdel-Aal, E-S., Young, C., Rabalski, I., (2006). Anthocyanin Composition in Black, Blue, Pink, Purple and Red Cereal Grains. Journal Agricultural and Food Chemistry, 54(pp. 4696- 4704).

Alexander, P (AMPEX), 2008; Perfil de producto uva, elvira garcia y garcia N° 418 – Urb. Los Parques, Chiclayo – Lambayeque, Perú.

Amerine, M.A. pangborn, R.M. y Roessler, e.b. (1965). Principles of sensory evaluation of foods. Academic Press. New York.

Anzaldúa – Morales, A. Léver, C. y Veron, E.J. (1983). Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. Tecnol. Aliment. (pp.18 - 859, 4)

Ashurst, P.R. y Norman, S.I. (1999). Produccion Y Envasado De Zumos Y Bebidas De Frutas Sin Gas: Mejoras del zumo mediante técnicas de cambio iónico y adsorción.

Awika, J. M. Rooney, L. W. Waniska, R. D. (2004). Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. Food Chemistry. 90 (pp.293-301)

Bezar, H. J. (1982). Konini, speciality bread wheat. N.Z. Wheat Rev. 15 (pp. 62-63).

Biolink Group [homepage on the internet]. Sandnes, NO: Biolink Group, AS.; [cited 2009 Oct 15] Available from: http://www. biolink.no/products/profesional-dietary-supplementarticle86-111.html (Biolink Group, 2009).

Bocco, A. Cuvelier, M.E., Richard, H. y Berset, C. (1998). Antioxidant activity and

pHenolic composition of citrus peel and seed extracts. J. Agric. Food Chem. 46 (pp.2123-2129).

Burin, V. Falcão, L. Gonzaga, L. Fett, R. Rosier, J. Bordignon, M. (2010). Colour, pHenolic content and antioxidant activity of grape juice. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30(4): 1027-1032.

Dani, C. (2007).et al. PHenolic content and antioxidant activities of white and purple juice manufactured with organically - or conventionally- produced grapes. Food and Chemical Toxicology, v. 45, p. 2574-2580.

Del Pozo Insfran, D. C.H. Brenes y S.T. Talcott. (2004). PHytochemical Composition and Pigment Stability of Acai (Euterpe oleracea Mart.). American Chemical Society. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52(6) (pp. 1539-1545).

Dirección General de Competitividad Agraria (MINAG-DGCA-DIA). (2010). Lima. Perú.

Dupas de Matos A., Curioni A., Bakalinsky A., Marangon M., Pasini G., Vincenzi S. Chemical and sensory analysis of verjuice: An acidic food ingredient obtained from unripe grape berries. doi: 10.1016/j.ifset.2017.09.014.

Encina, Ch. R. Bernal, A. P. Rojas, D. (2013). Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Expofru. (2013). Available from: http://www.expofrut.com.ar/s5-info_nutricional.html. Argentina.

Frankel, E. (1998).et al. Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 46, p. 834-838.

Fellows, P.J. (2000). Food Processing Technology - Principles and Practice (2nd Edition).

Woodhead Publishing. Cap. 11. USA.

Fennema, O. (1993). Química de los Alimentos. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza, España.

Garzón, G.A. (2008). Las Antocianinas Como Colorantes Naturales Y Compuestos Bioactivos. Universidad Nacional. Colombia.

Gorriti, A. Arroyo, J. Negron, L. Jurado, B. Purizaca, H. Santiago, I. Taype, E. Quispe, F. (2009). Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (Zea mays L): Método de extracción. Universidad Nacional Mayor de San Marco. Perú.

Hagerman, A. Riedl, K. Jones, G. Sovik, K. Ritchard, N. Hartzfeld, P. and Riechel, T. (1998). High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. J. Agric. Food Chem. 46 (pp.1887-1892).

Hayoglu, I., Kola, O., Kaya, C., Özer, S., Turkoglu, H. (2009). Chemical and sensory properties of verjuice, a traditional Turkish non-fermented beverage from kabarcik and yediveren grapes. Journal of Food Processing and Preservation, 33, 252-263.

Heras, I. Alvis, A. y Arrazola, G. (2013) Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (Solana melonera L.) Universidad de Córdoba, Programa de Ingeniería de Alimentos, Córdoba - Colombia.

