

# **UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias**



UNA INSTITUCIÓN ADVENTISTA

## **Influencia de los parámetros de extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (*Vitis vinífera*) utilizando el método de Taguchi**

Por:

Gilda Katherine Huapaya Fernández

Asesor:

Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe

**Lima, noviembre de 2018**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Joel Jerson Coaquira Quispe de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

### 1 DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Influencia de los parámetros de extracción de antocianinas a partir de cascara de uva (vitis vinífera) utilizando el método de Taguchi”** constituye la memoria que presenta la **Bachiller Gilda Katherine Huapaya Fernández** para aspirar al título de Profesional de **Ingeniero de Alimentos** ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los *2 días de Abril* del año 2019



---

Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe

Influencia de los parámetros de extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (*Vitis Vinífera*) utilizando el método de taguchi

# TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos

## JURADO CALIFICADOR



Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro  
**Presidente**



Dr. Reynaldo Justino Silva Paz  
**Secretario**



Dr. Julio Florencio Paredes Guzmán  
**Vocal**



Mg. Daniel Sumire Qquenta  
**Vocal**



Ing. Joel Jérsor Coaquira Quispe  
**Asesor**

Lima, 23 de noviembre de 2018

## **Dedicatoria**

A Dios que me otorgó la sabiduría e inteligencia necesaria  
para poder desarrollar y culminar este trabajo de investigación.

A mis padres Gilda Fernández Godeau y Juan Carlos Huapaya Valverde,  
que son los que me han acompañado en este largo trayecto  
universitario, siendo mis pilares y mi ayuda incondicional.

Con mucho amor a mi mamita Elva Godeau Muñoz,  
que me sirvió de inspiración para cada día poder superarme en la vida,  
además de ser mi guía espiritual desde mi infancia.

A mi hermano Jean Carlo, parte importante en mi vida,  
esperando ser un gran ejemplo para él.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme fuerzas y ánimo en los momentos que sentía que ya no podía más, sin su ayuda no hubiera podido lograrlo.

A mis padres por el apoyo tanto emocional como económico para realizar esta investigación, me enseñaron que todo esfuerzo tiene una recompensa.

A mi mamita Elva por las palabras de aliento y los grandes consejos impartidos, por el apoyo emocional, económico y espiritual gracias mamita te amo.

A mi hermano Jean Carlo por la paciencia y confianza que tuvo en mí y por siempre sacarme una sonrisa gracias hermanito, ahora sigues tú.

Al Ingeniero Joel Coaquira Quispe, por aceptar ser mi asesor, por todo el apoyo, consejos y sugerencias brindadas.

A la Universidad Peruana Unión por abrirme sus puertas y permitir mi formación profesional.

A la Facultad de Ingeniería y Arquitectura presidida por la Dra. Leonor Bustinza Cabala.

Gracias a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias por los conocimientos compartidos y tiempo brindado para el desarrollo de este trabajo de investigación.

También quiero agradecer a mi familia en general por la confianza y el cariño mostrado.

Finalmente agradezco a mis amistades por el apoyo brindado en este trabajo de investigación en especial a: Odely Zavala, Danna Estrada y Efrain Huayllahuamán que fueron de gran ayuda para mí.

## Índice General

Capítulo I. El problema .....	1
Capítulo II. Revisión de la Literatura .....	4
<b>2.1 Generalidades de Uva .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Uva Borgoña.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 Clasificación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3 Fruto .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4 Zumo de uva.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.5 Proceso productivo.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.6 Residuos: cáscara de Uva.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.7 Composición química de residuos de uva.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Antocianinas.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1 Definición .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2 Estructura química y color .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Factores que influyen en la estabilidad y color .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4 Las antocianinas como colorantes naturales.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Extracción de Antocianinas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 Definición .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 Factores que influyen en la extracción .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.3 Métodos de extracción .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4 Determinación de contenido de antocianinas.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.5 Espectrofotometría .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Taguchi.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1 Definición .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2 Control de calidad antes de la salida del producto al mercado.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.3 Control de calidad fuera de la línea .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.4 Diseño del producto .....</b>	<b>20</b>

2.4.5	Diseño del proceso de manufactura.....	21
2.4.6	Control de calidad en línea .....	21
<b>Capítulo III. Materiales y Métodos .....</b>		<b>23</b>
3.1	Lugar de Ejecución .....	23
3.2	Materia Prima .....	23
3.3	Materiales y equipos .....	23
3.3.1	Materiales de vidrio .....	23
3.3.2	Materiales de metal.....	24
3.3.3	Materiales diversos .....	24
3.3.4	Equipos.....	24
3.3.5	Reactivos.....	25
3.4	Metodología experimental .....	26
3.4.1	Recepción de Materia Prima .....	26
3.4.2	Separado.....	26
3.4.3	Congelación .....	26
3.4.4	Acondicionamiento .....	26
3.4.5	Secado.....	26
3.4.6	Molienda y tamizado.....	27
3.4.7	Extracción .....	27
3.4.8	Filtrado .....	27
3.4.9	Envasado y refrigerado.....	27
3.5	Metodología de análisis de harina de cáscara de uva .....	29
3.5.1	Análisis proximal .....	29
3.6	Metodología de análisis de la extracción de antocianinas.....	30
3.6.1	Cuantificación de antocianinas.....	30
3.6.2	Índice de degradación de antocianinas.....	31

3.6.3	Determinación de Sólidos Solubles.....	32
3.6.4	Determinación de color.....	32
3.7	Esquema experimental de la investigación.....	33
3.8	Diseño Estadístico .....	35
3.8.1	Análisis Estadístico .....	36
<b>Capítulo IV. Resultados y Discusión .....</b>		<b>38</b>
4.1	Análisis proximal de la harina de cáscara de uva borgoña .....	38
4.1.1	Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva .....	39
4.2	Análisis de la extracción de antocianinas.....	41
4.2.1	Cuantificación de antocianinas (mg cianidina 3 glucosido/100g).....	41
4.2.2	Antocianina Polimérica (%).....	46
4.2.3	Sólidos Solubles (Grados Brix°) .....	50
4.2.4	Determinación de Color.....	54
<b>Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>68</b>
5.1	Conclusiones.....	68
5.2	Recomendaciones .....	69
<b>Referencias.....</b>		<b>70</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>80</b>



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> - Antocianidinas más comunes en el ámbito alimentario .....	9
<b>Tabla 2</b> - Niveles codificados de los factores o variables independientes para la obtención del extracto antociánico. ....	35
<b>Tabla 3</b> - Distribución de los factores y sus niveles en el diseño ortogonal Taguchi .....	37
<b>Tabla 4</b> - Análisis proximales de la harina de cáscara de uva borgoña expresada en base seca .....	38
<b>Tabla 5</b> - Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva .....	39
<b>Tabla 6</b> - ANOVA de la Cuantificación de Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100g) .....	42
<b>Tabla 7</b> - ANOVA del Porcentaje de Antocianinas Poliméricas (%) .....	48
<b>Tabla 8</b> - ANOVA del contenido de sólidos solubles (Brix°) .....	52
<b>Tabla 9</b> - Resultados del color en valores L*, a* y b* con respecto a los 18 tratamientos ....	56
<b>Tabla 10</b> - ANOVA de la determinación de color en valores L*, a* y b* .....	57
<b>Tabla 11</b> - Resultados del color en valores c*y h* con respecto a los 18 tratamientos .....	62
<b>Tabla 12</b> - ANOVA del color en valores c* y h* .....	64
<b>Tabla 13</b> - Datos experimentales con respecto a las Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100g), Antocianinas Poliméricas (%) y Sólidos solubles (Brix°).....	81
<b>Tabla 14</b> - Datos experimentales con respecto a la determinación de color Luminosidad (L*), coordenadas a*, coordenadas b* .....	84
<b>Tabla 15</b> - Datos experimentales con respecto a la determinación de color Pureza (c*) y Tono (h*) .....	87

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Diagrama de flujo del proceso productivo simplificado, resaltando los residuos que se generan en su desarrollo .....	6
<b>Figura 2</b> – Orujo de uva Borgoña .....	7
<b>Figura 3</b> – Estructura química de antocianina .....	8
<b>Figura 4</b> - Estructura químicas de antocianinas basadas en el pH de la solución.....	11
<b>Figura 5</b> - Mecanismos de degradación de la antocianina .....	12
<b>Figura 6</b> - Complejo molecular entre antocianinas y un polihidroxi flavona sulfonato .....	13
<b>Figura 7</b> - Etapas para el control del ruido y los métodos aplicables según Taguchi .....	20
<b>Figura 8</b> - Diagrama de flujo para la extracción de antocianinas a partir de cáscaras de uva (vitis vinífera). .....	28
<b>Figura 9</b> - Esquema experimental del trabajo de investigación.....	34
<b>Figura 10</b> - Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva < 1.80 (a) 1.80 (b) ; 0.60 (c); 0.55 (d); 0.50 (e) y 0.10 (f) .....	40
<b>Figura 11</b> – Gráfico de la Cuantificación de Antocianinas Monoméricas respecto a los 18 tratamientos .....	41
<b>Figura 12</b> – Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas en la cuantificación de Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100mg).....	44
<b>Figura 13</b> – Gráfico del porcentaje de Antocianinas Poliméricas respecto a los 18 tratamientos .....	47
<b>Figura 14</b> - Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, en el porcentaje de Antocianinas Poliméricas (%). .....	49
<b>Figura 15</b> – Gráfico de Sólidos Solubles con respecto a los 18 tratamientos .....	51

<b>Figura 16</b> - Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, en el contenido de Sólidos Solubles (Brix °) .....	53
<b>Figura 17</b> – Gráfico señal/ruido), para cada factor y sus interacciones consideradas, la determinación de color Luminosidad (L*) (a); coordenadas a* (b) y coordenadas b*(c) .....	60
<b>Figura 18</b> – Extractos antociánicos obtenidos a partir de harina de cáscara de uva concentrados (a) ; Extractos antociánicos obtenidos a partir de harina de cáscara de uva diluida con agua en una relación 1:10 (b) .....	63
<b>Figura 19</b> – Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, la determinación de color Pureza (c*) (a) y Tono (h*) (b) .....	65
<b>Figura 20</b> – Recepción Materia Prima. ....	90
<b>Figura 21</b> – Separado (selección de la cáscara de uva). ....	90
<b>Figura 22</b> – Congelado de la cáscara de uva obtenida. ....	91
<b>Figura 23</b> – Acondicionamiento de la cáscara de uva para su deshidratación. ....	91
<b>Figura 24</b> – Secado de la cáscara de uva. ....	92
<b>Figura 25</b> – Molienda de cáscara de uva seca. ....	92
<b>Figura 26</b> – Tamizado de harina de cáscara de uva. ....	93
<b>Figura 27</b> – Extracción de antocianina a partir de harina de cáscara de uva. ....	93
<b>Figura 28</b> – Filtrado del extracto antociánico a partir de harina de cáscara de uva .....	94
<b>Figura 29</b> – Envasado y Refrigerado del extracto antociánico obtenido .....	94
<b>Figura 30</b> – Lectura de absorbancias de las muestras. ....	95

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b> - Análisis proximal de la harina de cáscara de uva.....	80
<b>Anexo 2</b> - Datos experimentales de la extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva ( <i>Vitis vinífera</i> ) utilizando el método de Taguchi .....	81
<b>Anexo 3</b> - Extracción de antocianinas a partir de cáscaras de uva ( <i>vitis vinífera</i> ). .....	90

## Símbolos Usados

<b>A</b>	Tipo de ácido
<b>a*</b>	Coordenada (verde / rojo)
<b>ANOVA</b>	Análisis de varianza
<b>AOAC</b>	Official methods of analysis Ciencias
<b>A<sub>w</sub></b>	Actividad de agua
<b>B</b>	Tiempo de ultrasonido
<b>b*</b>	Coordenada (azul / amarillo)
<b>C</b>	Tiempo de extracción
<b>c*</b>	Chroma (Pureza)
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>CAM</b>	Contenido de antocianinas monomérica
<b>CICAL</b>	Centro de Investigación en Ciencias de Alimentos
<b>CITAL</b>	Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos
<b>cm</b>	Centímetro
<b>CSS</b>	Contenido de sólidos solubles
<b>D</b>	pH
<b>DF</b>	Factor de dilución
<b>E</b>	Temperatura de extracción
<b>F</b>	pH – Tiempo de ultrasonido
<b>G</b>	Relación MP: Solvente
<b>g</b>	gramos
<b>H</b>	Temperatura extracción – Tiempo de extracción
<b>h*</b>	Ángulo Hue (tonalidad)
<b>INIA</b>	Instituto Nacional de Investigación Agraria
<b>K<sub>a</sub></b>	Constante de disociación
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>L</b>	Litros
<b>L*</b>	Luminosidad
<b>MA</b>	Ministerio de Agricultura del Perú

<b>mg</b>	miligramos
<b>min</b>	minutos
<b>ml</b>	mililitros
<b>nm</b>	nanómetros
<b>OIV</b>	Organización Internacional del Vino
<b>OH</b>	Alcohol
<b>PAP</b>	Porcentaje de antocianinas polimérica
<b>pH</b>	Potencial de hidrogeno
<b>pKa</b>	Fuerza de disociación
<b>PM</b>	Peso molecular
<b>SD</b>	Desviación estándar
<b>S/R</b>	Señal ruido
<b>T</b>	Temperatura
<b>t</b>	Tiempo
<b>UNALM</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>UPeU</b>	Universidad Peruana Unión
<b>UV</b>	Ultravioleta

## Resumen

Se estudió la influencia de los parámetros de extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (*Vitis vinifera*) en la cuantificación de antocianina monomérica, antocianina polimérica, sólidos solubles y propiedades ópticas; aplicando el diseño experimental correspondiente al criterio “mayor es mejor” y “menor es mejor” de la metodología Taguchi con un arreglo ortogonal L18 ( $2 \times 3^{7-5}$ ), evaluando A= Tipo de ácido (ácido cítrico, ácido fosfórico); B= Tiempo de ultrasonido (10,20,30 min); C = Tiempo de extracción (20,40,60 min); D = pH (1,2,3); E = Temperatura de extracción (°C); F = pH – Tiempo ultrasonido (interacción); G = Relación MP: Solvente(OH) (1:10, 1:20, 1:30 g/ml); H = Temperatura de extracción – Tiempo de extracción (interacción); definiendo 18 condiciones de tratamientos de extracción; siendo analizados mediante espectrofotometría y colorimetría. Evidenciándose que los factores A, B, C, D, E, F, G y H influyeron significativamente en la cuantificación de antocianina monomérica (CAM) (cianidina- 3- glucosido) del extracto obtenido a partir de cáscara de uva; asimismo el Tratamiento 2 (A= fosfórico, B= 10 min C= 60 min, D= 2, E= 50°C y G=1:10 m/v) reportó mayor CAM con  $21.664 \pm 0.2065$  mg de Cianidina 3 glucosido/L de muestra. Respecto al porcentaje de antocianina polimérica (PAP), el factor D, G y H, influyeron significativamente en el (PAP); el tratamiento 17 (A= fosfórico; B= 30 min, C= 60 min, D= 2, E=40 °C, G=1:20 m/v) presentó mayor (PAP) con  $84.6 \pm 0.4599$  % de muestra. En cuanto al contenido de sólidos solubles (CSS) los factores A, C, D, F y G influyeron significativamente; asimismo el Tratamiento 13 (A=cítrico; B=10 min; C= 20 min; D= 1; E= 40 °C y G= 1:10) fue el que presentó mayor (CSS) con  $43.3 \pm 0.2867$  ° Brix de muestra.

Palabras claves: arreglo ortogonal, antocianina monomérica, antocianina polimérica, cáscara de uva, influencia, extracción

## Abstrac

The influence of anthocyanin extraction parameters from grape rind (*Vitis vinifera*) in the quantification of monomeric anthocyanin, polymeric anthocyanin, soluble solids, optical properties was studied; applying the experimental design corresponding to the criterion "greater is better" and "less is better" of the Taguchi methodology with an orthogonal arrangement L18 (2 x 3<sup>7</sup>-5), evaluating A = type of acid (citric acid, phosphoric acid); B = ultrasound time (10.20.30 min); C = extraction time (20.40.60 min); D = pH (1,2,3); E = extraction temperature (° C); F = pH - ultrasound time (interaction); G = MP ratio: Solvent (OH) (1:10, 1:20, 1:30 g / ml); H = extraction temperature - extraction time (interaction); 18 conditions of extraction treatments being defined; being analyzed using spectrophotometry and colorimetry. Evidence that factors A, B, C, D, E, F, G and H significantly influenced the quantification of monomeric anthocyanin (CAM) (cyanidin-3-glucoside) of the extract obtained from grape skin; also Treatment 2 (A = phosphoric, B = 10 min C = 60 min, D = 2, E = 50 ° C and G = 1: 10 m / v) reported higher CAM with  $21,664 \pm 0.2065$  mg of Cyanidin 3 glucoside / L of sample. Regarding the percentage of polymeric anthocyanin (PAP), factor D, G and H, significantly influenced the (PAP); treatment 17 (A = phosphoric, B = 30 min, C = 60 min, D = 2, E = 40 ° C, G = 1: 20 m / v) showed higher (PAP) with  $84.6 \pm 0.4599\%$  of sample. Regarding the content of soluble solids (CSS) the factors A, C, D, F and G influenced significantly; also Treatment 13 (A = citric, B = 10 min, C = 20 min, D = 1, E = 40 ° C and G = 1:10) was the one that presented the highest (CSS) with  $43.3 \pm 0.2867$  ° Brix sample.

Keywords: orthogonal arrangement, monomeric anthocyanin, polymeric anthocyanin, grape skin, influence, extraction



## Capítulo I. El problema

La uva borgoña (*vitis vinifera*) es la especie más utilizada para la producción de bebidas como: jugos, zumos y bebidas hidratantes. Existen dos tipos, la uva borgoña negra y la uva borgoña blanca. En esta investigación se utilizó la uva borgoña negra (Ministerio de Agricultura del Perú, 2010).

Actualmente la población ha empezado a preocuparse por su salud buscando alimentos que les provean de más beneficios, al igual que suplementos que les ayuden a cumplir con los requerimientos nutricionales. La obtención de un extracto natural juega un papel muy importante para nuestra salud; este trabajo de investigación tiene por finalidad alcanzar tal fin, donde a través del desarrollo de un extracto antociánico a partir de residuos de uva; se utilizó la tecnología de ultrasonido, uso de ácidos orgánicos para modificar el pH y demás variables, contribuyendo así al mercado con un producto natural.

Anguera (2007) menciona que los desechos naturales generados por el hombre en nuestro planeta es un gran problema hoy en día ya que las industrias dedicadas a la producción de jugos orgánicos realizan una serie de etapas para su producción, donde en la última etapa, por filtración, se prescinde de las semillas y las cáscaras. Estos residuos adquiridos (cáscaras y semillas) representan el 50% del fruto entero y son aprovechados para diferentes propósitos industriales. (Monrad, Howard, King, Srinivas, y Mauromoustakos, 2010).

Una sugerencia para los desechos del procesamiento de uva (cáscara de uva) es utilizarlos para la obtención de pigmentos antociánicos, ya que las antocianinas se encuentran en frutos rojos como las uvas, las fresas y el maíz morado. Sin embargo, pocas son las industrias que se han interesado en aprovechar los residuos como pigmentos naturales (Harborne y Williams, 2000).

El investigador Garzón (2008) menciona que el entusiasmo por las antocianinas se ha intensificado, debido a sus grandes propiedades funcionales y también a que algunos colorantes sintéticos son nocivos y tóxicos. Dichos colorantes sintéticos han perdido protagonismo en la industria alimentaria porque se requieren resultados de mayor calidad nutritiva, ya que la mayoría de los consumidores buscan bebidas saludables, por ejemplo, enriquecidas con vitaminas, no obstante, muchos colorantes sintéticos tienen dificultades en el proceso cuando se intenta combinar con dichas sustancias (Fuentes, 2005).