Horbowicz, M. Kosson, R. Grzesiuk, A. Debski, H. (2008). Anthocyanins of Fruits and Vegetables-their occurrence, analysis and role in human nutrition. Vegetables Crops Research Bulletin. 68 (pp.5-22).

Hrazdina y Moskowitz. (1981). In: The Quality of Foods and Beverages, Academic Press. New York.

Ikan, R. (1991). Natural products: a laboratory guide. Academic Press, California. ISBN 0-12-370551-7.

International Union of Pure and Applied ChemistryIUPAC Goldbook. Interdivisional Commitée on Nomenclature and Symbols. Consultado el 1 de octubre de (2009).

Jackman, R. Smith, J. (1996) Anthocyanins and betalains. In: Hendry, G. A. F.; Houghton, J. (Eds.). Natural Food Colorants. 2. ed. Londres: Chapman & Hall,. p. 245-309.

Kähkönen, m. Anu, I. Copia and Heinonen, M. (2001). Berry fenolics and their Antioxidant activity. J. Agric. Food Chem. 49 (pp. 4076 – 4082).

Kähkönen, M. Anu, I. Copia; Heikki, J. Vuorela, Rauha, J.P. Pihalaja, K. Kujala, T.S. and Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 47 (pp. 3954 – 3962).

Karapinar, M., & Sengun, I. Y. (2007). Antimicrobial effect of koruk (unripe grape - Vitis vinifera) juice against Salmonella typhimuriumon salad vegetables. Food Control, 18, 702-706.

Khalid, R. Noviember. (2007). Molecular Nutrition & Food Research, Volume 51. Issue 11; falta lugar. (pp. 1335–1344).

Kris-Etherton, P.M. Hecker, K.D. Bonanome, A. Coval, S.M. Binkoski, A.E. Hilpert, K.F. Griel, A.E. Etherton, T.D. Am J Med (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer.

Lachman, J. Sˇ ulc, M. Shilla, M. (2007). Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. Food Chemistry 103, 802–807.

Lamikanra, O., Inyang, I. D., & Leong, S. (1995). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43, 3026-3028.

Lee, J. Durst, R. & Wrolstad, R. (2002). Impact of juice processing on blueberry

anthocyanins and polyphenolics: comparison of two pretreatments. Journal of Food Science, 67,1660-1666.

Malacrida, C. Motta, S. (2005). Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, p. 659-664,.

Markakis, P. (1974). Anthocyanins and their stability in foods. CRC Crit. Rev. Food Technol. 4 (pp. 437-456).

Martínez-Flórez, S. González-Gallego, J. Culebras, J. M. y Tuñón, M.J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (PROMPERÚ). (2011). Lima. Perú.

Montenegro, G. Gómez, M. Pizarro, R. Casaubon, G. y Peña, R. C. (2008) Implementation of a sensory panel for Chilean honeys. Cienc. Inv. Agr. [Online]. 35,1 [cited 29 August 2008], 51-58. pp- pp. ISSN 0718-1620

Moreno-Álvarez, M.J. Viloria, A. López, E. Belén, D. (2002). Estabilidad de antocianinas en jugos pasteurizados de mora (Rubus glaucus Benth). Universidad de Simón Rodríguez. Venezuela.

Oliveira, P.A. De Silva, M.L. Souza, C.M. Furtado y Silva, R.F. (2011). In natura acaí beverage: quality, pasteurization and acidification, Ciencia e Tecnologia de Alimentos. Campinas 31(2) 502-507.pp-pp.

Öncül, N., & Karabiyikli, S. (2015). Factors affecting the quality attributes of unripe grape functional food products. Journal of Food Biochemistry, 39, 689-695.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Roma Italia.

Pala, C. Toklucu, A. (2013): Effects of UV-C light processing on some quality

characteristics of grape juices. Food and Bioprocess Technology, 6: 719–725.

Patras, A. Brunton, N. Gormely, T. & Butler, F. (2009). Impact of high pressure processing on antioxidant activity, ascorbic acid, anthocyanins and instrumental colour of blackberry and strawberry puree. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10(3), 308-313.

Plane, R. A. Mattick, L. R. and Weirs, L. D. (1980). Am. J. Enol. Vitic.

Pharmanex [homepage on the internet]. Provo, UT: Pharmanex, Inc.; [cited 2009 Oct 15]. Available from: http://www. pharmanex.com/corp/product/solutions/cholestin.shtml.