Además, se conoce que durante la entrada del tracto digestivo al sistema circulatorio de una persona, “las antocianinas permanecen intactas y aplican los beneficios conocidos que incorporan la disminución de la enfermedad coronaria, anticancerígena, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabética; sobre todo ayuda en el mejoramiento de la agudeza visual y en el comportamiento cognitivo” (Shipp y Abdel-Aal, 2010).

Las antocianinas son fascinantes por dos razones. El primero por su efecto sobre las cualidades sensoriales de los alimentos, que puede impactar su conducta innovadora en medio de la preparación de alimento, y el segundo, a causa de su inclusión en el bienestar de la persona (De Pascual y Sanchez, 2008).

La metodología de Taguchi fue utilizada en este trabajo de investigación para la mejora de la calidad, ya que, la filosofía de calidad de Taguchi, se basa en la minimización de la variación de la media alrededor del valor objetivo. Siendo sus componentes claves: la función pérdida de calidad, los arreglos ortogonales y el índice de señal ruido. En este trabajo de investigación presentamos y analizamos estos componentes clave con el criterio mayor es mejor, ya que la finalidad era obtener máximos resultados. (Taguchi, 1986).

Por consiguiente, este trabajo de investigación tiene como objetivo general, evaluar las variables que influyen en la extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (*Vitis vinífera*) utilizando el método de Taguchi.

## Capítulo II. Revisión de la Literatura

### 3.1 Generalidades de Uva

La uva es un fruto adquirido de la Vid (*Vitis Vinífera*) que corresponde a la familia Vitaceae, se generó en el sector situado entre el Mar Caspio y el Asia Menor, fue traída al Perú por los españoles en el siglo XVI y fue labrada por muchas civilizaciones siguientes. En nuestro país los principales productores son: Ica, La libertad, Lima y Tacna (Ministerio de Agricultura del Perú, 2010).

#### 3.1.1 Uva Borgoña

Las variedades más comercializadas que podemos encontrar en el Perú según Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (2017) son: Alfonso Lavalett, Borgoña negra, Italia nacional, Palestina, Quebranta, Red Globe, Rosada sin pepa y Sultanina nacional, sin embargo, para la producción de bebidas la variedad más recomendable es la Borgoña negra, por esta razón se trabajó con cáscaras de esta mencionada variedad.

#### 3.1.2 Clasificación

La clasificación taxonómica de la uva, según Garcia (2000)

División Magnoliophyta.

Clase Magnoliopsida.

Orden vitales.,

Familia vitaceae.

Genero vitis.

Especie vitis vinífera L.

### 3.1.3 Fruto

Es una baya esférica u ovalada, y miden aproximadamente de 12 a 18 mm (Kennedy, Matthews, y Waterhouse, 2000). Según May, (2004) el fruto consta de tres partes:

- ✓ **Hollejo (epicarpio):** “Es la parte externa de la uva y está encargada de su protección. Además, es el responsable del color, pues es donde están localizadas los polifenoles (antocianinas y flavonoides)”
- ✓ **Pulpa (mesocarpio):** “Representa la mayor parte del fruto. Está contiene agua, azúcares, ácidos (málico y tartárico principalmente), aromas, etc.”
- ✓ **Pepitas:** Las pepitas son las semillas rodeadas por una fina capa (endocarpio) que las protege. Son ricas en aceites y taninos. Están presentes en número de 0 a 4 semillas por baya.

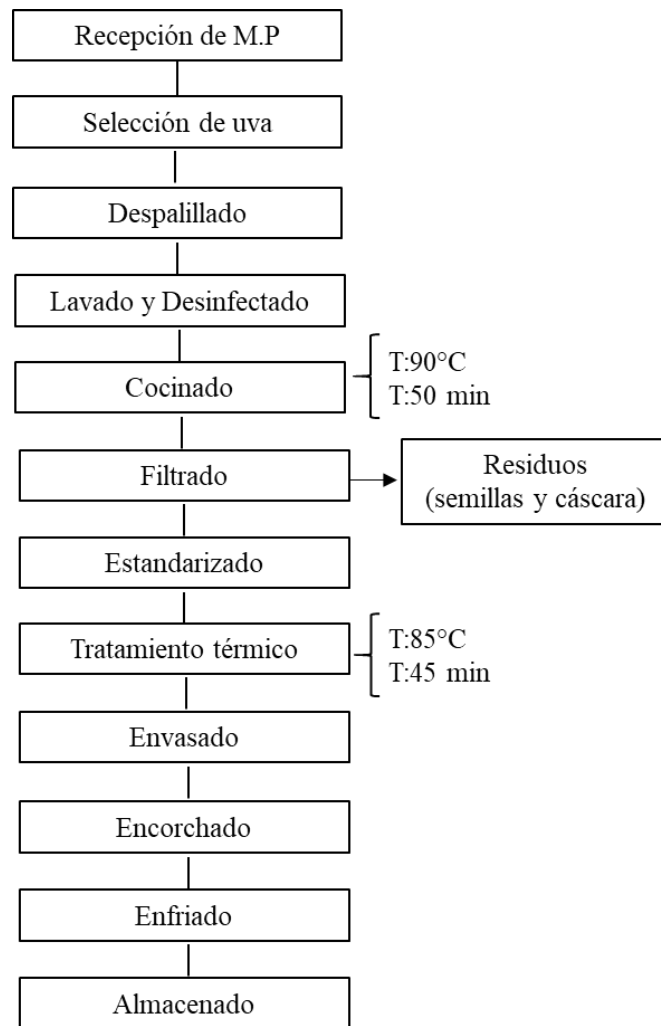
### 3.1.4 Zumo de uva

“Es una bebida no fermentada que se produce mediante una presión o cocción, pero tiene la capacidad de ser fermentada convirtiéndose en vino. Se admite un grado alcohólico volumétrico en el zumo de uva que no exceda el 1%” (Hidalgo, 2010).

### 3.1.5 Proceso productivo

En la producción de zumos, se tienen en cuenta principalmente dos procesos: el calentamiento de la pulpa y el pasteurizado. Durante el calentamiento se extraen tintes, taninos y aromas de las semillas de uva, pulpa y pieles (Vinson, Su, Zubik, y Bose, 2001). Sin esta etapa, el zumo se privaría del color rojo deseado, que se debe a las antocianinas contenidas en la piel del fruto (Ochmian, 2012).

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo de zumo de uva, resaltando los residuos que se generan en su desarrollo.



**Figura 1** - Diagrama de flujo del proceso productivo simplificado, resaltando los residuos que se generan en su desarrollo

**Fuente:** (Planta Procesadora de uva “Agroindustria Natural Power Perú S.A.C)

### 3.1.6 Residuos: cáscara de Uva

El procedimiento de uva crea un 20% de residuos sólidos. En particular, como lo indica la información de la Organización Internacional del Vino (2016), 100 kilos de uva generan unos 25 kilos de desechos, de los cuales el 50% son cáscaras, el 25% tallos y el 25% restante semillas.

El orujo de uva Borgoña (Figura 2), como se lo conoce en su mayoría, es el producto de la compresión del fruto para la producción de zumos, compuestas por las semillas de la uva y el mosto (Silva, 2003).



**Figura 2** – Orujo de uva Borgoña

**Fuente:** (Silva, 2003)

### **3.1.7 Composición química de residuos de uva**

Los orujos obtenidos por el manejo de la uva contienen una prodigalidad subjetiva y cuantitativa en los componentes fenólicos, que incorporan en su mayor parte ácidos fenólicos, antocianinas (tonos rojos), flavonoles (colores amarillos) y flavonoides 3-oles o catequinas son incoloras (Ferreyra, Sellés, Peralta, y Valenzuela, 2002).

Entre ellos, merece especificar los compuestos fenólicos solubles que se agregan el color y al sabor del extracto (Conde, *et al.*, 2007).

Las cáscaras representan entre un 7-12% del peso total y se componen principalmente de agua (78-80%), ácidos orgánicos (0,8-1,6%), taninos (0,4-3%), antocianos (0-0,5%), compuestos nitrogenados (1,5-2%), minerales (1,5-2%), ceras (12%), sustancias aromáticas (Flanzy, 2000).

## 3.2 Antocianinas

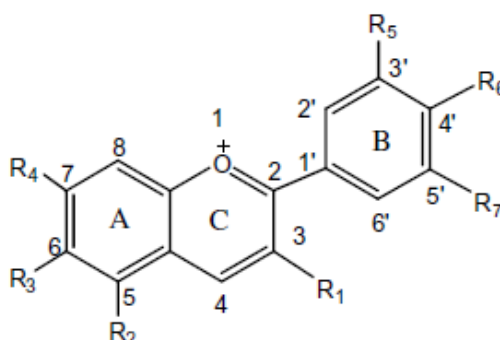
### 3.2.1 Definición

Antocianinas (del griego anthos = flor y kianos = azul) son los pigmentos más importantes de las plantas vasculares; son inofensivas y de fácil incorporación en medios acuosos, que las hace interesantes para su uso como pigmentos naturales solubles en agua. Estos son los responsables de la naranja brillante, rosa, rojo, violeta y colores azules en las flores y frutos de algunas plantas (Giusti y Wrolstad, 2001).

Las antocianinas tienen una propiedad principal que es la actividad antioxidante, lo cual ejerce efectos de prevención en enfermedades neuronales, enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes Konczak y Zhang, (2004). Existen evidencias que demuestran el efecto de las antocianinas en los tratamientos contra el cáncer, en la nutrición humana y su actividad biológica (Umar Lule y Xia, 2005).

### 3.2.2 Estructura química y color

Las antocianidinas (agliconas) son las estructuras básicas de las antocianinas, (Figura 3). Estas consisten en un anillo aromático [A] unido a un anillo heterocíclico [C] que contiene oxígeno, y este último está unido por un enlace carbono-carbono a un tercer anillo aromático [B] Konczak y Zhang (2004). Cuando las antocianidinas se encuentran en su forma de glucósido (unido a un resto de azúcar) se conocen como antocianinas.



**Figura 3** – Estructura química de antocianina

**Fuente:** (Giusti y Wrolstad, 2001)



Existe distintas variedades de antocianinas diseminadas en la naturaleza. “Las principales diferencias entre ellos son el número de grupos hidroxilados, la naturaleza y el número de azúcares unidos a su estructura, los carboxilatos alifáticos o aromáticos unidos al azúcar en la molécula y la posición de estos enlaces”. Existen informes de más de 500 antocianinas diferentes y 23 antocianidinas de las cuales solo seis son las más comunes en el ámbito vascular, como se observa en la Tabla 1 (Kong, Chia, Goh, Chia, y Brouillard, 2008). El color de las antocianinas depende de la cantidad de grupos hidroxilo (OH) y metóxilo (OCH<sub>3</sub>) que se encuentran en el anillo B de cada antocianina (Zeiger y Taiz, 2006).

**Tabla 1** - Antocianidinas más comunes en el ámbito alimentario

<b>Anthocyanin</b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>3'</sub></b>	<b>R<sub>5'</sub></b>
Pelargonidin	H	H	H
Cyanidin	H	OH	H
Delphinidin	H	OH	OH
Peonidin	H	OCH <sub>3</sub>	H
Petunidin	H	OCH <sub>3</sub>	OH
Malvidin	H	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>
Pelargonidin 3-glucoside	Glc	H	H
Cyanidin 3-glucoside	Glc	OH	H
Delphinidin 3-glucoside	Glc	OH	OH
Peonidin 3-glucoside	Glc	OCH <sub>3</sub>	H
Petunidin 3-glucoside	Glc	OCH <sub>3</sub>	OH
Malvidin 3-glucoside	Glc	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>

**Fuente:** (Giusti y Wrolstad, 2001)

### 3.2.3 Factores que influyen en la estabilidad y color

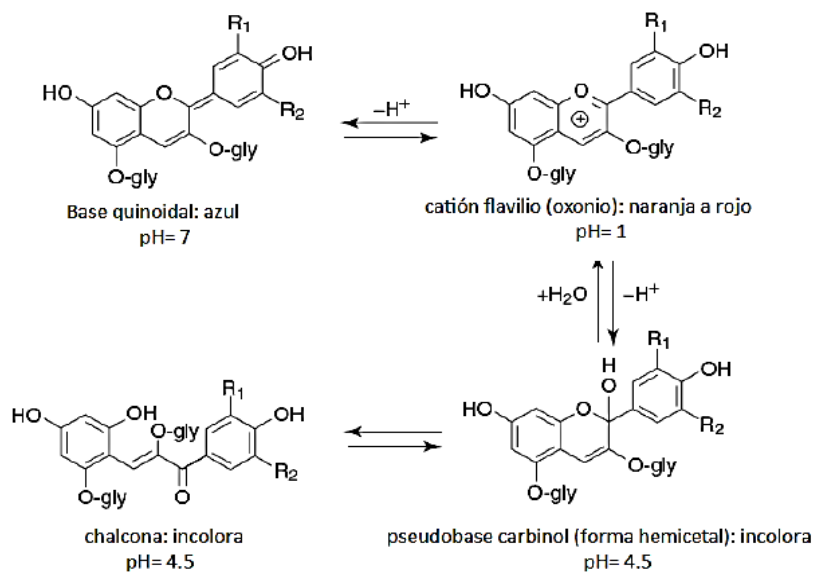
“La estabilidad es afectada por diferentes factores como el pH, la temperatura, la estructura química, la concentración, la luz, el oxígeno, los solventes, la presencia de enzimas, flavonoides, proteínas e iones metálicos” Giusti y Wrolstad (2001). La estabilización química de las antocianinas es el enfoque principal de estudios recientes debido a sus aplicaciones

abundantes y potenciales, sus efectos beneficiosos y su uso como alternativa a los colorantes artificiales (Rein, 2005).

### **3.2.3.1 Transformación estructural y pH**

Fennema (2000), afirma que una expansión en la hidroxilación disminuye la estabilidad y el tono azul aumenta, mientras que el incremento en la metilación aumenta la estabilidad y aumenta el sombreado rojo. De forma similar, una expansión en la glicosilación expande la estabilidad. “También los sustituyentes en la aglicona afectan notablemente la estabilidad de las antocianinas, las antocianinas se encuentran en varias formas químicas que se basan en el pH de la solución” tal como aparece en la Figura 4.

“Entre valores de pH de 4 y 7, coexisten cuatro formas estructurales de antocianinas; catión flavilio, base quinoidal anhidra, base de carbinol incolora y la chalcona de color amarillo pálido”. El equilibrio entre las bases quinoidales y el carbinol se produce a través del catión de flavilio tal como se observa en la Figura 4, cuando el pH aumenta, también aumenta la cantidad de base anhidra y en condiciones más ácidas, la especie predominante es el ion flavilio rojo (Cooper, 2001). En conclusión, “las antocianinas tienen mayor intensidad de color a valores de pH ácidos (pH 1) y su forma incolora se produce a pH neutros o alcalinos” (Cuevas, Antezana, y Winterhalter, 2008).



**Figura 4** - Estructura químicas de antocianinas basadas en el pH de la solución

**Fuente:** (Giusti y Wrolstad, 2001)

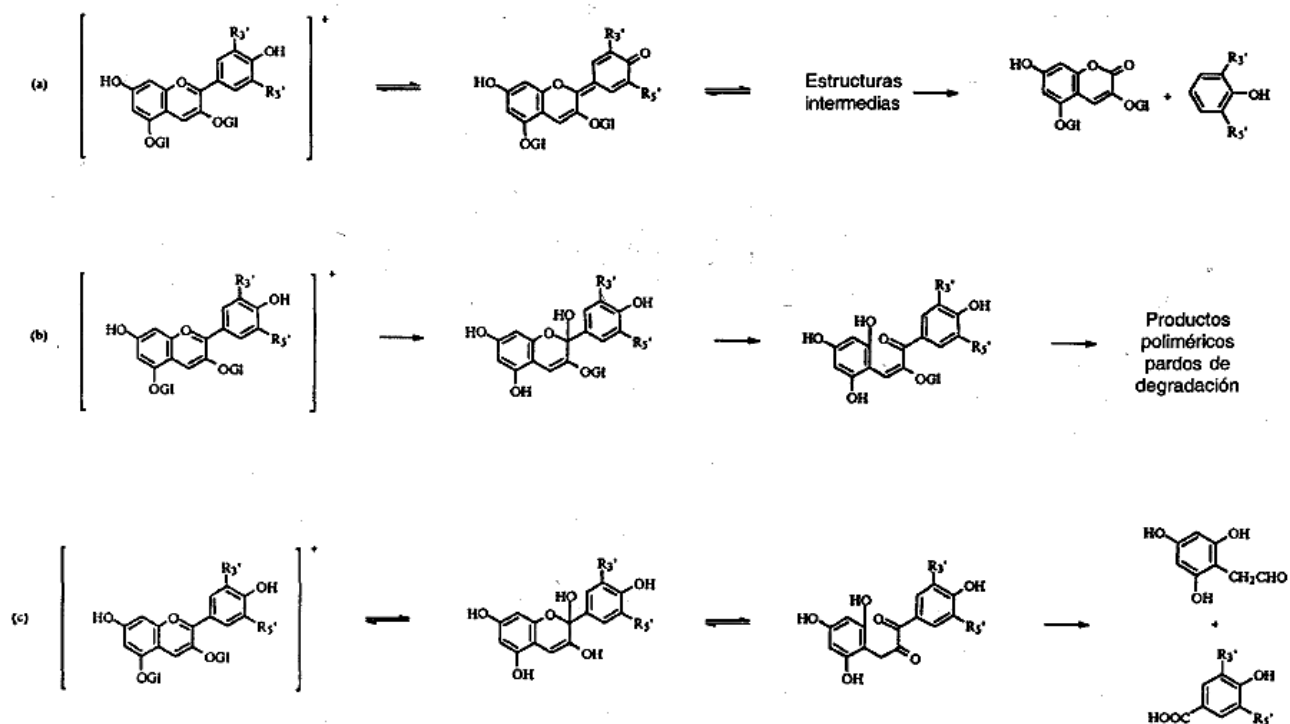
### 3.2.3.2 Temperatura

Este es otro factor crítico que influye negativamente en las antocianinas puesto que los incrementos de temperatura causan pérdida de azúcar glicosilante, dando lugar a la creación de chalconas incoloras (Su y Chien, 2007).

La tasa de degradación de la antocianina aumenta a altas temperaturas. Existe una conexión logarítmica entre la retención del sombreado y la temperatura del proceso y almacenamiento, por lo que es adecuado aplicar tratamientos térmicos a altas temperaturas y tiempos cortos, y almacenamiento a bajas temperaturas. Fennema (2000). El mecanismo preciso de la destrucción de antocianinas no se ha esclarecido totalmente, No obstante, se ha sugerido 3 rutas:

- a) “Se observa que el cation flavilio ; primero se transforma en la base quinoidal y luego en estructuras intermediarias y finalmente en el derivado cumárico y un compuesto correspondiente al anillo B”.

- b) En este caso el catión flavilio; “primero se transforma en la base carbinol incolora, luego en chalcona: incolora y finalmente en productos poliméricos pardos de degradación”.
- c) Esta ruta es similar a la b, “excepto en que los productos de degradación de la chalcona se intercambian primero”, tal como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5** - Mecanismos de degradación de la antocianina

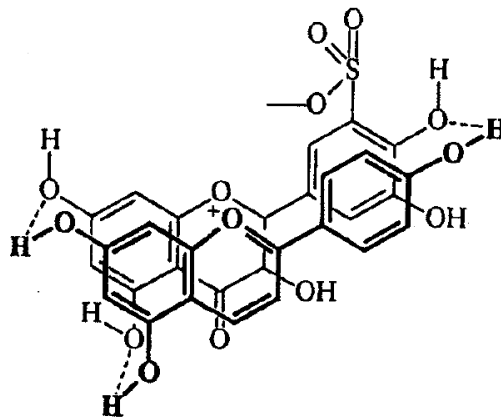
*Fuente:* (Fennema, 2000)

### 3.2.3.3 Oxígeno

Las antocianinas pueden oxidarse mediante la respuesta coordinada con el oxígeno, o mediante la oxidación indirecta que se da con compuestos oxidados. Asimismo, pueden responder con radicales de oxígeno que funcionan como refuerzos celulares. “Estos componentes de oxidación se ven favorecidos cuando la temperatura aumenta” (Rein, 2005).