Pozo, D. Follo, A. Talcott, S. Brenes, C. (2007). Stability of copigmented anthocyanins and ascorbic acid in muscadine grape juice processed by high hydrostatic pressure. Journal of Food Science, 72: 247–253.

Real Academia Española (2014). Uva. RAE. 23ª ed.

Real Academia Española (2001). Pasterización. RAE. 22ª ed.

Reyes, G.A. (2013). Efecto de pasteurización y almacenamiento en la estabilidad química y antioxidante de jugo de açaí (Euterpe oleracea Mart.). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras.

Reyes, M. Gómez, P. Espinoza, C. Bravo, F. Ganoza, L. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. (8va. ed.). Lima: Ministerio de Salud - Instituto Nacional de Salud. 64 p

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). Handbook of Enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. (2nd ed.).

England: Chichester, (Chapter 1).

Robbins, R. (2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. J.Agric. Food Chem. 2866-2887(51) pp-pp.

Rodrigues, R.B. Lichtenthaler, B.F. Zimmermann, M. Papagiannopoulos, H. Fabricius, F. Marx, J.G. Maia y O. Almeida. (2006). Total oxidant scavenging capacity of Euterpe oleracea Mart. (açaí) seeds and identification of their polyphenolic compounds. Journal of Agriculture and Food Chemistry 54(12) 4162-4167. pp-pp(articulo)

Sánchez, C. Larrauri, J. Saura, F. (1999). Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. Food Research International 32, 407–412.

Schreier, P. D. Drawert, F. and Junker, A (1976). J. Agric. Food Chem.

Shallenberger, R. S. (1980). food technol.

Shipp, J. Abdel-Aal, S. M. (2010). Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Function.

Skrede, G. Wrolstad, R. & Durst, R. (2000). Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (Vaccinium corymbosum L.). Journal of Food Science, 65, 357-364.

Skerget, K. P. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chem, 191-198. pp-pp

Simone, G. V., Montevecchi, G., Masino, F., Matrella, V., Imazio, S. A., Antonelli, A., & Bignami, C. (2013). Ampelographic and chemical characterization of Reggio Emilia and Modena (northern Italy) grapes for two traditional seasonings: „saba‟

and „agresto‟. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93, 3502-3511.

Srivastava, A. Akoh, C. 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 Agriculture and Food Chemistry, 55, 2705-2713.

Turfan, Ö. Türkyılmaz, M. Yemiş, O. Özkan, M. (2011) Anthocyanin and colour changes during processing of pomegranate (Punica granatum L., cv. Hicaznar) juice from sacs and whole fruit. Food Chemistry, 129: 1644–1651.

Ulbricht, C. Bringham, D. Burke, D. Costa, N. Giese, R. Iovin, J.M. Grimes, S. Tanguay, W. Weissner y R. Windsor. (2012). An Evidence-Based Systematic Review of Acai (Euterpe oleracea) by the Natural Standard Research Collaboration. Informa Healthcare Journal of Dietary Suplements 9(2).128-147. pp-pp (articulo)

Velioglu, Y.S. Mazza, G. Gao, L. and Oomah, B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. J. Agric. Food Chem. 46 (pp 4113-4117).

Villareal, Y. Mejía, D.F. Osorio, O.M. Cerón, A.F. (2013). Efecto De Pasteurización Sobre Características Sensoriales Y Contenido De Vitamina C En Jugos De Frutas, Universidad de Nariño, Colombia.

Vinson, J.A. Dabbag, Y.A. Mamdouh, M. Sherry and Jang, J. (1995). Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. J. Agric. Food Chem. 43 (pp 2800-2802).

Vivanco, D. (2009). Planeamiento de Experimentos y Optimización de Procesos en la Industria de Alimentos. Universidad Nacional del Callao. Perú.

Volden, J. Grethe, I. Borge, A. Gunnar, B. Magnor, B. Ingrid, H. et al. (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.

Wagner, GJ. (1982). Cellular and Subcellular Location in Plant Metabolism. In: Creazy L, Hrazdina G. (ed) Recent advances in Phytochemistry. New York, Plenum Press; 1-45. pp-pp.

Wagner, GJ. (1982). Cellular and Subcellular Location in Plant Metabolism. In: Creazy, L. Hrazdina, G. (ed) Recent advances in Phytochemistry. New York. Plenum Press; 1-45. pp-pp.

Wong, D. (1995). Química de los Alimentos: Mecanismos y Teoría. Ed. Acribia, S. A. España. 476 pp-pp.

Xu y Howard (2012). Analysis Methods of Phenolic Acids, in Analysis of Antioxidant-Rich Phytochemicals (eds Z. Xu and L. R. Howard). Wiley-Blackwell. Oxford. UK.

Villareal, Y. Fernado, D. Osorio, O. Cerón, A. F. (2013). efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas. Universidad de Nariño. Colombia.

Zheng, L.T. Ryu, G.M. Kwon, B.M. Lee, W.H. Suk, K. (2008). «Anti-inflammatory effects of catechols in lipopolysaccharide-stimulated microglia cells: inhibition of microglial neurotoxicity». Eur. J. Pharmacol. 588 (1) (pp. 106–13).

Anexos

Anexos 1

Elaboración del jugo de uva variedad red globe

Figura de la materia prima y el proceso de elaboración del jugo de uva variedad red globe y la cuantificación de Antocianinas y Fenoles Totales.

Figura 21

Selección de la *Materia prima: Uva variedad Red Globe. (Vitis vinífera* L.*)*

Fuente: Elaboración Propia.

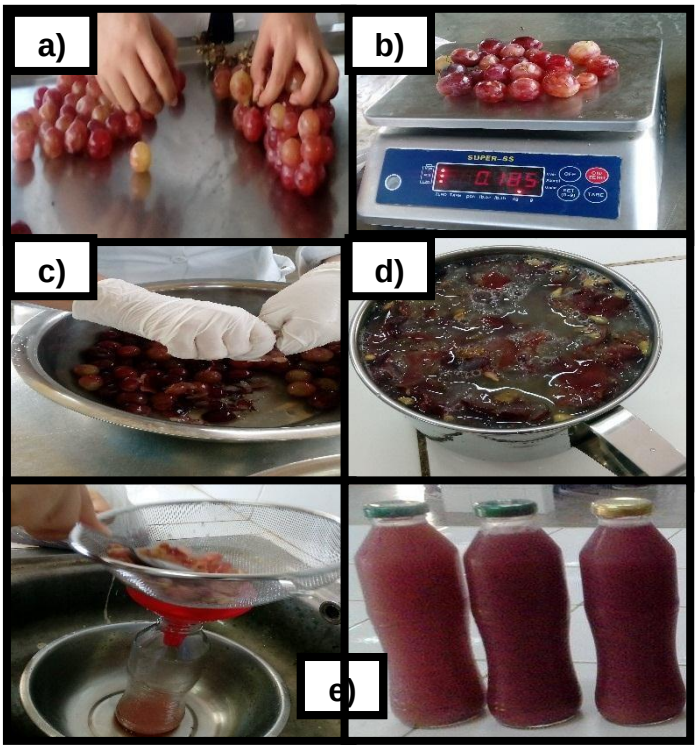


Figura 22

Elaboración del jugo a base de uva red globe.

a) Desgrane, b) pesado, c) estrujado, d) pasteurizado, e) envasado

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2

Análisis fisicoquímicos

Determinación de fenoles totales

Para la determinación de fenoles totales se aplicó el método desarrollado por Folin-Ciocalteu.

Método desarrollado por Folin-Ciocalteu

Fundamento

El método espectrofotométrico desarrollado por Folin-Ciocalteu, para la determinación de fenoles totales, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdíco en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio (W8O23) y molibdeno (Mo8O23). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765 nm. Los resultados se expresan en mg de ácido gálico por 100g de pulpa de frutos (14).

Procedimiento

Se determinó aplicando el método de Folin-Ciocalteu. Se colocó en un tubo de ensayo0.5 mL del extracto de la muestra, al cual se le adicionó 2.5 mL de la solución de Folin- Ciocalteu y se adicionó 2 mL de carbonato de sodio al 20%. Luego, se incubó por 5 minutos a 50 °C. Posteriormente, se midió la absorbancia utilizando un espectrofotómetro a 765nm. Finalmente, el resultado se expresó como mg de ácido gálico equivalente por 100 gramos de extracto que se deriva de la curva de calibración de referencia de ácido gálico.