### 3.2.3.4 Luz

Se reconoce que la luz en su máxima intensidad apresura la degeneración de la antocianina. Las flavonas polihidroxiadas, isoflavonas y auronas sulfonadas ejercen un impacto defensivo a la “fotodegradación”. Este impacto defensivo es dado a partir del desarrollo de conexiones de “anillos intermoleculares” entre “el sulfonato” con carga negativa y el catión flavilio con carga positiva, como se muestra en la Figura 6 (Fennema, 2000).



**Figura 6** - Complejo molecular entre antocianinas y un polihidroxi flavono sulfonato

*Fuente:* (Fennema, 2000)

### 3.2.3.5 Agua

Dado que la partícula de agua intercede en las reacciones que descomponen las antocianinas, es útil eliminarlas teniendo en cuenta el objetivo final para disminuir la probabilidad de “ataque nucleofílico al catión flavilio” (Timberlake, 1980).

### 3.2.3.6 Azúcares

Se dice que las antocianinas se estabilizan a altas concentraciones de azúcares, sin embargo, cuando los azúcares están disponibles a bajas concentraciones y no tienen ningún impacto en la actividad de agua ( $A_w$ ), estas se degeneran rápidamente (Fennema, 2000).

### **3.2.3.7 Copigmentación**

Las antocianinas se consolidan consigo mismas (autoafiliación) y con mezclas naturales por métodos para enlaces de hidrógeno (copigmentación), por ejemplo, proteínas, taninos, flavonoides y polisacáridos. La gran mayoría de estas mezclas, independientes de cualquier otra persona, no tienen tinte, sino que incrementan el tinte de las antocianinas mediante la entrega de un movimiento batocrómico y una expansión en la asimilación de la luz en la longitud de onda de ingestión más extrema, tales polímeros son menos delicados al pH y si la Afiliación pasa por la posición 4, son impermeables a la tinción con SO<sub>2</sub> (Fennema, 2000).

### **3.2.4 Las antocianinas como colorantes naturales**

Se ha incrementado la preocupación sobre la nocividad de los colorantes sintéticos utilizados en los alimentos, agentes embellecedores y fármacos, esto se debe a que se ha descubierto que estos producen cambios de hiperactividad en jóvenes de la edad escolar, que puede presentarse como una enfermedad neuronal intensa (Breakey, *et al.*, 2002). Esta base es una confirmación adecuada para disminuir el consumo y el interés por los colorantes sintéticos para incrementar el uso de colorantes naturales como las antocianinas (Ersus y Yurdagel, 2007).

“Curiosamente, en la Asociación Europea, Chile, Colombia, Irán, Israel, Corea del Sur, Malta, Perú, Arabia Saudita y los Emiratos Beduinos Ensamblados, todos los colores obtenidos de las antocianinas se perciben como normales” (Ersus y Yurdagel, 2007).

## **3.3 Extracción de Antocianinas**

### **3.3.1 Definición**

“Las antocianinas se pueden extraer de diversos tejidos vegetales, la técnica de extracción estándar es la extracción sólido - líquido. No obstante, es significativo la presencia de diferentes técnicas” (Fan, Han, Gu, y Gu, 2008).

A nivel empresarial, las antocianinas se adquieren en su mayor parte a partir de los subproductos de la uva. En la exposición, existe una propensión a utilizar extractos de

antocianinas sin separar los segmentos distintivos, ya que cada uno de ellos, no solo los colores, tienen propiedades de refuerzo celular (Fennema, 2000).

A pesar de las consideraciones con respecto a la estabilidad, se debe considerar que la utilización mecánica de un elemento adicionalmente se basa en su capacidad de extracción. La extracción de colorantes de tejidos vegetales generalmente se realiza con solventes naturales (Ibarz y Barbosa, 2005).

### **3.3.2 Factores que influyen en la extracción**

#### **3.3.2.1 Tamaño de partícula**

Al reducir el tamaño de partícula de un sólido se incrementa la velocidad de extracción debido a que tiene un contacto más considerable con el fluido. Por el contrario, un sólido con mayor tamaño de partícula dificulta la extracción porque no existe una libre circulación del fluido; por lo tanto, es primordial encontrar un adecuado tamaño de partícula que nos brinde una mejor extracción (Ullauri, 2010)

#### **3.3.2.2 Temperatura**

Se dice que la extracción es mejor a medida que se incrementa la temperatura; sin embargo, si se encuentran en las proximidades de 70 a 100 °C, el rendimiento de la extracción no aumenta por completo, debido a que las antocianinas son sensibles al calor (Centeno, 2003).

#### **3.3.2.3 Tiempo**

Es un factor que influye en la extracción con menor frecuencia, hoy en día se trabaja con tiempos extensos porque debe existir un tiempo adecuado para que el soluto se disperse completamente hacia la superficie y así tener un contacto mejor con el solvente (Centeno, 2003).

#### **3.3.2.4 Solvente**

Este debe ser escogido específicamente y deberá ser de baja consistencia. El etanol se utiliza mayormente en las extracciones y en cualquier caso el agua se considera como solvente universal para su límite de extracción en una etapa de fluidos fuertes (Ullauri 2010).

##### **3.3.2.4.1 Agua destilada**

El agua tiene una habilidad increíble para descomponer sustancias iónicas y sustancias polares. La asociación del átomo de agua con partículas polares o con sustancias iónicas es increíblemente alentada por la extremidad simple de esta partícula. Los átomos polares se intercalan de manera efectiva entre las partículas de agua, a medida que sus dipolos se conectan con ella, como la manera en que un átomo de agua similar interactúa entre sí. A veces, los solutos polares funcionan como dadores y en otros como receptores. Las sustancias iónicas se rompen en el agua debido a que sus partículas atraen electrostáticamente a las partículas que los forman. La colaboración con las partículas positivas se establece con el eje negativo del átomo de agua, mientras que la asociación con las partículas negativas ocurre con el ion positivo de la partícula de agua. Esta hidratación de las partículas de cargas inversas permite su desprendimiento, manifestándose la solubilización de las sustancias iónicas en el agua (Peña, Arroyo, Gomez, y Ricardo, 2004).

##### **3.3.2.4.2 Etanol**

El etanol, cuya ecuación de sustancia es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ , no es tan solo un solvente natural utilizado por el hombre para fines de ingeniería, también, por sus usos doméstico (Agroindustrial, 2004).

##### **3.3.2.4.3 Metanol**

El metanol es un compuesto de mezcla de la recolección de alcoholes, también llamado alcohol de metilo, y es igualmente el alcohol menos complejo en el grupo. Su ecuación es  $\text{CH}_3\text{OH}$ , que tiene una estructura compuesta fundamentalmente igual a la del agua, variando



solo en los puntos de asociación. En el momento en que el metanol está a temperatura ambiente, en condiciones normales, aparece en un estado fluido, siendo muy letal y combustible. Es un agravante que puede utilizarse como combustible, siendo muy miscible tanto en agua como en otros solventes naturales (Mendez, 2010).

### **3.3.3 Métodos de extracción**

#### **3.3.3.1 Maceración**

Se trata de presentar al sólido la actividad del solvente hasta el momento en que se impregne en la estructura y disuelva las partes solubles a temperatura ambiente durante el tiempo adecuado, considerando que los sólidos deben estar sumergidos. Si el tiempo de maceración se retrasa, los conservantes deberían utilizarse para evitar modificaciones microbianas (Yúfera, 1979).

#### **3.3.3.2 Agitación**

Esta técnica consiste en añadir el solvente a la muestra en un vaso precipitado y mediante un agitador se mezcla el solvente con la materia prima obteniendo el extracto (Yúfera, 1979).

#### **3.3.3.3 Cocciones**

Son fluidos que se obtienen sometiendo a ebullición sustancias vegetales con agua o con cualquier solvente. La muestra se coloca en un vaso precipitado, agregando el solvente e hirviendo a tiempos diferentes. La temperatura de extracción debe ser la adecuada para que no influya negativamente en la estructura del extracto (Yúfera, 1979).

#### **3.3.3.4 Lixiviación**

Esta metodología de extracción consiste en evacuar y recuperar un compuesto soluble de un sólido, tratándola con una disolución (líquida). El sólido puede ser una mezcla heterogénea de diferentes compuestos ya sea sólidos o fluidos, o una mezcla homogénea. Los sólidos para lixiviar tienen estructuras físicas distintivas, por lo que su descomposición es

importante para enmarcar una superficie de contacto más prominente con lo soluble. Las fuerzas físicas que afectan la lixiviación de manera importantes son: gravedad, viscosidad, fricción, adherencia, ósmosis, capilaridad y solución (Araujo, 1995).

### **3.3.3.5 Asistida por ultrasonido**

Entre las tecnologías de extracción actuales, el ultrasonido ha sido ampliamente reconocido como una tecnología eficaz y respetuosa con el medio ambiente, segura y barata, que es capaz de mejorar los diversos procesos de alimentos. Cuando se usa para aumentar el proceso de extracción sólido-líquido, puede incrementar el rendimiento de extracción y reducir el tiempo de extracción. “La base de la extracción asistida por ultrasonido es la cavitación ultrasónica, así como los efectos físicos y químicos acompañados. Específicamente, la propagación de ondas ultrasónicas en medio líquido puede generar burbujas de cavitación debido a la variación de presión. El colapso de estas burbujas puede producir localmente una presión y temperatura extremadamente altas, facilitando así la destrucción de la superficie del material” (Tao, Zhang, y Sun, 2014).

El uso de ultrasonidos de alta frecuencia puede aumentar la formación de radicales OH; sin embargo, la naturaleza hidrófila de las antocianinas los hace disponible para reaccionar con los radicales libres (Chowdhury y Viraraghavan, 2009). Los beneficios del ultrasonido según (Tomà, Valle, Rossi, y Brunenghi, 2001), son:

- ✓ Romper las capas límite
- ✓ Reducir tiempo, temperatura y concentración
- ✓ Ahorrar energía
- ✓ Dosificación sin procesamiento en línea
- ✓ Utilizar menos solventes ácidos
- ✓ Proceso de concentraciones de altos sólidos o de alta viscosidad
- ✓ Uso de ácidos orgánicos

### **3.3.4 Determinación de contenido de antocianinas**

La seguridad de los monómeros de antocianina agregados por la técnica de pH diferencial representada por Giusti y Wrolstad (2001) nos dice que el concentrado se debilitará con dos pHs (pH 1.0 y pH 4.5). Para tener la capacidad de cuantificar la absorbancia. La sustancia de los colores en el concentrado se comunicará en mg/100g.

### **3.3.5 Espectrofotometría**

La espectrofotometría es un método que mide la colaboración de átomos con radiación electromagnética. “El espectrofotómetro nos permitirá medir la absorbancia a la longitud de onda de máxima de absorción para antocianinas. Además, nos permitirá saber la cantidad de antocianinas presentes en las muestras a analizar” (Arenas y Lopez, 2004).

## **3.4 Taguchi**

### **3.4.1 Definición**

Rai, Jain, Abraham, y Pharm (2013) afirman que el método de Taguchi fue desarrollado por primera vez por Genichi Taguchi, A diferencia de otros diseños factoriales, el método de Taguchi requiere mínimos datos necesarios para determinar qué parámetros influyen más en la respuesta y la optimización con un mínimo de experimentación, ahorrando tiempo y recursos (Nakatsu, Lupo, Chinn, y Kang, 2000).

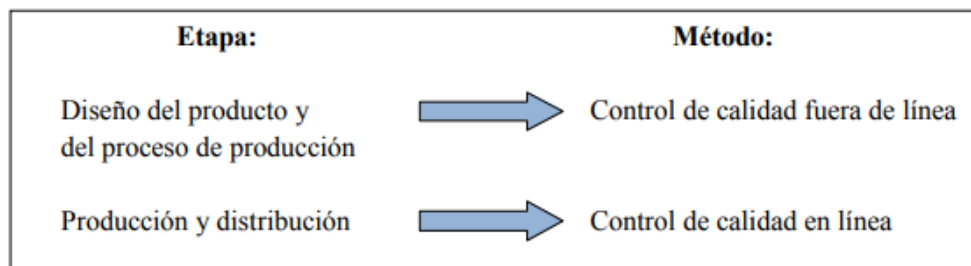
El método de Taguchi es un enfoque estadístico único que optimiza los procesos buscando las condiciones del proceso operativo adecuado. Por lo tanto, produce la mínima variación por reducir el número de experimentos (Rai, Jain y Abraham, 2013).

### **3.4.2 Control de calidad antes de la salida del producto al mercado**

La variabilidad de la función de un producto es causada por diversos factores llamados genéricamente factores de error o ruido. Según el Dr. Taguchi, existen tres tipos principales de ruido (Taguchi, 1986):

1. Ruido externo: Son las variables del medio ambiente, o las condiciones de uso que afectan a la función de un producto. Como ejemplo de este tipo de ruido tenemos la temperatura, la humedad, vibraciones del sitio donde el producto está montado, el polvo, los diferentes usuarios del producto, etc.
2. Ruido de deterioro o ruido interno: Son los cambios que se producen por efecto del paso del tiempo durante el almacenaje y/o el uso, que ocasionan que una o más características de calidad se alejen de sus metas funcionales.
3. Ruido de unidad a unidad: Diferencias entre unidades que son producidas con las mismas especificaciones.

El control de estos tipos de ruido se realiza en dos etapas con los métodos que se observan en la Figura 7.



**Figura 7** - Etapas para el control del ruido y los métodos aplicables según Taguchi

*Fuente : (Taguchi, 1986).*

### 3.4.3 Control de calidad fuera de la línea

Tiene dos partes: diseño del producto, y diseño del proceso de manufactura (Taguchi, 1986).

### 3.4.4 Diseño del producto

- **Diseño del sistema/concepto:** Seleccionar el mejor diseño de sistema/concepto y conjunto de tecnologías, entre todas las posibles alternativas que permitan el logro del objetivo de la función.
- **Diseño de parámetros:** Determinar los valores óptimos de los parámetros que afectan al desempeño (robustez y logro de metas) para el conjunto de conceptos/tecnologías.

El diseño de parámetros es el proceso de identificar y determinar los valores de los parámetros de diseño que minimizan la sensibilidad del diseño a las fuentes de variación.

- **Diseño de tolerancias:** Encontrar el balance óptimo de compromiso (trade-off) entre el costo de la pérdida de calidad debido a la variación, y el costo del conjunto de componentes y materiales tecnológicos que se requerirán. Este diseño se relaciona con la determinación de las especificaciones de tolerancia. Las especificaciones de tolerancia determinan los límites de tolerancia que se emplearán en los esquemas de diseño, y que serán utilizados en el control de calidad durante la manufactura (control de calidad en línea).

#### **3.4.5 Diseño del proceso de manufactura**

- Diseño del sistema/concepto: Seleccionar el mejor proceso de producción entre todas las posibles alternativas.
- Diseño de parámetros: Determinar los valores óptimos de los parámetros que afectan el desempeño (robustez y logro de metas) del proceso de producción seleccionado.
- Diseño de tolerancias: Determinar las especificaciones de tolerancia para los parámetros que afectan la calidad y el costo de los procesos de producción.

#### **3.4.6 Control de calidad en línea**

Después de que el proceso de producción y las condiciones de operación se hayan determinado, subsistirán las siguientes fuentes de variabilidad en el producto:

- Variabilidad en materiales y componentes.
- Deriva del proceso, desgaste de las herramientas, fallas de las máquinas.
- Variabilidad en la ejecución.
- Error humano.

Estas fuentes de variación tienen que ver con el control de calidad durante la producción normal, o control de calidad en línea. Tenemos tres formas de control de calidad en línea (Taguchi, 1986):

1. **Diagnóstico del proceso y ajustes:** También llamado control de proceso. El proceso es diagnosticado en forma periódica. Si todo está en orden, la producción continua. Si no está en orden, la producción se interrumpe mientras se busca la causa; y cuando se encuentra la causa, la producción reinicia. Alternativamente, se pueden hacer ajustes preventivos cuando se diagnostica que habrá alguna falla inminente.
2. **Predicción y corrección:** También llamado control. Una característica cuantitativa, se mide en forma periódica, y los valores medidos se usan para estimar el valor de la media de la característica del producto, asumiendo que la producción continúa sin ajustes. Si la diferencia del valor estimado respecto a la meta es significativa, se ajustará el nivel del factor de corrección del proceso que corresponda para reducir la diferencia.
3. **Medición y acción:** También llamado inspección. Cada unidad manufacturada es medida, y si no está dentro de las especificaciones, se retrabaja o se segrega. Este método de control de calidad tiene que ver sólo con el producto, mientras que los métodos (1) y (2) tienen que ver con el proceso

### **Capítulo III. Materiales y Métodos**

#### **4.1 Lugar de Ejecución**

El trabajo de investigación se realizó en dos lugares diferentes:

- ✓ En las instalaciones de la Universidad Peruana Unión, Lima (Km 19.5 Carretera Central, Ñaña – Lima), en el laboratorio de CITAL (Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos) y CICAL (Centro de Investigación en Ciencias de Alimentos) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- ✓ La Molina Calidad Total Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.

#### **4.2 Materia Prima**

Se utilizó la Cáscara de uva borgoña (*Vitis vinífera*), cultivada en Cascas Trujillo, procedente de la planta procesadora de zumos de uva, Agroindustria Natural Power Perú S.A.C. ubicada en C. R Virgen del Carmen 2da etapa Lima- San Juan De Lurigancho.

#### **4.3 Materiales y equipos**

##### **4.3.1 Materiales de vidrio**

- ✓ Matraz de Erlenmeyer de 250, 500 y 1000 ml
- ✓ Vaso de precipitado de 50, 200, 400, 500 y 1000 ml
- ✓ Pipetas de 1 y 5 ml
- ✓ Probeta de 100 ml
- ✓ Bureta de 50 ml
- ✓ Baguetas
- ✓ Campanas Desecadoras de Vidrio
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Botellas ámbar de 500 ml

#### **4.3.2 Materiales de metal**

- ✓ Cucharas metálicas
- ✓ Pinzas
- ✓ Soporte universal
- ✓ Pinza para bureta
- ✓ Soporte
- ✓ Latas de secador

#### **4.3.3 Materiales diversos**

- ✓ Plástico negro
- ✓ Papel film
- ✓ Papel filtro Wattman N°01
- ✓ Pizeta
- ✓ Tijera
- ✓ Marcador
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Baldes de plástico de 20 litros
- ✓ Jarras medidoras
- ✓ Tazones de acero inoxidable
- ✓ Gorras, mascarillas y guantes descartables

#### **4.3.4 Equipos**

- ✓ Agitador Magnético (Marca: Thermolyne; Mo.: SP18420-26; Se.: 757040811615)
- ✓ Agitador Orbital (Marca: Elmi, Mo.: SHAKER S-3)
- ✓ Pastilla magnética (Marca: Isolab)
- ✓ Balanza Analítica (Marca: OHAUS; Se.: 8329360138)



- ✓ Balanza gramera. Marca: Scout-Pro, Modelo: Scout Pro SP6000, Capacidad: 6000g.
- ✓ Estufa esterilizadora (Marca: Memmert, Modelo: UN200, Serie C2100706)
- ✓ Espectrofotómetro (Marca: ThermoSpectronic, Mo.: Genesys10UV; Serie: 2G6F302001)
- ✓ Micropipeta (Marca: Med, rango: 100 – 1000 uL)
- ✓ Micropipeta (Marca: Microlit, modelo: N.VVC5-5000, rango: 1-5 ml)
- ✓ Cubeta de Cuarzo (Marca: Varian)
- ✓ Potenciómetro digital (Marca: Hanna Mo.: H1 96801.)
- ✓ Refractómetro de mano (Marca:Atago 0-80 °Brix)
- ✓ Bomba al Vacío (Marca: Tecnal, Mo.: TE- 058)
- ✓ Refrigerador – congelador (Marca: Coldex, Mo.: CN36, Serie: 0200124477)
- ✓ Termómetro (Marca: Fisher Scientific, Rango de temperatura: -30 a 220°C.)
- ✓ Ultrasonido (Marca: Brason modelo: 2800)
- ✓ Colorímetro (Marca: 3nh)
- ✓ Refractómetro digital Hanna Mo H1 96801.
- ✓ Pulpeadora ( Marca: Innova)

#### **4.3.5 Reactivos**

- ✓ Etanol (96°GL)  $C_2H_6O$  (Marca: Merck)
- ✓ Ácido Cítrico  $C_6H_8O_7$  (E-330) (Marca: Merck)
- ✓ Ácido fosfórico (Marca: Merck)
- ✓ Ácido clorhídrico (HCl) 1 %. (Marca: Scharlau).
- ✓ Agua destilada
- ✓ Buffer Cloruro de potasio, (KCl) pH 1 (Marca: Merck)
- ✓ Buffer Acetato de sodio ( $CH_3COONa$ ) pH 4,5 (Marca: Merck)

- ✓ Bisulfito de Potasio (Marca: Merck)

#### **4.4 Metodología experimental**

Se elaboraron los extractos según el método descrito por Qu, Pan, y Ma (2010). La Figura 8 , detalla el procedimiento de la extracción de antocianinas a partir de cáscaras de uva; siendo las operaciones unitarias las siguientes:

##### **4.4.1 Recepción de Materia Prima**

Se recibió 19 kg de materia prima (residuos de uva borgoña), las cuales fueron almacenadas en un envase de plástico cuya capacidad era de 20 Kg, para luego ser transportadas a CITAL (Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos).