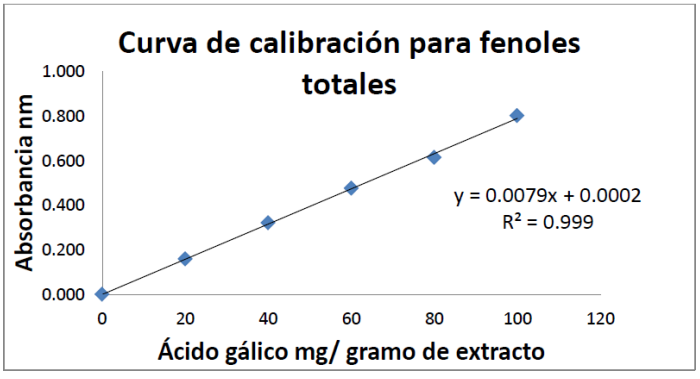


Figura 23.

Anexo 3

Determinación del contenido de antocianinas, Según Wrolstad, R. 2001.

Reactivos

• Buffer pH 4,5: 400 ml de acetato de sodio 1M

+ 240 ml de HCl 1N

+ 360 ml de agua destilada

• Buffer pH 1,0: 125 ml de KCl 0,2 N

+ 385 ml de HCl 0,2 N

El pH de los buffers debe ser ajustado a medida que se requiera para obtener valores de pH final de 1,0 y 4,5.

Materiales

• Pipetas 10 mL y 1 mL parciales

• Matraces 50 mL o 100 mL

• Probetas de 100 mL

• Cubetas para espectrofotómetro

Método

Una vez diluidas las muestras se mide su absorbancia (pH 4,5 y pH 1,0) a la longitud de onda de máxima absorción (entre 510 y 540 nm).

La determinación del contenido de antocianinas está basada en la Ley de Lambert-Beer ($A=\varepsilon \cdot C \cdot L$). A corresponde a la absorbancia que es medida con un espectrofotómetro. ε corresponde a la absorbancia molar, una constante física para especies moleculares en un solvente a una determinada longitud de onda. Se pueden utilizar los valores de absorbancia molar para pigmentos purificados tomados de la literatura, haciendo innecesario determinarlos.

La absorbancia molar también se conoce como coeficiente de extinción molar. C es la concentración molar y al reestructurar la ecuación de Lambert-Beer esta:

L es la longitud de recorrido en cm y la mayoría de las cubetas para espectrofotómetro tienen una longitud de 1. La concentración en mg/L puede ser determinada multiplicando por el peso molecular (MW) del pigmento.

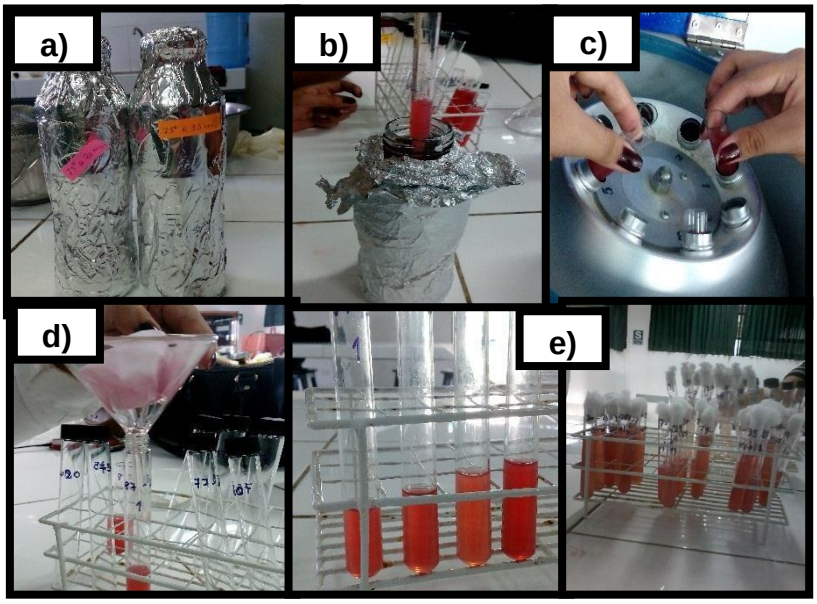


Figura 24

Procedimiento para determinar la concentración de compuestos fenoles totales y antocianinas: a) jugos con diferentes tiempos y temperaturas, b) pipeteado de 10ml de jugo de uva, c) centrifugado, d) filtrado, e) jugo filtrado T° - t'.

Fuente: Elaboración Propia.

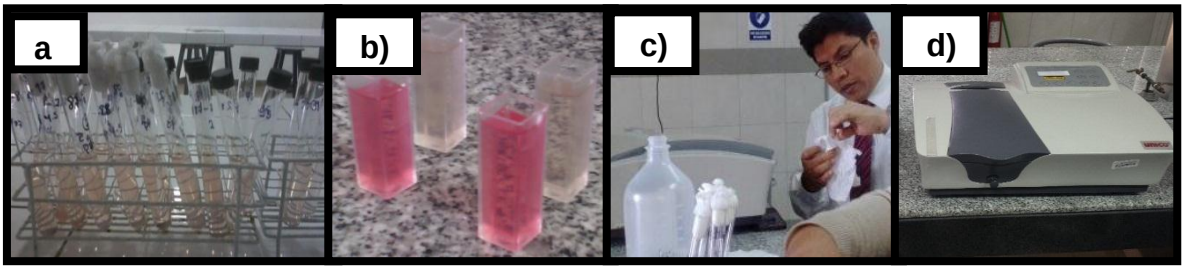


Figura 25

Lectura de las absorbancias de compuestos antocianinas: a) Dilución de 1:9, b) Cubetas de jugo diluido, c) Medición en el espectrofotómetro, d) espectrofotómetro.

Fuente: Elaboración Propia.

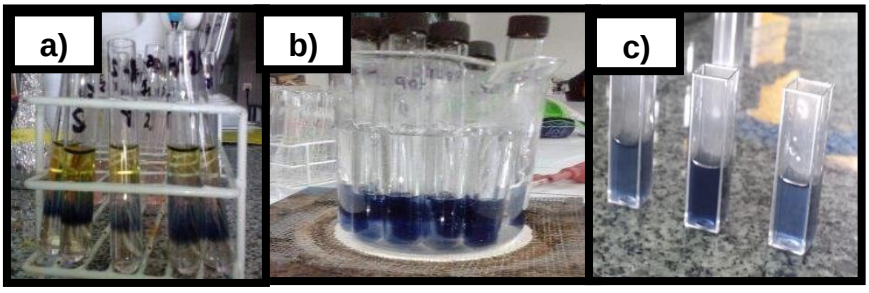


Figura 26

Lectura de las absorbancias de compuestos fenólicos: a) Dilución en foling y bicarbonato, b) calentado a 50°C, c) Cubetas.

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4

Análisis sensorial

Figura 27

Prueba utilizada para determinar la preferencia del jugo de uva: a) jugo comercial de uva L'onda b) Jugo natural de uva

Fuente: Elaboración Propia.

Nombre: ----------

Fecha: ----------

Pruebe las dos muestras de jugo de uva que tiene enfrente, empezando con la muestra de la izquierda. Haga un círculo al número de la muestra que prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

631 228

Figura 28

Boleta de evaluación sensorial en la prueba de preferencia pareada.