##### **4.4.2 Separado**

Para el inicio de este proceso, la materia prima envasada fue puesta en un equipo despulpador de frutas, agregándose a la materia prima (residuos de uva borgoña) 4 L de agua, para su uso, teniéndose un peso inicial de 23 Kg de residuos de uva. Al término de este proceso se obtuvo como resultado 13 Kg de cáscaras y 10 Kg de semillas.

##### **4.4.3 Congelación**

Al obtener estos 13 Kg de cáscaras, fueron puestas en un envase de plástico para ser llevadas a congelación a una temperatura de -20 °C.

##### **4.4.4 Acondicionamiento**

El acondicionamiento de las cáscaras de uva congeladas se realizó en una cámara de ambientación a 25°C hasta que la muestra se ablandó lo suficiente para permitir separar y extender el material, este proceso duró aproximadamente 5 h.

##### **4.4.5 Secado**

Las cáscaras de uva se extendieron en bandejas cubiertas con papel aluminio en una capa de no más de 1,5 cm, procurando que quedará completamente separado para asegurar el

secado homogéneo. Las bandejas con las cáscaras de uva extendidas se sometieron a secarse en una estufa con ventilación forzada y flujo de aire paralelo, a una temperatura de 45°C. Durante el proceso de secado se movió la muestra para contribuir al secado homogéneo de la misma. Este proceso se realizó en 20 h.

#### **4.4.6 Molienda y tamizado**

Las cáscaras de uva secas se sometieron a una molienda, obteniendo una harina de cáscara de uva; seguidamente se tamizaron, dando como resultado 3 kg de materia seca. La harina de cáscara de uva se sometió a un análisis de distribución de tamaño de partícula, con el fin de seleccionar el tamaño más adecuado para su posterior extracción y así tener un buen extracto antociánico. Finalmente, las muestras se sellaron y se almacenaron en la oscuridad hasta su uso.

#### **4.4.7 Extracción**

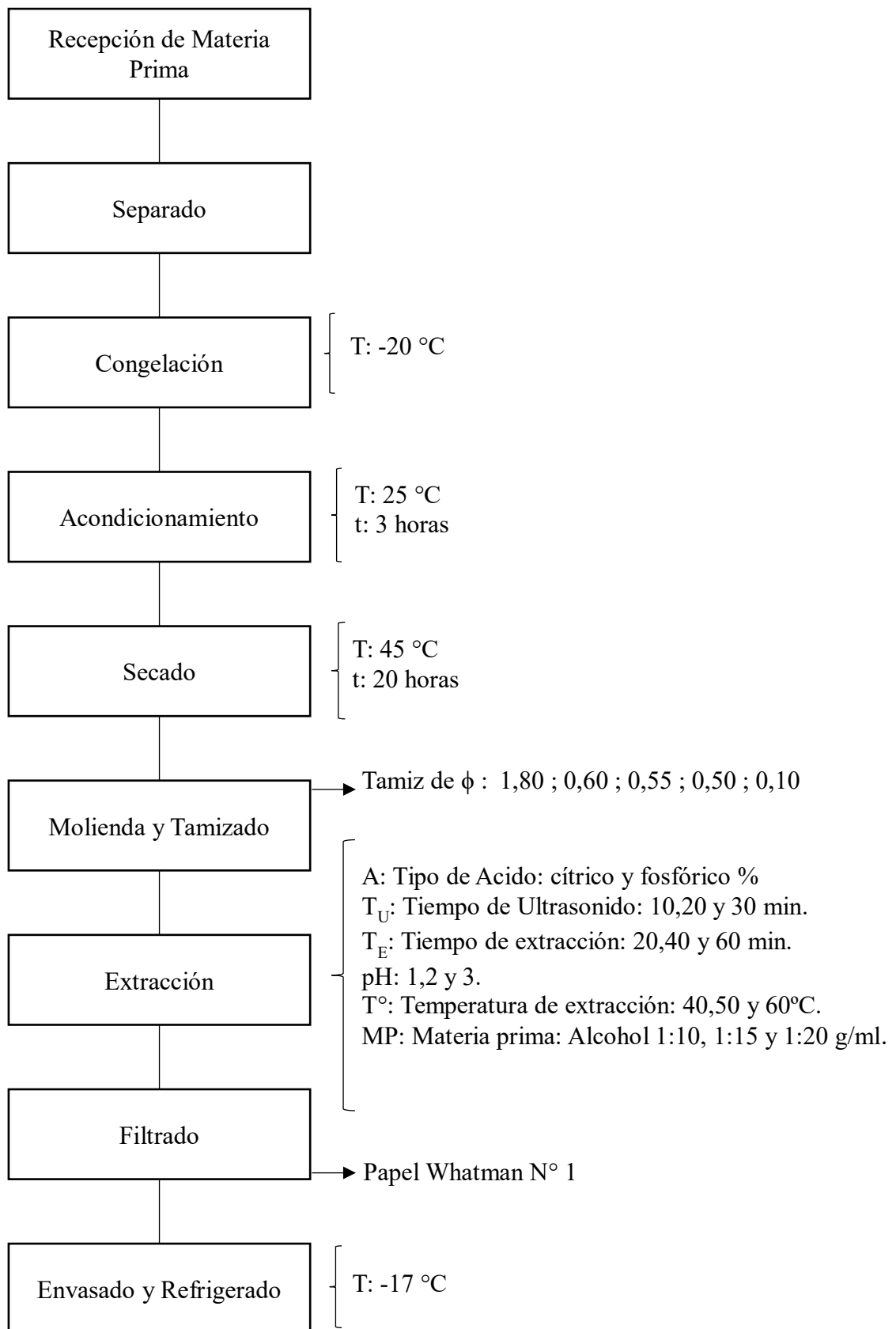
Esta operación permitió separar las antocianinas de la cáscara de uva. La extracción de antocianinas se realizó por el método de agitación mecánica o difusión; con un solvente (etanol de 96°) a diferentes tiempos ultrasonido (10, 20, 30 min.), a 40, 50, 60°C, con tres tiempos de extracción (20, 40, 60 minutos), diferentes pH (1, 2,3), con una relación materia prima solvente de (1:10, 1:15, 1:20) y diferentes tipos de ácidos (cítrico, fosfórico).

#### **4.4.8 Filtrado**

Esta operación tuvo como fin separar la torta del extracto antociánico, para esta operación se utilizó papel Whatman N° 1 y una bomba de vacío, con el objetivo de facilitar el paso del extracto a través del papel filtro.

#### **4.4.9 Envasado y refrigerado**

Los extractos antociánicos fueron almacenados en botellas de vidrio ámbar de 500 ml, y refrigerados a una temperatura de 17 °C para su posterior análisis.



**Figura 8** - Diagrama de flujo para la extracción de antocianinas a partir de cáscaras de uva (*vitis vinífera*).

## **4.5 Metodología de análisis de harina de cáscara de uva**

### **4.5.1 Análisis proximal**

Los residuos de uva fueron obtenidos del proceso de elaboración de zumo, que se realizará después de concluida la primera pasteurización, posteriormente, la muestra fue deshidratada y molida para obtener un residuo seco con propiedades inalterables. Después de la molida, las muestras fueron colocadas en bolsas plástica oscuras y almacenadas en refrigerador doméstico hasta su uso.

#### **4.5.1.1 Grasa Cruda**

Se evaluó por el método Soxhlet (AOAC, Cap. 3, Pág. 24, 20th edition 2016)

#### **4.5.1.2 Proteína**

Se analizó por el método semi-micro Kjeldahl (AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 20th edition 2016)

#### **4.5.1.3 Cenizas**

Se realizó por el método gravimétrico (AOAC 940.26 (A) Cap. 37, Pág. 7, 20th edition 2016)

#### **4.5.1.4 Energía total**

Se cuantificó por el cálculo MS-INN (Collazos., White., Viñas y Alvestur, 1993)

#### **4.5.1.5 Carbohidratos**

Se calculó por diferencia MS-INN (Collazos., White., Viñas y Alvestur, 1993)

#### **4.5.1.6 Humedad**

Se determinó por el método gravimétrico (AOAC 930.04 cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016)

#### **4.5.1.7 Distribución de tamaño de partícula**

“La distribución del tamaño de partícula”, se determinó usando un sistema de tamices con aberturas de 1.80 mm, 0.60 mm, 0.55 mm, 0.50 mm, 0.10 mm, durante 15 minutos y a vibración nivel 5 (Farias y Coaquira, 2015). Las masas de muestra retenidas sobre los tamices fueron pesadas en una balanza analítica, finalmente las masas de materia prima con tamaño de partícula entre 0,60 mm y 0.10 mm fueron utilizadas para las extracciones.

### **4.6 Metodología de análisis de la extracción de antocianinas**

#### **4.6.1 Cuantificación de antocianinas**

Para determinar la concentración total de antocianinas se utilizó el método diferencial de pH propuesto por Giusti y Wrolstad (2001). El contenido de antocianinas se determinó por el cambio de absorbancia a dos pHs diferentes.

La metodología para determinar la concentración de antocianinas por pH diferencial se muestra a continuación:

#### **✓ Preparación de Buffers**

✓ Buffer cloruro de potasio 0.025 M pH 1.0; se mezcló 1,86 g de KCl y 980 ml de agua destilada en un vaso de precipitados. Se midió el pH y se ajustó a 1.0 con HCl concentrado.

✓ Buffer Acetato de Sodio 0.4M pH 4.5, se mezcló 54.43 g de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}_3 \text{H}_2\text{O}$  y 960 ml de agua destilada en un vaso de precipitados. Se midió el pH y se ajustó a 4.5 con HCl concentrado.

✓ **Preparación de solución lectura:** La muestra acondicionada se diluyó en los buffers pH 1.0 (cloruro de potasio) y buffer pH 4.5 (acetato de sodio). La dilución debe ser tal que la muestra a pH 1,0 tenga una absorbancia menor a 1.0 y preferentemente en el rango de 0.4 a 0.6. El factor de dilución fue el mismo para ambas muestras (pH 1.0 y pH 4.5).

- ✓ Determinación de longitud de onda de máxima absorbancia de la antocianina.
- ✓ **Lectura en el Espectrofotómetro:** se añadió una porción de la solución de lectura en el tubo de cuarzo, y en otro el blanco (agua destilada). En un espectrofotómetro – UV fueron utilizadas las mediciones espectrales a 510 y 700 nm.

$$\text{Total de antocianinas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{(A \cdot PM \cdot FD \cdot 1000)}{\epsilon \cdot l} \quad (\text{Ec1})$$

Donde:

- ✓  $A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$
- ✓ PM (Peso molecular) = 449.2 g/mol para cianidina-3-glucósido
- ✓ FD= factor de dilución; l= longitud de paso de celda en cm.
- ✓  $\epsilon = 26900$  coeficiente de extinción molar para cianidina- 3- glucósido,  
1000= factor de conversión de g a mg.

#### 4.6.2 Índice de degradación de antocianinas

Para determinar el índice de degradación de antocianinas se utilizó el método propuesto por (Giusti y Wrolstad, 2001).

- ✓ **Preparación de la solución de Bisulfito**
  - ✓ Se disolvió 1 g de metabisulfito de potasio ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) en 5 ml de agua destilada.
- ✓ **Preparación de solución lectura:** Se determinó el factor de dilución apropiado para la muestra diluyéndolo con tampón de cloruro de potasio 0.025 M, pH 1.0 hasta que la absorbancia de la muestra estuviera dentro del rango lineal del espectrofotómetro
- ✓ Se llevó a cero el espectrofotómetro con agua destilada en todas las longitudes de onda que se utilizaron (420 nm, 510 nm, 700 nm).
- ✓ Se diluyo la muestra con agua destilada usando el factor de dilución que se había determinado. Seguidamente se transfirió 2,8 ml de la muestra diluida a cada una de las

dos cubetas. Agregando 0,2 ml de solución de bisulfito a una y 0,2 ml de agua destilada a la otra. Finalmente se equilibró por 15 min.

- ✓ Se midió la absorbancia de ambas muestras a 420 nm, 510 nm y 700 nm, contra una celda en blanco llena de agua destilada.
- ✓ Se cuantificó la densidad de color de la muestra de control (tratada con agua) de la siguiente manera:

$$\text{Densidad de color} = [(A_{420nm} - A_{700nm}) + (A_{510nm} - A_{700nm}) * FD] \quad (\text{Ec2})$$

- ✓ Se calculó el color polimérico de la muestra blanqueada con bisulfito de la siguiente manera:

$$\text{Color polimérico} = [(A_{420nm} - A_{700nm}) + (A_{510nm} - A_{700nm}) * FD] \quad (\text{Ec3})$$

- ✓ Se determinó el porcentaje de color polimérico con la fórmula:

$$\text{Porcentaje de color polimérico} = \left[ \frac{\text{color polimérico}}{\text{densidad de color}} \right] * 100 \quad (\text{Ec4})$$

#### 4.6.3 Determinación de Sólidos Solubles

Se midieron los sólidos solubles totales (°Brix) con un refractómetro digital Hanna Mo H1 96801.

#### 4.6.4 Determinación de color

Se determinó el color de la extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva utilizando un colorímetro 3nh; (reflectancia d/8; con un agujero de medición de la cabeza 8 mm con una medición de tiempo 2,5s); previamente calibrado con el patrón blanco y negro, se colocaron las muestras en una cubeta de cuarzo para su posterior medición. Los valores de color fueron expresados en L\* (Luminosidad) ,a\*[(+)rojo/(-)verde] ,b\*[(+)amarillo/(-)azul)],



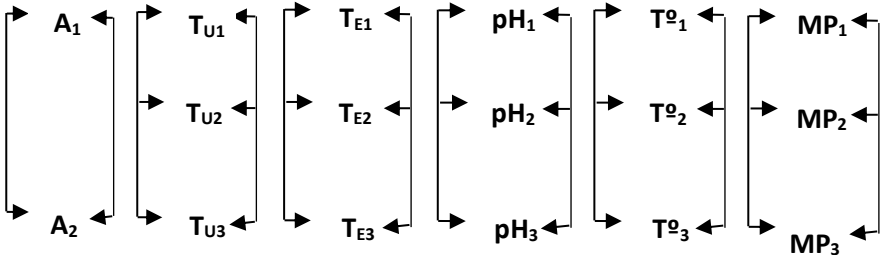
C\* (pureza) y h\*(Tonalidad), utilizando el programa Color Quality Controller System (Maskan, 2001).

#### **4.7 Esquema experimental de la investigación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se llevaron a cabo cuatro etapas:

- ✓ Secado de materia prima
- ✓ Análisis proximales de la harina de cáscara de uva.
- ✓ Extracción de antocianinas
- ✓ Análisis del extracto antociánico

La Figura 9 muestra el esquema experimental del trabajo de investigación.

OPERACIONES	Recepción	Extracción	Almacenado	Análisis del extracto Antocianico
CONDICIONES Y/O PARÁMETROS	Cáscara de uva borgeña ( <i>viñis vinífera</i> )		<p style="text-align: center;">→</p> <p style="text-align: center;">10 °C</p>	<p style="text-align: center;">→</p> <p style="text-align: center;">T° Amb.</p>
CONTROL	Determinación de: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distribución de Tamaño de partícula</li> <li>✓ Humedad %</li> <li>✓ Lípidos %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A: Tipo de Acido: cítrico y fosfórico %</li> <li>✓ T<sub>U</sub>: Tiempo de Ultrasonido: 10,20 y 30 min.</li> <li>✓ T<sub>E</sub>: Tiempo de extracción: 20,40 y 60 min.</li> <li>✓ pH: 1,2 y 3.</li> <li>✓ T°: Temperatura de extracción: 40,50 y 60 °C.</li> <li>✓ MP: Materia prima: Alcohol 1:10, 1:15 y 1:20 g/ml.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Se aplicará la Metodología Taguchi con un arreglo ortogonal L18 (2 x 3<sup>7-5</sup>).</p>	<p style="text-align: center;">Se almacenaron en botellas ámbar, correctamente tapadas.</p>	<p style="text-align: center;">Cuantificación de las antocianinas monoméricas. (mg Cianidina-3-glucosido/L.); antocianina polimérica (%); Sólidos solubles (Brix°) y Propiedades ópticas</p>

**Figura 9** - Esquema experimental del trabajo de investigación

#### 4.8 Diseño Estadístico

Se realizó la determinación de los factores que influyen significativamente ( $p < 0,05$ ) para la extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva para lo cual se aplicó la Metodología Taguchi con un arreglo ortogonal L18 ( $2 \times 3^{7-5}$ ). Como se aprecia en la tabla 2, se tienen 6 factores de procesamiento con dos interacciones.

**Tabla 2** - Niveles codificados de los factores o variables independientes para la obtención del extracto antociánico.

Niveles	Factores o variables independientes							
Codificados	A*	B	C	D	E	F	G	H
1	Cítrico	10	20	1	40	-	1:10	-
2	Fosfórico	20	40	2	50	-	1:15	-
3	-	30	60	3	60	-	1:20	-

\* El ácido cítrico ( $pK1 = 3.09$ ;  $pK2 = 4.74$ ;  $pK3 = 5.41$ ), El ácido fosfórico ( $pK1 = 2,15$ ;  $pK2 = 7,1$ ;  $pK3 \sim 12,4$ ), para expresar la fortaleza de un ácido podemos observar sus valores de  $pK_a$ , (poder disociador), cuando un ácido tiene menor  $pK_a$ , tiene más probabilidad de disociarse ya que su  $K_a$  (constante de disociación) aumenta. En conclusión, cuando un ácido tiene menor  $pK_a$ , su fortaleza aumenta (Street, 2010).

**Donde:**

- ✓ A: Tipo de ácido
- ✓ B: Tiempo ultrasonido (min.)
- ✓ C: Tiempo de extracción (min.)
- ✓ D: pH (%)
- ✓ E: Temperatura de extracción (°C)
- ✓ F: pH – Tiempo ultrasonido (interacción)
- ✓ G: MP: Solvente (alcohol al 96%)
- ✓ H: Temperatura de extracción – Tiempo de extracción (interacción)

La determinación del tiempo de ultrasonido, relación materia prima: solvente, pH de extracción, tipo de ácido, tiempo y temperatura de extracción adecuada, se hicieron en base a la cantidad de antocianina monomérica expresada en mg cianidina-3-glucosido/100g, al porcentaje de color polimérico (antocianina polimérica), Brix (sólidos solubles), y a las propiedades ópticas ( $L^*.a^*.b^*$ ,  $chroma C^*$  y ángulo hue  $h^*$ .)

Desarrollando un Screening mediante el Método Taguchi, se efectuó 18 tratamientos con un nivel de significancia de 95% ( $p < 0,05$ ) tal como se aprecia en la tabla 3. Se realizó 2 repeticiones más el genuino, se consideró también la razón señal/ ruido y la condición mayor es mejor y menor es mejor. El software utilizado fue Statistics 7.0.

#### **4.8.1 Análisis Estadístico**

Se utilizó el análisis de variancia (ANOVA), y el gráfico de Razón señal Ruido con las condiciones mayor es mejor y menor es mejor, para evaluar la importancia de los efectos de los factores independientes sobre la variable respuesta, utilizando un nivel de error del 5 % ( $\alpha = 0,05$ ). Se trabajó en base a los promedios y desviaciones estándar.

**Tabla 3-** Distribución de los factores y sus niveles en el diseño ortogonal TaguchiL<sub>18</sub> (2 x 3<sup>75</sup>) para la obtención del extracto antociánico.

Tratamientos	Factores de control							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-
2	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-
3	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-
4	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-
5	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-
6	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-
7	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-
8	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-
9	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-
10	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-
11	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-
12	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-
13	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-
14	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-
15	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-
16	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-
17	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-
18	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-

## Capítulo IV. Resultados y Discusión

### 5.1 Análisis proximal de la harina de cáscara de uva borgoña

Como se observa en la tabla 4 la harina de cáscara de uva tiene un alto contenido de energía total  $353.1 \pm 0.00\%$  y de carbohidratos  $80.2 \pm 0.00\%$ , si se compara con Londoño, Mieres, Andrade, y García (2011) quien determinó que la energía total y carbohidratos de la cáscara de uva fue de ( $280.6 \pm 0.05\%$  y  $33.2 \pm 0.05\%$ ; respectivamente), esto se debería relativamente a la variedad de uva utilizada ya que en su investigación el utilizo la variedad criolla.

Seguidamente la humedad se encontró en un valor de  $10.9 \pm 0.01\%$  resultado que concuerda con Canett *et al.* (2004) que determinaron una humedad de  $10 \pm 0.03\%$ , esto se debe a que las muestras de cáscara de uva se sometieron a un secado previo; sin embargo Londoño *et al.* (2011) presentó una humedad elevada de  $51,8 \pm 0.03\%$ , esta controversia se debe al tiempo y a las condiciones de almacenamiento y también a las operaciones previamente realizadas en este caso el secado.

**Tabla 4** - Análisis proximales de la harina de cáscara de uva borgoña expresada en base seca

Harina de cáscara de uva	Resultado	Unidades
<b>Grasa Cruda</b>	$1.5 \pm 0.01$	%
<b>Proteína</b>	$4.7 \pm 0.03$	%
<b>Cenizas</b>	$2.7 \pm 0.02$	%
<b>Energía Total</b>	$353.1 \pm 0.00$	%
<b>Carbohidratos</b>	$80.2 \pm 0.00$	%
<b>Humedad</b>	$10.9 \pm 0.01$	%

\*Los valores representan el promedio de tres repeticiones

La cantidad de proteína que se encontró fue ( $4.7 \pm 0.03\%$ ) valor que está en el rango establecido por Londoño *et al.* (2011) de 4 a 8 %. Lo que nos afirma que la cáscara de uva tiene

un buen valor nutricional. En cuanto a la cantidad de ceniza y grasa cruda los resultados fueron ( $2.7 \pm 0.02\%$  y  $1.5 \pm 0.01\%$ ; respectivamente) valores que indican el bajo contenido de lípidos y cenizas, debido a que los aceites se encuentran mayormente en la semilla y no en la cáscara, por otro lado, se descartaría la posible presencia de adulterantes inorgánicos.

Sin lugar a duda la harina de cáscara de uva cumple con los valores nutricionales generales gracias a su alto contenido energético; demostrando así que este subproducto puede ser reutilizado para el consumo humano.

### 5.1.1 Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva

Para las pruebas de distribución de tamaño de partícula de harina de cáscara de uva se comenzó con 100 g iniciales (ver figura 10). El primer y el segundo tamaño de partícula (<1,80 mm y 1,80 mm; respectivamente) fueron la fracción residual, debido a su mayor tamaño y su bajo rendimiento en el tamizado (solo un  $2,2 \pm 0.24\%$  y  $1,7 \pm 0.25\%$ ; respectivamente) por lo cual no fueron considerados para las extracciones.

**Tabla 5** - Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva

<b>Diámetro del poro del tamiz (mm)</b>	<b>Materia prima retenida (%)</b>
<b>&lt; 1.80</b>	$2.2 \pm 0.24$
<b>1.80</b>	$1.7 \pm 0.25$
<b>0.60</b>	$33.1 \pm 0.41$
<b>0.55</b>	$16.6 \pm 0.36$
<b>0.50</b>	$25.9 \pm 0.42$
<b>0.10</b>	$21.6 \pm 0.52$

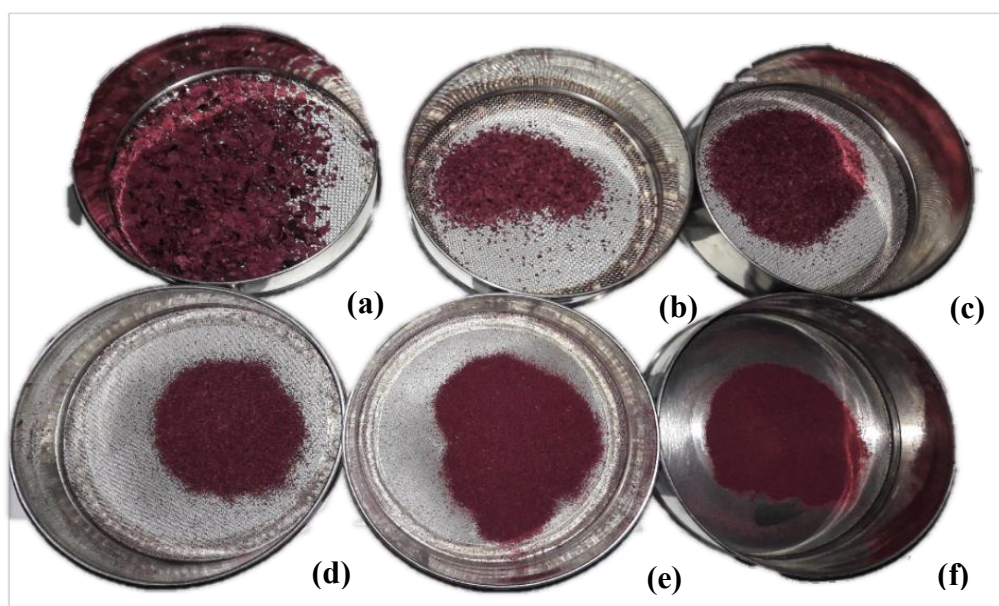
\*Los valores se representan el promedio de tres repeticiones

El tercer tamaño de partícula (0,60 mm), consiguió el mejor rendimiento con un  $33.1 \pm 0.41\%$ , como se observa en la tabla 5. A pesar de que este no es un valor tan alto es importante

considerar que la molienda fue hecha de forma artesanal, probablemente de forma industrial se obtendrían mejores valores.

En cuanto al cuarto, quinto y sexto tamaño de partícula (0,55 mm; 0,50 mm y 0,10 mm, respectivamente), se tuvo un rendimiento de ( $16.6 \pm 0.36$ ;  $25.9 \pm 0.42$  y  $21.6 \pm 0.52$  % respectivamente). En este caso, el tamaño de partícula más adecuado es el de 0.60 mm, considerando únicamente el rendimiento en el tamizado.

Para la extracción se seleccionó el mejor tamaño de partícula considerando dos criterios; el rendimiento en el tamizado e investigaciones en la literatura. Por lo cual el tamaño de partícula indicado está en el rango de 0.60 mm a 0.10 mm, debido a que Qu *et al.* (2010) informaron que tamaños de partículas pequeños incrementan el rendimiento de polifenoles en la extracción.



**Figura 10** - Distribución de tamaño de partícula de la harina de cáscara de uva  $< 1.80$  (a)

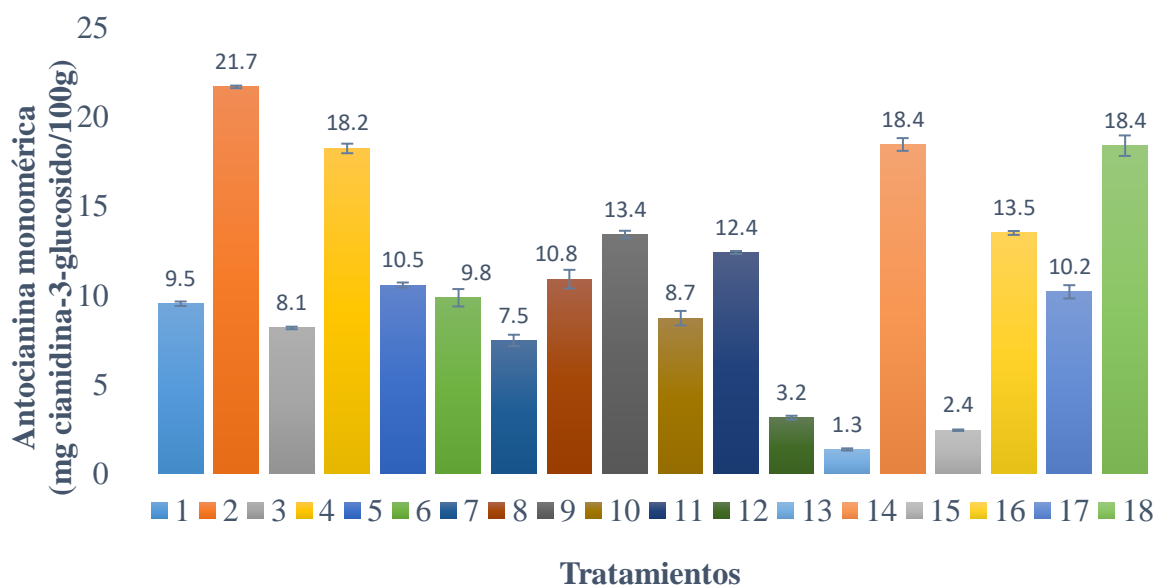
1.80 (b) ; 0.60 (c); 0.55 (d); 0.50 (e) y 0.10 (f)



## 5.2 Análisis de la extracción de antocianinas

### 5.2.1 Cuantificación de antocianinas (mg cianidina 3 glucosido/100g)

Los resultados en cuanto a la cuantificación de antocianina monomérica se muestran a continuación ( Figura 11). El tratamiento con mayor rendimiento fue el T2 con  $21.7 \pm 0.21$  mg de cianidina 3 glucosido/100g, cifra que se encuentra dentro del rango propuesto por Giusti y Wrolstad (2003), ellos mencionan que el contenido de antocianinas en las uvas son de 6 a 600 mg/100g. Por otro lado se encontró que la concentración de antocianina en uvas para Mendez y Ruitón (2011), fue de 21.8 mg de cianidina 3-glucósido/100g, resultado que concuerda con la investigación presente.



**Figura 11** - Gráfico de la Cuantificación de Antocianinas Monoméricas respecto a los 18 tratamientos

Los T4; T14 y T18 obtuvieron resultados similares ( $18.2 \pm 0.27$ ;  $18.44 \pm 0.36$  y  $18.4 \pm 0.58$  mg de cianidina 3 glucosido/100g respectivamente) , a diferencia de los T12; T13 y el T15 que fueron los de menor rendimiento con ( $3.2 \pm 0.11$  ;  $1.3 \pm 0.06$  y  $2.4 \pm 0.04$  mg de

cianidina 3 glucosido/100g respectivamente), los datos experimentales de la extracción se pueden observar en el Anexo 2 - Tabla 13.

Estudios médicos han demostrado que pacientes con arteroesclerosis presentan contenidos bajos de antioxidantes al compararlos con individuos sanos Durak, Kaçmaz, Çimen, Büyükkoçak, y Öztürk (2001). También se conoce que el consumo de suplementos antioxidantes revierte los efectos degenerativos del envejecimiento (Joseph y *et al.*, 2003)

Los investigadores Ching, Ingram, Hahnel, Beilby, y Rossi (2002) nos afirman que, al incrementar los niveles de antioxidantes en la sangre, los riesgos de presentar cáncer de mamá se ven disminuidos. Asimismo Olsson, Gustavsson, Andersson, Nilsson, y Duan (2004) evaluaron el efecto de antocianinas, como la cianidina-3-glucósido, en la proliferación de células de cáncer de colon y de mama, encontrando actividad anticancerígena.

En la tabla 6 podemos observar el ANOVA de la cuantificación de antocianinas Monoméricas, la cual nos indica estadísticamente que existe una diferencia significativa en todos los factores estudiados con un p-valor < 0,05 según el diseño experimental realizado.

**Tabla 6 - ANOVA de la Cuantificación de Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100g)**

Factores	SS	df	MS	F	p- valor
<b>Tipo de Acido</b>	206.1891	1	206.1891	175.4661	0.00000
<b>Tiempo de ultrasonido</b>	144.6231	2	72.3115	61.5368	0.00000
<b>Tiempo de extracción</b>	222.5602	2	111.2801	94.6989	0.00000
<b>pH</b>	781.7728	2	390.8864	332.6427	0.00000
<b>Temperatura de extracción</b>	257.1277	2	128.5638	109.4073	0.00000
<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	75.9193	2	37.9597	32.3035	0.00000
<b>MP: solvente</b>	357.1822	2	178.5911	151.9803	0.00000
<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	28.7460	2	14.3730	12.2314	0.000079
<b>Residual</b>	44.6536	2	1.1751		

\*Media = 19.1507 ; Desviación estándar (SD) = 6.32273

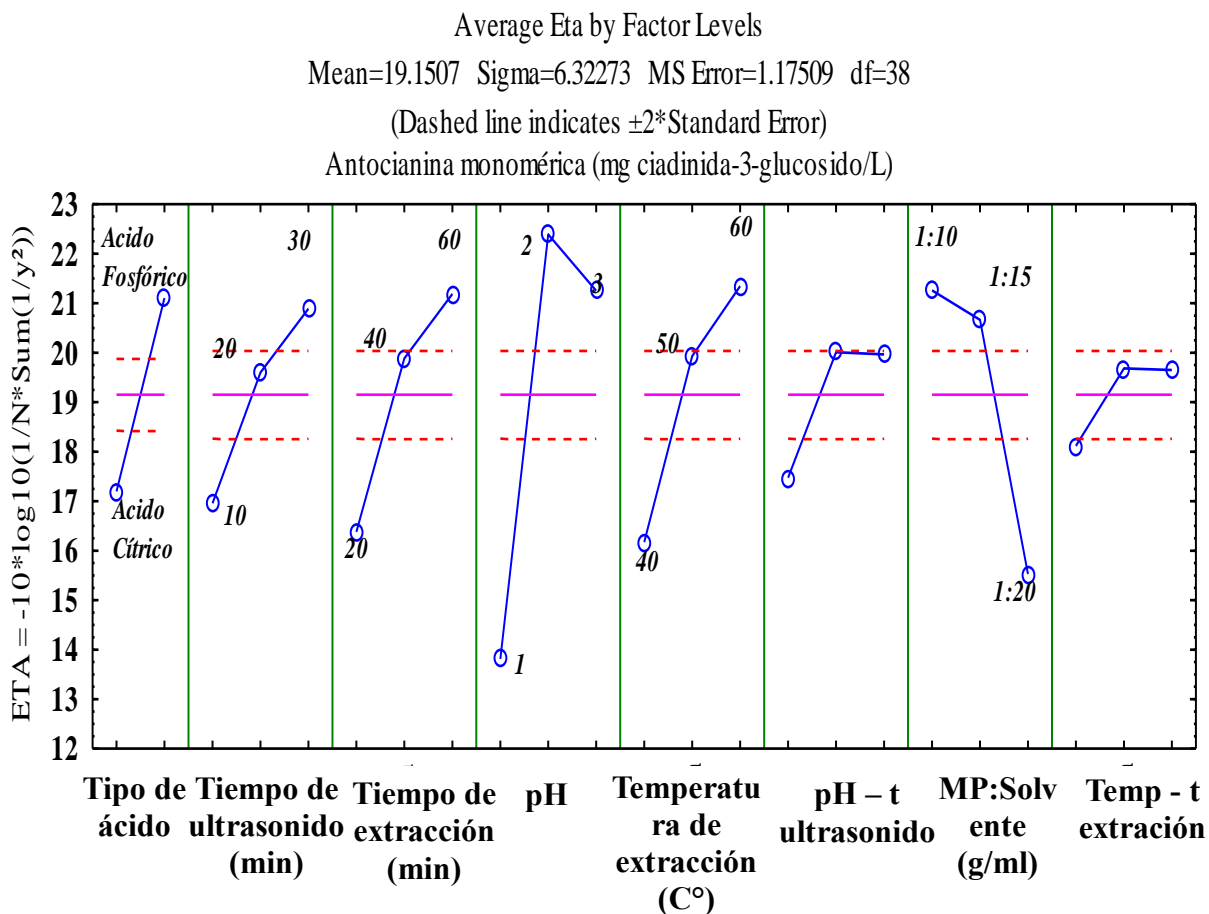
El objetivo principal del análisis de varianza (ANOVA) fue extraer de los resultados cuanta variación produce cada factor con respecto a la variación total observada en el resultado Mousavi, Yaghmaei, Jafari, Vossoughi, y Ghobadi (2007), Un modelo con el valor E (ERM%) por debajo del 10% se considera aceptable. (Deng y Zhao, 2008).

Los valores de señal ruido están representados gráficamente en la Figura 12 donde se muestra que los factores evaluados y sus respectivas interacciones influyen significativamente en la cantidad de antocianinas monoméricas (cianidina-3-glucosido), según el arreglo ortogonal aplicado.

También podemos observar el grado de significancia, cuanto más alejados se encuentren los límites de cada factor respecto a las líneas punteadas (líneas de significancia), mayor es su grado de significancia (influencia).

El pH es el factor que produce mayor variabilidad por lo que se ajusta en su nivel medio (2) positivamente a pH 2, estos resultados están de acuerdo con Gonzalez, (2013) que manifiesta que las antocianinas en medios ácidos son más estables ya que la estructura predominante es el catión flavilio dando coloraciones rojizas, por el contrario, en un medio base o alcalino las antocianinas son inestables debido a su estructura incolora “carbinol y chalcona”. Otros autores como Aguilera, Reza, Chew y Meza (2011) están de acuerdo con lo ya mencionado. En conclusión, la mayor expresión de color en las antocianinas es a valores de pH ácidos y en su estructura catión flavilio.

En segundo lugar, se encuentra el factor relación MP: Solvente en su nivel mínimo (1) que es 1:10; Esto significa que cuanto mayor sea la relación MP: Solvente, menor es el contenido de antocianinas monoméricas, independientemente a la concentración de etanol.



**Figura 12** – Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas en la cuantificación de Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100mg)

Properties (2003), estudió los efectos del factor mencionado (relación MP:solvente) encontrando como resultado que una mayor cantidad de solvente, produce extractos más diluidos, lo que puede explicar los índices bajos de antocianinas hallados en el extracto.

Seguidamente la temperatura de extracción en su nivel máximo (3) que es 60 °C y el tiempo de extracción en su nivel máximo (3) que es 60 minutos también influyeron significativamente, donde se obtuvo 21 mg de cianidina 3 glucósido/100g; valor superior al obtenido por Gutierrez *et al.* (2009), cuyo resultado fue de 17, 550 mg de cianidina 3 glucósido/100g, debido a que dichos autores trabajaron con la misma temperatura de 60 °C pero a un tiempo menor 30 minutos.