Fuente: Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos 1992

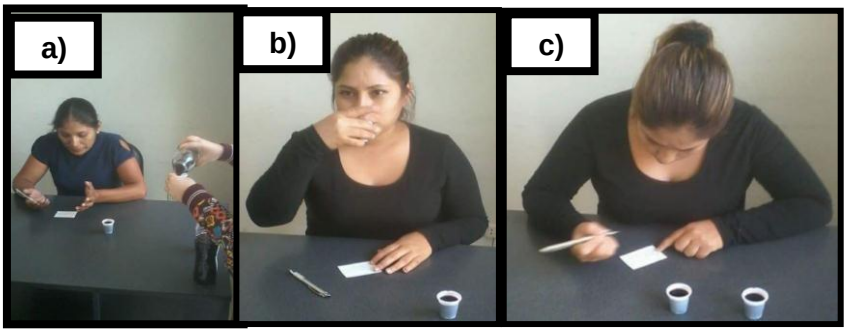


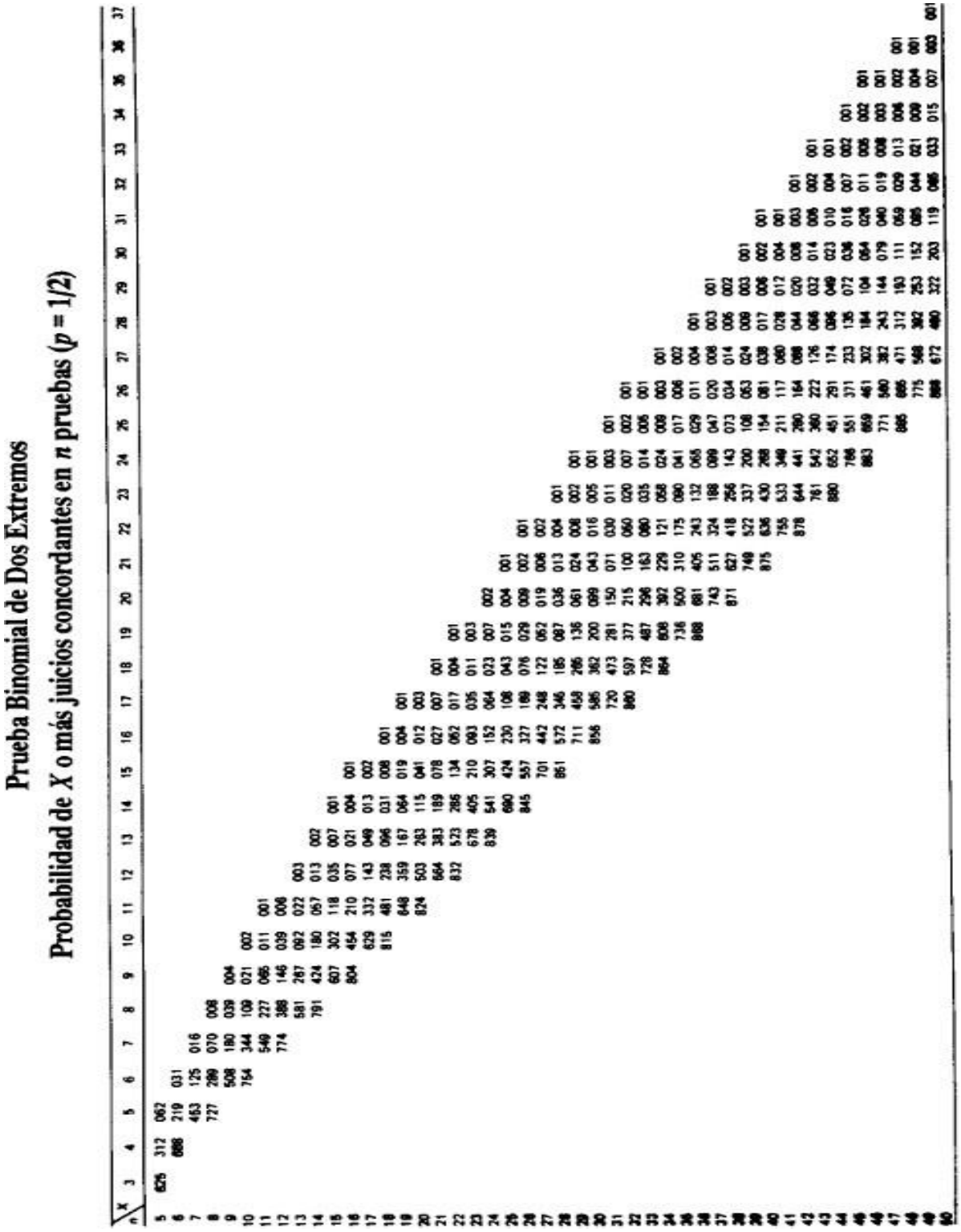
Figura 29

Prueba utilizada para determinar la preferencia del jugo de uva: a) se presentaron las dos muestras de jugo de uva a los panelistas b) los panelista evaluaron las dos muestras de jugo de uva presentadas c) los panelistas llenaron la boleta indicando el jugo de uva de su preferencia

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5

Evaluación estadística para la evaluación sensorial



Prueba Binomial de Dos Extremos

Probabilidad de *X* o más juicios concordantes en *n* pruebas ($p = 1/2$)

Figura 30

Prueba binomial de dos extremos.

Fuente: Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos 1992.