El factor tipo de ácido causó efectos significativos en la cuantificación de antocianina monomérica, en su nivel máximo (2), ácido fosfórico (El y Una, 2014) nos dice que “la extracción de antocianinas” se haga con solventes neutros (en este caso etanol) y ácidos débiles (en este caso ácido fosfórico).

Otro factor significativo fue el tiempo de ultrasonido en su nivel máximo (3) que es 30 minutos, Los investigadores Golmohamadi, Möller, Powers, y Nindo (2013) reportaron que, para 20 kHz, la extracción veces por encima de 10 min causó una reducción del contenido de antocianina total en el puré de frambuesa. Sin embargo, Vieira, Cavalcanti, Meireles, y Hubinger (2013) encontraron un aumento constante de las antocianinas monoméricas totales a lo largo de un período de 180 min, cuando la extracción de antocianinas a 40 kHz. Esta demuestra la necesidad de contextualización de la matriz y el desarrollo de protocolos específicos para cada matriz; las frecuencias de ultrasonido son capaces de facilitar la hidratación de materiales vegetales que conduce a la ampliación de los poros de la pared celular y, ocasionalmente, causar la ruptura de la pared celular. Esto promoverá la transferencia de masa, por lo tanto, teniendo en cuenta el aumento del rendimiento de la extracción (Golmohamadi et al., 2013; Huie, 2002).

Las interacciones también producen variabilidad: pH – tiempo ultrasonido (interacción) en su nivel medio (2). Como la energía vibratoria se disipa en forma de calor durante la extracción de antocianinas esto es notorio por su sensibilidad al calor, es lógico pensar que la tiempo de extracción es una variable particularmente importante (Alessandro, Dimitrov, Vauchel, y Nikov, 2013). Esto se debe a que el uso del ultrasonido rompe las paredes celulares y el colorante se difunde mediante la matriz, lo que permite la absorción del disolvente a nivel celular incrementando el rendimiento de extracción (Toma, Vinatoru, Paniwnyk, y Mason, 2001). Por lo general, durante este proceso la temperatura aumenta debido a la cavitación, colapso asimétrico de burbujas cerca de las superficies de las paredes celulares, y

la producción de micro chorros. Estos episodios producen energía que está parcialmente absorbida por el medio y se disipa en forma de calor, lo que resulta en aumento de la temperatura (Soria y Villamiel, 2010).

Chen et al., (2007) afirma que el contenido de antocianinas extraíble y /o medible se puede aumentar a través de sonicación como se observó en los 20 min cuando los efectos de cavitación causadas. esto quiere decir que a mayores tiempos de ultrasonido la temperatura aumenta y por lo tanto puede causar una degradación de la antocianina. Esto significa que, si las antocianinas se introducen en el sistema a un valor de pH de 2 (donde están en su forma de catión flavilio) que interactúan con la carga negativa sobrenadante y los otros compuestos se pueden eliminar con disolventes con diferentes polaridades (dada que sus valores de pH no se elevan significativamente) (He y Giusti, 2011).

En el caso de la temperatura de extracción – tiempo de extracción (interacción) en sus niveles medio (2); fue significativa, lo que reafirma Gutierrez et al. (2009) en su investigación donde las condiciones adecuadas de extracción fueron a una temperatura de 75 °C y aun tiempo de 60 minutos.

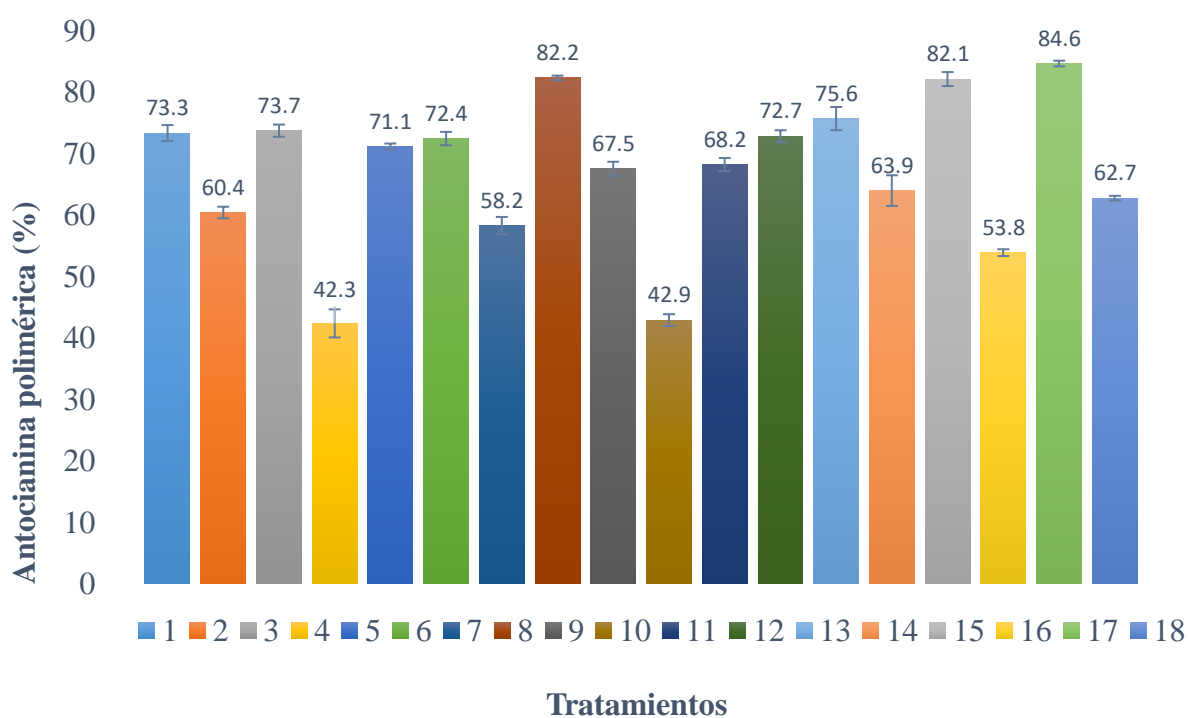
Por otro lado la extracción de antocianinas por cáscaras de la piel de uva, Liazid, Guerrero, Cantos, Palma, y Barroso (2011) reportaron que, hasta el 100 ° C, hubo un incremento significativo en el contenido de antocianinas.

### **5.2.2 Antocianina Polimérica (%)**

En la Figura 13 se muestran los resultados en cuanto al porcentaje de antocianina polimérica, donde el tratamiento con mayor rendimiento fue el T17 con  $84.6 \pm 0.46$  %, si se compara con Herrera (2017) quien determinó que el porcentaje de antocianina polimérica de la cáscara de uva fue de  $(70 \% \pm 0.009 \%)$ , este valor menor se debería relativamente a la variedad de uva utilizada. “La intensidad del color también dependería de la concentración de

las antocianinas, favoreciendo reacciones de copigmentación” (Santacruz, Osorio, González, y Heredia, 2012).

Seguido de los T8 y el T15 con valores de  $82.2 \pm 0.39$  y  $82.1 \pm 1.14$  % respectivamente; mientras que el T13; T3; T1; T12; T6 y T5 obtuvieron resultados similares ( $75.6 \pm 1.88$ ;  $73.7 \pm 0.99$  ;  $73.3 \pm 1.30$ ;  $72.7 \pm 0.98$ ;  $72.4 \pm 1.09$  y  $71.1 \pm 0.50$  % ; respectivamente) , a diferencia de los T16; T10 y T4 que fueron los de menor rendimiento con ( $53.8 \pm 0.55$ ;  $42.9 \pm 0.97$  y  $42.3 \pm 2.28$  % ; respectivamente), los datos experimentales de la extracción se pueden observar en el Anexo 2- Tabla 13.



**Figura 13** – Gráfico del porcentaje de Antocianinas Poliméricas respecto a los 18 tratamientos

En la tabla 7 podemos observar el ANOVA del porcentaje de antocianinas poliméricas, la cual nos indica estadísticamente que en los factores de pH ; relación MP: Solvente y en la interacción temperatura de extracción – tiempo de extracción existen una diferencia

significativa ( $p < 0.05$ ), según el diseño experimental realizado, a diferencia de los factores tipo de ácido; tiempo de ultrasonido; tiempo de extracción; temperatura de extracción y la interacción pH – tiempo de ultrasonido que no influyen de manera significativa ( $p > 0.05$ ) en el porcentaje de antocianinas poliméricas presentes en el extracto antociánico a partir de cáscara de uva.

**Tabla 7 - ANOVA del Porcentaje de Antocianinas Poliméricas (%)**

<b>Factores</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>Tipo de Acido</b>	0.01091	1	0.01091	0.02047	0.886989
<b>Tiempo de ultrasonido</b>	0.81952	2	0.40976	0.76890	0.470598
<b>Tiempo de extracción</b>	0.87821	2	0.43910	0.82397	0.446373
<b>pH</b>	77.72114	2	38.86057	72.92108	<b>0.000000</b>
<b>Temperatura de extracción</b>	1.88213	2	0.94107	1.76589	0.184781
<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	6.37847	2	3.18924	5.98454	0.005503
<b>MP: solvente</b>	25.04405	2	12.52203	23.49733	<b>0.000000</b>
<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	22.41725	2	11.20863	21.03276	<b>0.000001</b>
<b>Residual</b>	20.25068	38	0.53291		

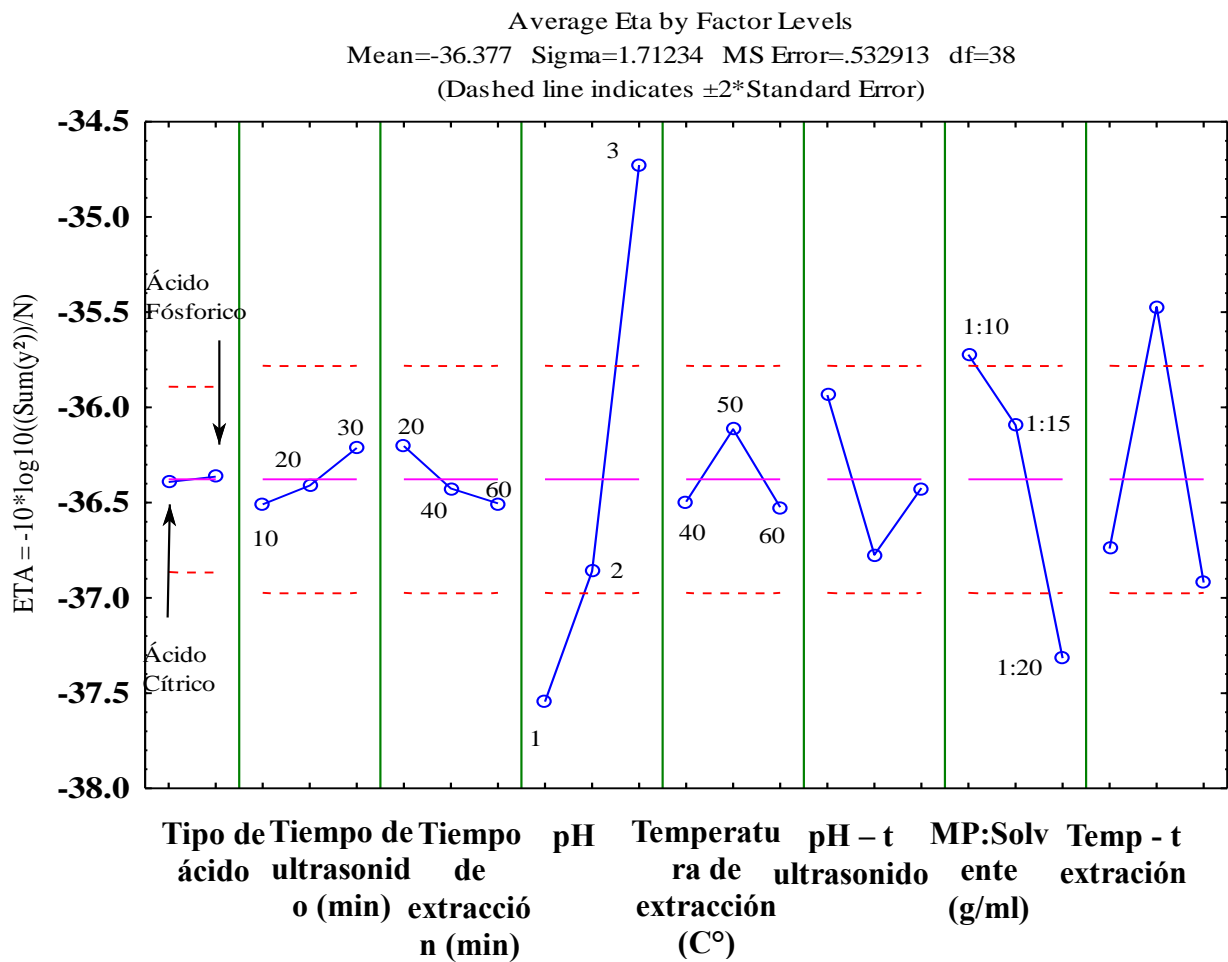
\*Media = -36.3774 ; Desviación estándar (S) = 1.71234

Además, la Figura 14 nos permite visualizar que los factores pH; relación MP: Solvente y la interacción temperatura de extracción – tiempo de extracción influyen significativamente ( $p < 0.05$ ) en el porcentaje de antocianinas poliméricas de los extractos, ya que a más alejados se ubiquen los límites de cada factor respecto a las líneas punteada (líneas de significancia), mayor es su grado de significancia. También se observa que los factores tipo de ácido tiempo de ultrasonido tiempo de extracción, temperatura de extracción y la interacción pH – ultrasonido no influyen significativamente ( $p > 0.05$ ) en el porcentaje de antocianinas poliméricas de los extractos antociánicos, ya que sus extremos no sobrepasan las líneas rojas (líneas de significancia); entonces la extracción puede realizarse con cualquier tipo de ácido,



tiempo de ultrasonido, tiempo de extracción, temperatura de extracción; sin embargo para tomar una decisión habría que tener en cuenta factores tecnológicos y económicos.

Por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: pH con el nivel máximo (3) que es pH 3 esto se debe a que la estabilidad de las antocianinas es variable en función a su estructura. Se dice que a diferentes pH las antocianinas desarrollan transformaciones estructurales reversibles detectadas por el espectro a diferentes absorbancias (Leyva, 2009).



**Figura 14** - Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, en el porcentaje de Antocianinas Poliméricas (%)

La relación MP:Solvente con el nivel mínimo (1) que es 1:10, lo cual lo está de acuerdo con Properties (2003) quien afirma que la disolución de antocianinas hacia el solvente se dará hasta alcanzar “Un equilibrio en la concentración de antocianinas” durante la extracción; esto

nos dice que cuan menor sea la relación MP: Solvente mejor será el grado de concentración entre la muestra (cáscara de uva) y el solvente y así “la velocidad de difusión aumentara”.

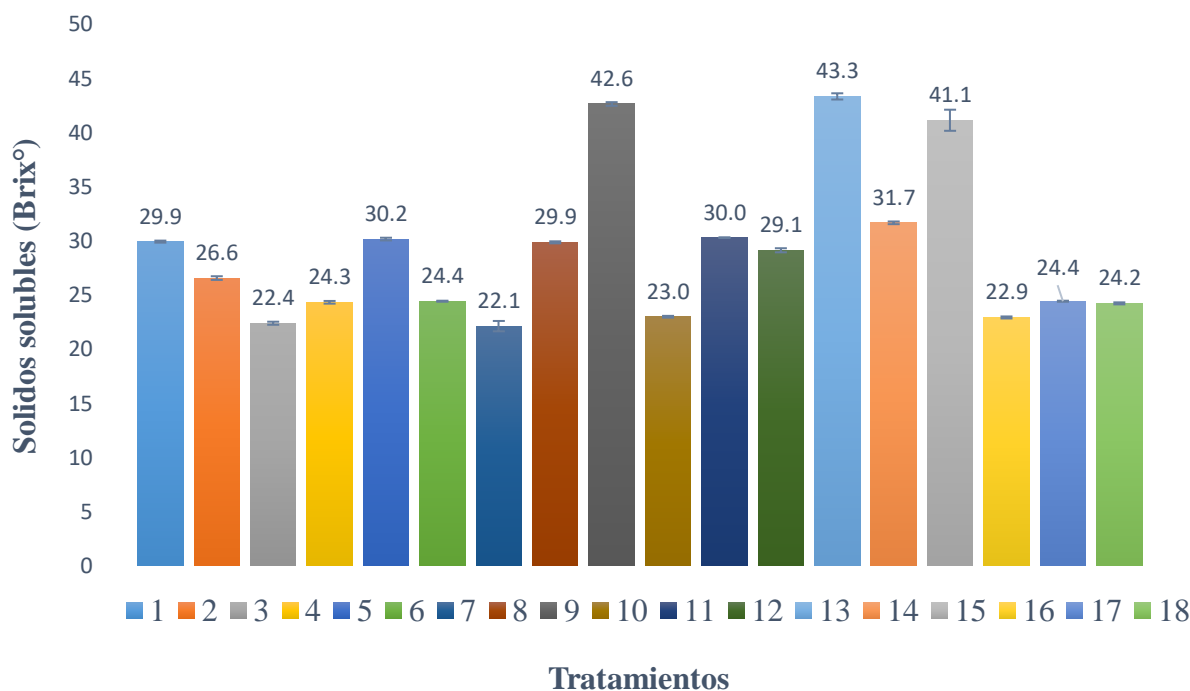
Finalmente, la interacción temperatura de extracción – tiempo de extracción con un nivel medio (2) influye en cuanto al porcentaje de antocianinas. “Esto se debe a que los tratamientos térmicos influyen en gran manera a la degradación de las antocianinas” (Barreiro y Sandoval, 2006).

Según Badui (2006) los alimentos sometidos a altas temperaturas sufren cambios de tonalidad que son de un “ligero amarillo” hasta un “Intenso café”, esto se debe a la caramelización que se realiza en su interior.

Los cambios de estructuras en las antocianinas son conocidas como reacciones endotérmicas. Es decir, resisten altas temperaturas en cortos tiempos. “Las características estructurales que dan una mayor estabilidad al pH son las mismas que conducen a una mayor estabilidad térmica. Por lo tanto, las antocianinas altamente hidroxiladas son menos estables térmicamente que las metiladas, glicosidadas o acetiladas” (Fennema, 2000).

### **5.2.3 Sólidos Solubles (Grados Brix°)**

El contenido de sólidos solubles se aprecia en la Figura 15, donde los tratamientos con mayor rendimiento fueron el T13; T9; T15 con  $43.3 \pm 0.29$ ;  $42.62 \pm 0.17$  y  $41.1 \pm 0.97$  °Brix; respectivamente. Seguido de los T14;T5;T11;T1;T8 y T12 con valores de  $31.7 \pm 0.12$ ;  $30.2 \pm 0.12$ ;  $30.0 \pm 0.00$ ;  $29.9 \pm 0.09$ ;  $29.9 \pm 0.09$  y  $29.1 \pm 0.19$  °Brix; respectivamente, mientras que el T2; T6; T17; T4 y T18 obtuvieron resultados similares ( $26.6 \pm 0.17$ ;  $24.4 \pm 0.05$ ;  $24.4 \pm 0.05$ ;  $24.3 \pm 0.12$  y  $24.2 \pm 0.09$  °Brix ; respectivamente) , a diferencia de los T10; T16; T3 y T7 que fueron los de menor rendimiento con ( $23.0 \pm 0.08$ ;  $22.9 \pm 0.09$ ;  $22.4 \pm 0.14$  y  $22.1 \pm 0.48$  ; respectivamente), los datos experimentales de la extracción se pueden observar en el Anexo 2 - Tabla 13.



**Figura 15** – Gráfico de Sólidos Solubles con respecto a los 18 tratamientos

Se dice que las antocianinas se estabilizan a altas concentraciones de azúcares, sin embargo, cuando los azúcares están disponibles a bajas concentraciones y no tienen ningún impacto en la actividad de agua ( $A_w$ ), las antocianinas se degeneran rápidamente (Fennema, 2000)

A un mayor contenido de Sólidos Solubles, el color polimérico disminuye, evitando la degradación de las antocianinas monoméricas e intermediarios inestables de ácidos fenólicos y compuestos aldehídos, esto nos afirma que a mas contenido de azúcares, podemos tener una mayor estabilidad en nuestros extractos obtenidos (Fleischhut, Kratzer, Rechkemmer, y Kulling, 2006).

A continuación, podemos observar el ANOVA del contenido de Sólidos solubles en la tabla 8, la cual nos indica estadísticamente que en los factores; tipo de ácido, tiempo de extracción; pH; relación MP: Solvente y en la interacción pH – tiempo de ultrasonido hay una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), según el diseño experimental realizado. A diferencia de los

factores tiempo de ultrasonido; temperatura de extracción y la interacción temperatura de extracción – tiempo de extracción que no son significativos ( $p > 0.05$ ) respecto al contenido de sólidos solubles presentes en el extracto antociánico a partir de cáscara de uva.

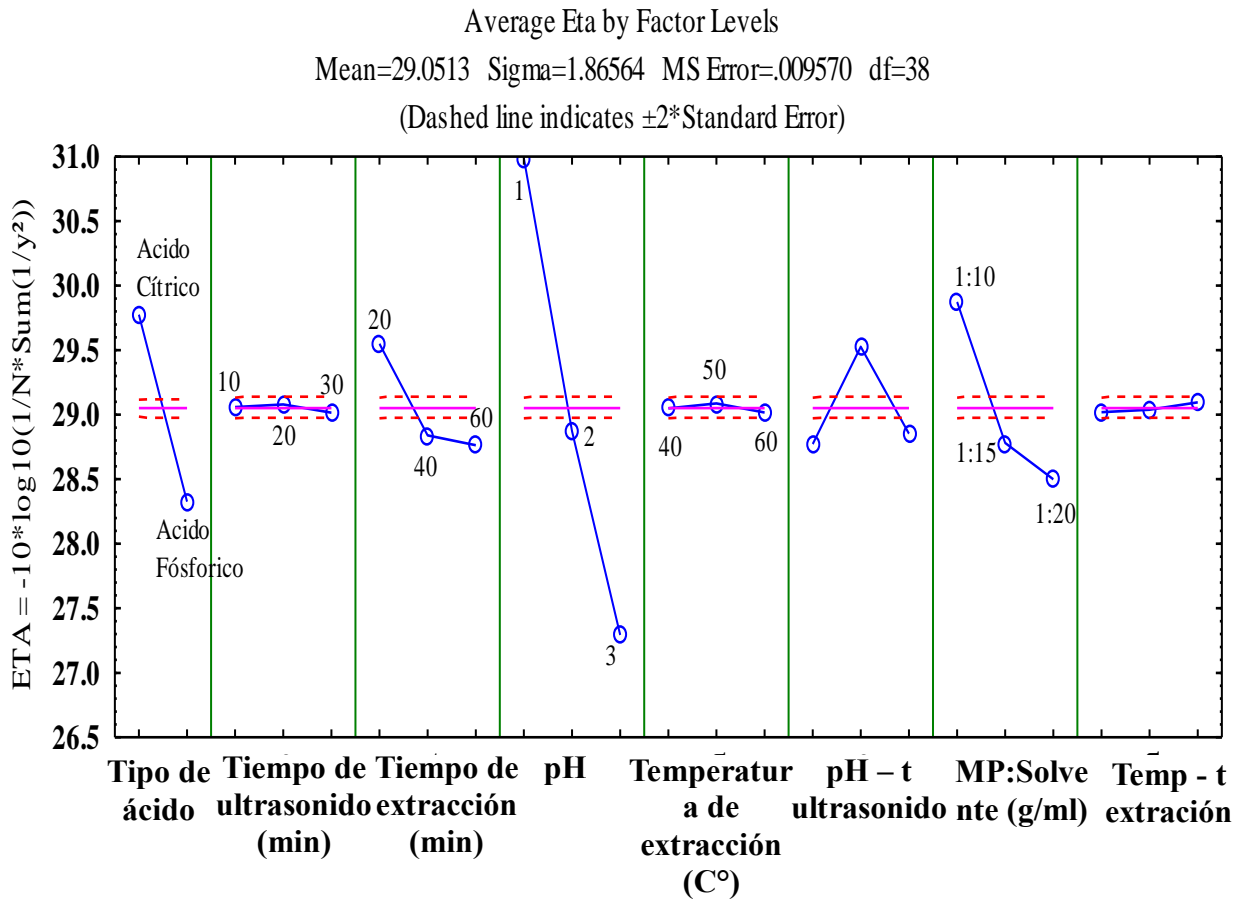
**Tabla 8** - ANOVA del contenido de sólidos solubles (Brix°)

<b>Factores</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>Tipo de Acido</b>	28.3427	1	28.3427	2961.594	0.000000
<b>Tiempo de ultrasonido</b>	0.0393	2	0.01965	2.053	0.142379
<b>Tiempo de extracción</b>	6.7706	2	3.38532	353.740	0.000000
<b>pH</b>	123.7084	2	61.8532	6463.295	0.000000
<b>Temperatura de extracción</b>	0.0441	2	0.02207	2.306	0.113398
<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	6.1693	2	3.08463	322.320	0.000000
<b>MP: solvente</b>	18.9782	2	9.48911	991.539	0.000000
<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	0.0563	2	0.02816	2.943	0.064828
<b>Residual</b>	0.3637	38	0.00957		

\*Media = 29.0513 ; Desviación estándar (S) = 1.86564

Al visualizar la Figura 16 nos damos cuenta que los factores tipo de ácido; tiempo de extracción; pH; relación MP: Solvente y la interacción pH – tiempo de ultrasonido influyen significativamente ( $p < 0.05$ ) en el contenido de sólidos Solubles respecto al extracto antociánico de cáscara de uva, ya que a más distanciados estén los límites de cada factor respecto a las líneas punteada (líneas de significancia), mayor es su grado de significancia.

Por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: pH con el nivel mínimo (1) que es pH 1, tipo de ácido en el nivel mínimo (1) que fue ácido cítrico, relación MP:Solvente con el nivel mínimo (1) que es 1:10, tiempo de extracción con el nivel mínimo (1) que fue 20 minutos; y la interacción pH – tiempo de ultrasonido con un nivel medio (2) siendo el primero el de mayor significancia ya que presenta mayor variabilidad con respecto a la media.



**Figura 16** - Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, en el contenido de Sólidos Solubles (Brix °)

Típicamente, las antocianinas son más estables en condiciones ácidas que en condiciones neutras o bases que conducen a su degradación (Soria y Villamiel, 2010). Esto explica por qué la mayoría de los protocolos de extracción requieren la presencia de un entorno acidificado, aunque fuertes medios ácidos pueden promover la hidrólisis de los enlaces glicósido. Por lo tanto, el control del pH se mantiene como una variable de extracción pertinente con un impacto considerable sobre la calidad de las antocianinas extraídas. Ya que las antocianinas son de origen natural, solubles en agua, pigmentos flavonoides, estructuralmente compuestas por la unión  $\alpha$ - o  $\beta$ - de una antocianidina a un resto de azúcar (Castañeda, Pacheco, Páez, Rodríguez, y Galán, 2009). Podemos observar que en un pH bajo como en nuestro trabajo hay mayor disociación de azúcares, y a pHs mayores menor

disociación de azúcares por lo tanto menos contenido de antocianinas. Luiz *et al.* (2009) estudiaron la extracción de antocianinas en el rango de pH de 1.0 a 13.0 y obtuvieron que la mejor extracción fue al valor más bajo de pH.

El tipo de ácido también es importante ya que al ser el ácido cítrico tiene mayor disociación y solubilidad que el ácido fosfórico ya que sus valores de pK son más bajos por lo tanto la fortaleza del ácido cítrico aumenta (Street, 2010).

Al respecto del tiempo de extracción se observa que es mejor tiempos cortos para un mayor contenido de sólidos solubles, ya que si se empleara un mayor tiempo el contenido de sólidos solubles disminuiría por el efecto de la solubilidad (Properties, 2003).

Al igual en la relación MP: solvente es mejor emplear menores relaciones MP: solvente ya que cuanto mayor sea la relación MP: Solvente, menor es el contenido de sólidos solubles y por lo tanto menor contenido de antocianinas monoméricas. Como resultado, a una mayor relación MP: Solvente se produjeron extractos más diluidos, lo que puede explicar los índices más bajos de sólidos solubles (Properties, 2003).

## **5.2.4 Determinación de Color**

### **5.2.4.1 En valores L\*, a\* y b\***

En la tabla 9 se presentan los valores medios y desviación estándar de la evaluación de color de los extractos antociánicos de la harina de cáscara de uva utilizando las coordenadas rectangulares L\* a\* b\*, en cuanto a la luminosidad L\* encontramos un rango de  $1.2 \pm 0.00$  a  $7.4 \pm 0.03$  valores que indican que la luminosidad del extracto fue oscuro; resultado que coincide con Leyva (2009) cuyo valor L\* se encontró en el rango de  $0.18 \pm 0.04$  a  $2.11 \pm 0.11$  en licores de mora, esto se debe a que "a medida que se incrementa la temperatura y el tiempo de extracción la luminosidad tiende a ser oscura debido a la reacción Maillard, por lo cual es importante encontrar un equilibrio en la cual se reduzca el gasto de energía y el tiempo de extracción" (Centeno, 2003).

Los valores del parámetro  $a^*$  (rojo/verde) estuvieron en un rango de  $2.8 \pm 0.05$  a  $17.8 \pm 0.00$ , valores que indican que el color rojo es el que predominó, resultado que confirma Herrera (2017) quien encontró que para extractos de uva el color que predominó más fue el rojo, presentando valores de  $a^*$  de  $15,6 \pm 0.255$ .

Finalmente, los valores del parámetro  $b^*$  (amarillo/Azul), mostraron un rango de  $6.1 \pm 0.00$  a  $7.0 \pm 0.00$ , valores superiores al de Herrera (2017) cuyo valor de  $b^*$  fue  $3,8 \pm 0.23$ . Esto indica que el color que predominó es el amarillo por lo que se asume que la mezcla de estos da el color del extracto obtenido a partir de la harina de cáscara de uva. Los datos experimentales de la determinación de color se pueden observar en el Anexo 2 - Tabla 14.

Según Garzón (2008) “el color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas”.

El ANOVA de la determinación de color en valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , presentado en la tabla 10, en cuanto a la luminosidad  $L^*$  nos indica estadísticamente que en el factor; tipo de ácido; y la interacción temperatura de extracción – tiempo de extracción, existen una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), respecto a los valores de  $a^*$  nos muestra que el factor tipo de ácido; las interacciones temperatura de extracción – tiempo de extracción y pH – tiempo de ultrasonido fueron significativos ( $p < 0,05$ ) y en los valores de  $b^*$  se observó que el único factor que fue significativo fue el tipo de ácido ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 9** - Resultados del color en valores L\*, a\* y b\* con respecto a los 18 tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>1</b>	2.1 ± 0.23	13.8 ± 1.38	6.1 ± 0.17
<b>2</b>	1.9 ± 0.78	11.4 ± 1.23	6.5 ± 0.07
<b>3</b>	6.6 ± 0.27	4.5 ± 0.08	6.7 ± 0.05
<b>4</b>	5.4 ± 0.25	6.2 ± 0.58	6.5 ± 0.05
<b>5</b>	4.9 ± 0.24	6.4 ± 0.47	6.7 ± 0.01
<b>6</b>	2.8 ± 0.01	9.8 ± 0.22	6.5 ± 0.02
<b>7</b>	2.4 ± 0.11	8.6 ± 0.15	6.7 ± 0.02
<b>8</b>	5.0 ± 0.09	7.3 ± 0.14	6.2 ± 0.00
<b>9</b>	6.9 ± 0.04	5.0 ± 0.03	6.4 ± 0.01
<b>10</b>	7.4 ± 0.03	2.8 ± 0.05	6.7 ± 0.01
<b>11</b>	6.2 ± 0.03	4.9 ± 0.05	6.5 ± 0.00
<b>12</b>	5.9 ± 0.01	7.8 ± 0.01	6.4 ± 0.00
<b>13</b>	5.2 ± 0.01	5.2 ± 0.02	6.5 ± 0.00
<b>14</b>	5.3 ± 0.01	4.2 ± 0.02	6.7 ± 0.00
<b>15</b>	2.9 ± 0.00	9.1 ± 0.01	6.7 ± 0.00
<b>16</b>	3.1 ± 0.00	16.8 ± 0.01	6.3 ± 0.00
<b>17</b>	1.2 ± 0.00	10.9 ± 0.00	7.0 ± 0.00
<b>18</b>	4.6 ± 0.00	17.8 ± 0.00	6.1 ± 0.00

\*Los valores se representan el promedio de tres repeticiones



**Tabla 10** - ANOVA de la determinación de color en valores L\*, a\* y b\*

	<b>Factores</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>L*</b>	<b>Tipo de Acido</b>	412.298	1	412.2982	8.352075	<b>0.006334</b>
	<b>Tiempo de ultrasonido</b>	159.709	2	79.8544	1.61764	0.211728
	<b>Tiempo de extracción</b>	12.154	2	6.0771	0.123105	0.884522
	<b>pH</b>	40.714	2	20.3569	0.412377	0.665002
	<b>Temperatura de extracción</b>	20.469	2	10.2347	0.207329	0.813666
	<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	253.718	2	126.859	2.56983	0.089791
	<b>MP: solvente</b>	112.942	2	56.4709	1.143952	0.329283
	<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	336.272	2	168.1359	3.40599	<b>0.043591</b>
	<b>Residual</b>	1875.861	38	49.3648		
<b>a*</b>	<b>Tipo de Acido</b>	497.9134	1	497.9134	71.04594	<b>0.00000</b>
	<b>Tiempo de ultrasonido</b>	9.2447	2	4.6223	0.65955	0.522903
	<b>Tiempo de extracción</b>	42.71	2	21.355	3.04709	0.059244
	<b>pH</b>	25.3879	2	12.6939	1.81126	0.177275
	<b>Temperatura de extracción</b>	0.617	2	0.3085	0.04402	0.956985
	<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	179.1461	2	89.5731	12.78094	<b>0.000057</b>
	<b>MP: solvente</b>	27.4543	2	13.7272	1.95869	0.155024
	<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	188.5658	2	94.2829	13.45298	<b>0.000038</b>
	<b>Residual</b>	266.3165	38	7.0083		
<b>b*</b>	<b>Tipo de Acido</b>	2.70586	1	2.705855	6.054029	<b>0.018533</b>
	<b>Tiempo de ultrasonido</b>	0.02536	2	0.012678	0.028367	0.972053
	<b>Tiempo de extracción</b>	0.32139	2	0.160697	0.359541	0.700346
	<b>pH</b>	0.2984	2	0.149201	0.333819	0.718262
	<b>Temperatura de extracción</b>	0.10076	2	0.050379	0.112716	0.893702
	<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	0.46967	2	0.234833	0.525412	0.595545
	<b>MP: solvente</b>	0.43352	2	0.216761	0.484977	0.61947
	<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	0.08827	2	0.044136	0.098748	0.906203
	<b>Residual</b>	16.98414	38	0.446951		

\*Media = 11.0724 ; Desviación estándar (S) = 7.79954 ; Media = 17.9008 ; Desviación estándar (S) = 3483180;

Media = 16.2005 ; Desviación estándar (S) = 0.635838

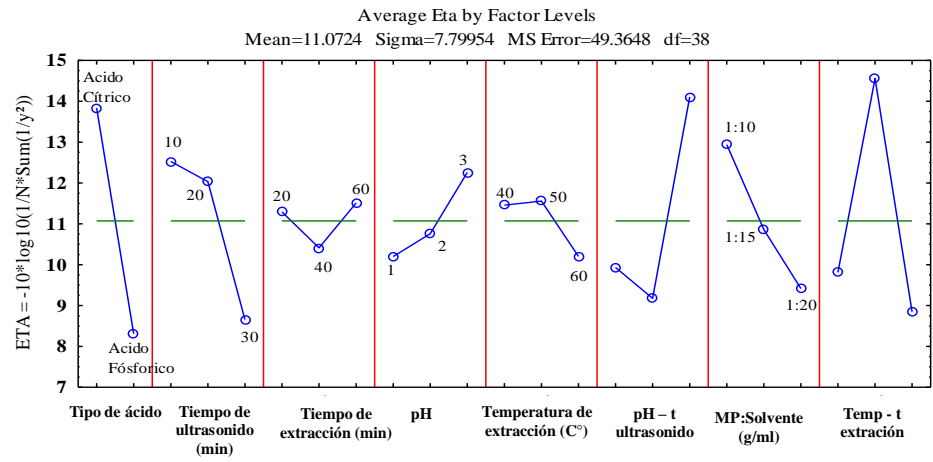
Al visualizar la Figura 17 (a) nos damos cuenta que el factor tipo de ácido y la interacción Temperatura de extracción – tiempo de extracción ; influyen significativamente en los valores de  $L^*$  de los extractos antociánicos de la harina de cáscara de uva, ya que a más alejados se ubiquen los límites de cada factor respecto a las líneas punteada (líneas de significancia), mayor es su grado de significancia, además nos muestra que ningún factor más influye significativamente en valores de  $L^*$ , inclusive no aparecían las líneas de significancia. Por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: tipo de ácido en el nivel mínimo (1) que fue ácido cítrico, temperatura de extracción – tiempo de extracción en el nivel medio (2) positivamente y máximo (3) negativamente.

En la Figura 17 (b) se observa que el factor tipo de ácido y las interacciones pH – tiempo de ultrasonido y temperatura de extracción – tiempo de extracción influyen significativamente en los valores de  $a^*$ , por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: tipo de ácido en el nivel máximo (2) que fue ácido fosfórico; pH – tiempo de ultrasonido con un nivel medio (2); temperatura de extracción – tiempo de extracción en un nivel medio (2) negativamente, siendo el primero el de mayor significancia ya que presenta mayor variabilidad con respecto a la media. Entonces se puede afirmar que el tipo de ácido está afectan más los pigmentos rojos.

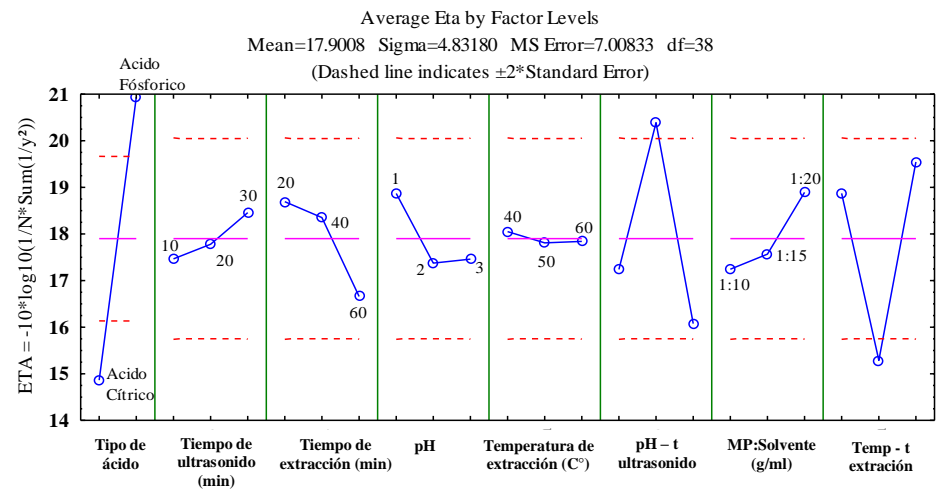
La Figura 17 (c) nos muestra que el único factor que influye significativamente en los valores de  $b^*$  es el tipo de ácido en el nivel máximo (2) que fue ácido fosfórico; inclusive se puede observar que no aparecen las líneas de significancia.

“En soluciones acuosas a valores de pH inferiores a dos, básicamente 100% del pigmento se encuentra en su forma más estable o de ión oxonio o catión flavilio de color rojo intenso. A valores de pH más altos ocurre una pérdida del protón y adición de agua en la posición 2, dando lugar a un equilibrio entre la pseudobase carbinol o hemicetal y la forma

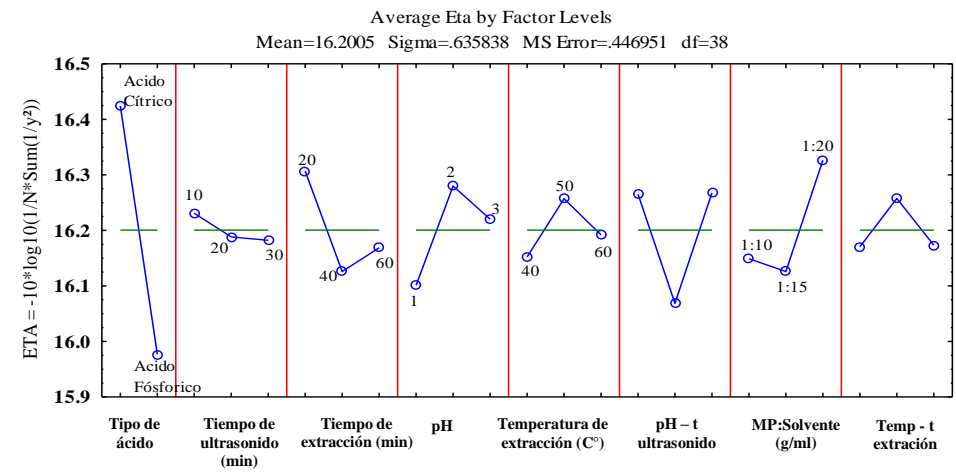
chalcona, o de cadena abierta. Tanto el hemiacetal como la chalcona, son formas incoloras y bastante inestables. A valores de pH superiores a siete se presentan las formas quinoidales (A, A<sup>-</sup>) de color púrpura que se degradan rápidamente por oxidación con el aire” (Garzón, 2008).



(a)



(b)



(c)

Figura 17 – Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, la determinación de color Luminosidad (L\*) (a); coordenadas a\* (b) y coordenadas b\*(c)

#### 5.2.4.2 En valores $c^*$ , $h^*$

Los valores medios y desviación estándar de la evaluación de color de los extractos obtenidos a partir de la harina de cáscara de uva utilizando las coordenadas cilíndricas  $C^*$  y  $h^*$  se presentan en la tabla 11, en cuanto a los valores de  $C^*$  (pureza) encontramos un rango de  $7.3 \pm 0.20$  a  $19.9 \pm 4.71$ , valores similares a Leyva (2009) cuyo valor  $C^*$  se encontró en el rango de  $0.46 \pm 0.07$  a  $4.49 \pm 0.07$  en licores de mora.

Los valores de  $h^*$  (tonalidad) estuvieron en un rango de  $19.32 \pm 1.39$  a  $66.45 \pm 2.03$ , como el incremento del ángulo va de 0 a 70, los tonos se encuentran entre los púrpuras y rojizos, esta tonalidad se debe posiblemente a la contribución de las antocianinas y los pigmentos polimerizados, como reporta Rommel, Wrolstad y Heatherbell (1992) en la investigación realizada a vinos y jugos de zarzamora.

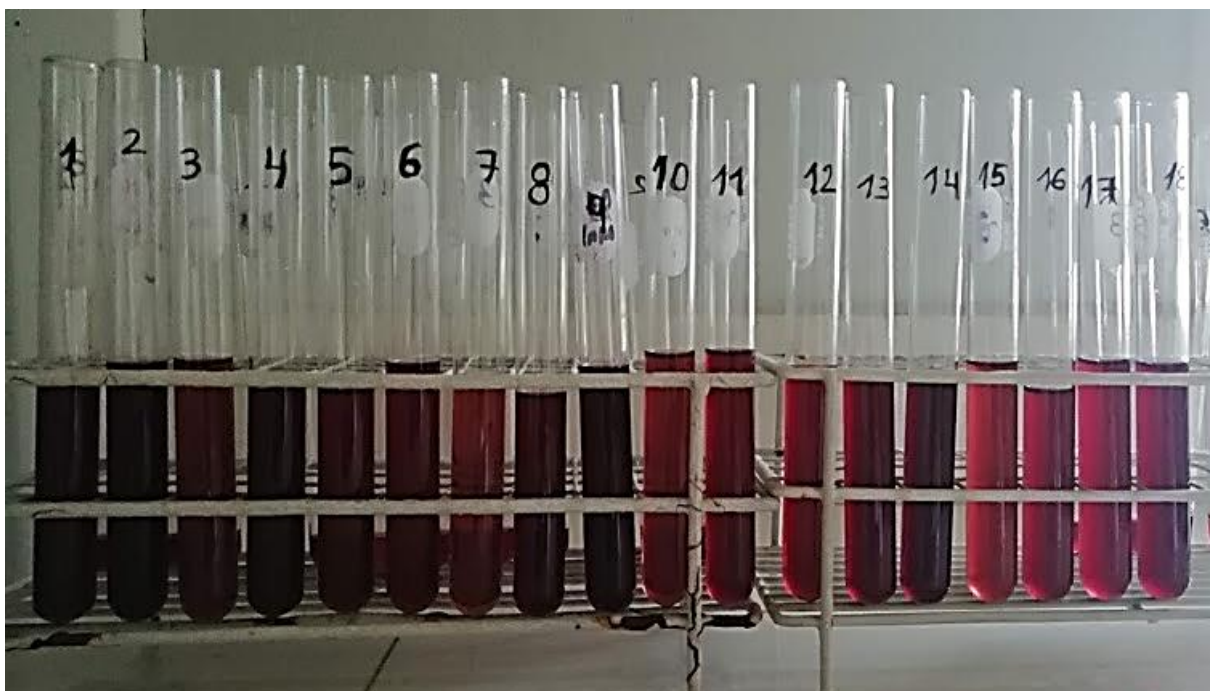
En la Figura 18 se puede observar también la pureza y la tonalidad de los extractos obtenidos a partir de la harina de cáscara de uva. Los datos experimentales de la determinación de color se pueden observar en el Anexo 2 - Tabla 15.

El ANOVA de la determinación de color en valores  $C^*$ ,  $h^*$  se muestra en la tabla 12, en cuanto a la Pureza  $C^*$  nos indica estadísticamente que en el factor; tipo de ácido; las interacciones temperatura de extracción – tiempo de extracción y pH – tiempo de ultrasonido fueron significativos ( $p < 0,05$ ) y en los valores de  $h^*$  (tonalidad) se puede observar que los factores que fueron significativos ( $p < 0.05$ ) son: tipo de ácido; tiempo de extracción ; las interacciones temperatura de extracción – tiempo de extracción y pH – tiempo de ultrasonido.

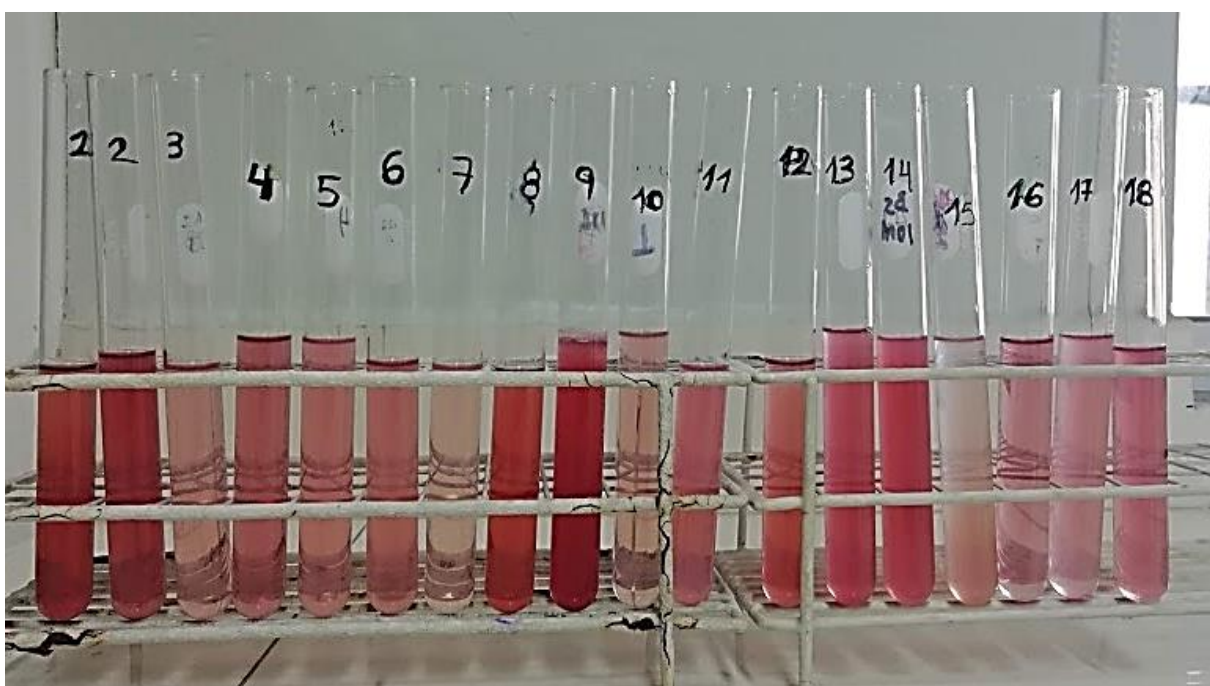
**Tabla 11** - Resultados del color en valores c\* y h\* con respecto a los 18 tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>c*</b>	<b>h*</b>
<b>1</b>	15.1 ± 1.22	23.75 ± 2.42
<b>2</b>	11.9 ± 2.67	28.78 ± 1.59
<b>3</b>	8.4 ± 0.99	54.09 ± 7.23
<b>4</b>	9.1 ± 0.12	46.09 ± 1.19
<b>5</b>	9.3 ± 0.34	47.45 ± 1.63
<b>6</b>	11.5 ± 1.00	32.75 ± 1.10
<b>7</b>	10.4 ± 1.20	42.84 ± 5.12
<b>8</b>	12.6 ± 3.24	40.65 ± 3.62
<b>9</b>	9.1 ± 1.57	45.93 ± 7.72
<b>10</b>	7.3 ± 0.20	66.45 ± 2.03
<b>11</b>	8.2 ± 0.41	54.57 ± 1.50
<b>12</b>	11.0 ± 1.27	39.91 ± 0.43
<b>13</b>	9.4 ± 1.35	45.11 ± 7.26
<b>14</b>	7.9 ± 0.24	57.87 ± 2.52
<b>15</b>	13.4 ± 2.72	31.95 ± 6.62
<b>16</b>	17.5 ± 2.27	19.32 ± 1.39
<b>17</b>	18.1 ± 6.97	24.81 ± 10.47
<b>18</b>	19.9 ± 4.71	19.83 ± 7.39

\*Los valores se representan el promedio de tres repeticiones



(a)



(b)

**Figura 18** – Extractos antociánicos obtenidos a partir de harina de cáscara de uva concentrados (a) ; Extractos antociánicos obtenidos a partir de harina de cáscara de uva diluida con agua en una relación 1:10 (b)

**Tabla 12** - ANOVA del color en valores c\* y h\*

	<b>Factores</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>c*</b>	<b>Tipo de Acido</b>	154.4872	1	154.4872	54.53286	<b>0.000000</b>
	<b>Tiempo de ultrasonido</b>	3.6375	2	1.8188	0.64201	0.531847
	<b>Tiempo de extracción</b>	5.3851	2	2.6925	0.95045	0.395564
	<b>pH</b>	4.7399	2	2.37	0.83658	0.441013
	<b>Temperatura de extracción</b>	3.8528	2	1.9264	0.68	0.512676
	<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	78.0763	2	39.0381	13.78018	<b>0.000032</b>
	<b>MP: solvente</b>	6.2723	2	3.1361	1.10704	0.340962
	<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	66.6031	2	33.3016	11.75521	<b>0.000106</b>
	<b>Residual</b>	107.6509	38	2.8329		
<b>h*</b>	<b>Tipo de Acido</b>	19.15841	1	19.15841	81.57327	<b>0.000000</b>
	<b>Tiempo de ultrasonido</b>	0.31635	2	0.15818	0.67349	0.515909
	<b>Tiempo de extracción</b>	1.83802	2	0.91901	3.91299	<b>0.028495</b>
	<b>pH</b>	1.57613	2	0.78807	3.35545	0.045502
	<b>Temperatura de extracción</b>	0.00561	2	0.00281	0.01195	0.988128
	<b>pH – tiempo ultrasonido (interacción)</b>	5.3688	2	2.6844	11.42972	<b>0.00013</b>
	<b>MP: solvente</b>	1.06068	2	0.53034	2.25811	0.1184
	<b>Temp – tiempo de extracción (interacción)</b>	6.10177	2	3.05088	12.99015	<b>0.00005</b>
	<b>Residual</b>	8.92473	38			

\*Media = 20.8420 ; Desviación estándar (S) = 2.85070 y Media = 42.8081 ; Desviación estándar (S) = 0.914769

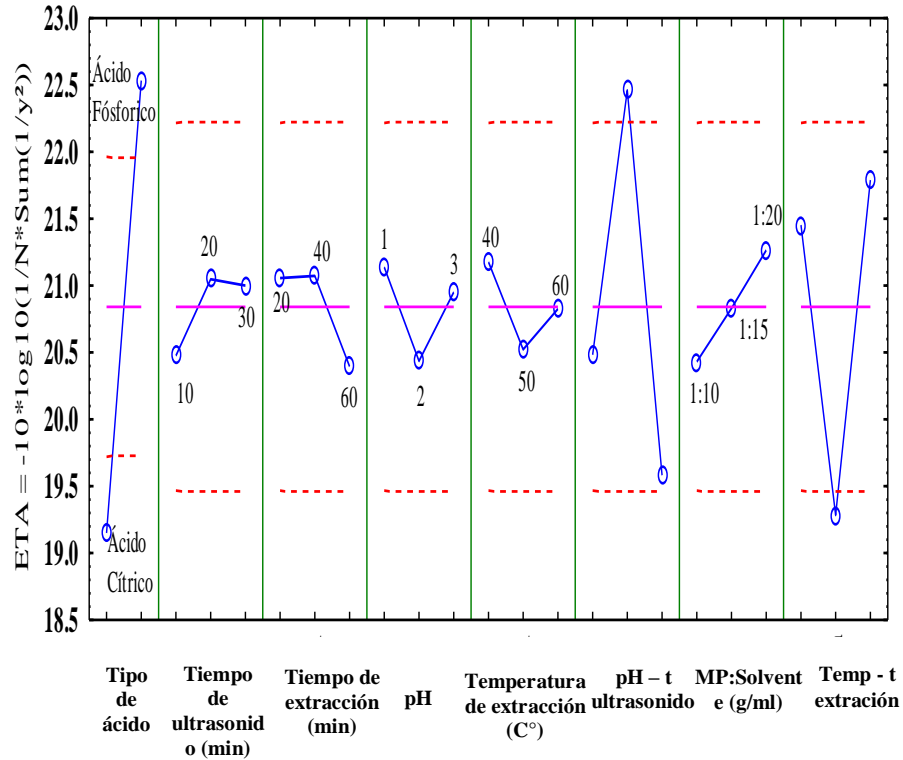
La Figura 19 muestra los valores señal/ruido y cómo los factores evaluados y sus interacciones, influyen en la determinación de color en valores C\* y h\* de los extractos antociánicos de la harina de cáscara de uva, según el arreglo ortogonal aplicado.



Average Eta by Factor Levels

Mean=20.8420 Sigma=2.85070 MS Error=2.83292 df=38

(Dashed line indicates  $\pm 2$ \*Standard Error)

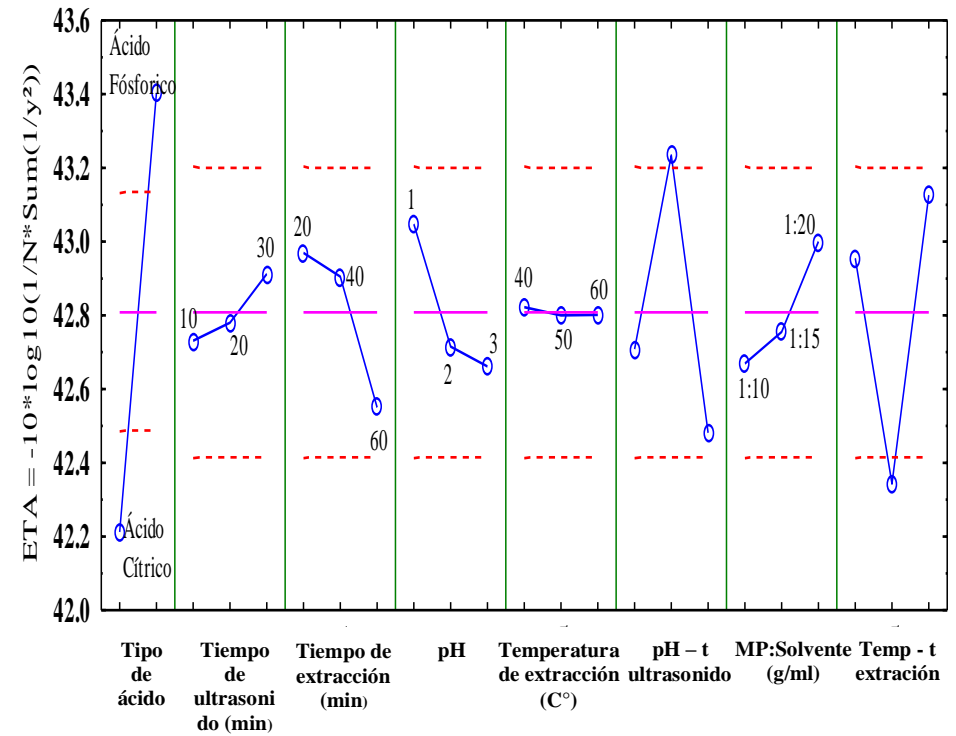


(a)

Average Eta by Factor Levels

Mean=42.8081 Sigma=.914769 MS Error=.234861 df=38

(Dashed line indicates  $\pm 2$ \*Standard Error)



(b)

Figura 19 – Gráfico señal/ruido, para cada factor y sus interacciones consideradas, la determinación de color Pureza (c\*) (a) y Tono (h\*) (b)

Al visualizar la figura 19 (a) nos damos cuenta que el factor tipo de ácido y las interacciones pH – tiempo de ultrasonido y temperatura de extracción – tiempo de extracción; influyen significativamente en los valores de  $C^*$ , ya que a más alejados se ubiquen los límites de cada factor respecto a las líneas punteada (líneas de significancia), mayor es su grado de significancia, además nos muestra que ningún factor más influye significativamente en valores de  $C^*$ , Por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: tipo de ácido en el nivel máximo (2) que fue ácido fosfórico, pH – tiempo de ultrasonido con el nivel medio (2) temperatura de extracción – tiempo de extracción en el nivel medio (2) negativamente; lo cual afirma Garzón (2008) “Incrementos de temperatura provocan pérdidas del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo, con la consecuente producción de chalconas incoloras”

Por otro lado en la figura 19 (b) se observa que los factores tipo de ácido; tiempo de extracción ; las interacciones temperatura de extracción – tiempo de extracción y pH – tiempo de ultrasonido el factor tipo de ácido y las interacciones pH – tiempo de ultrasonido y temperatura de extracción – tiempo de extracción influyen significativamente en los valores de  $h^*$ , por lo que los factores quedan ordenados de la siguiente manera: tipo de ácido en el nivel máximo (2) que fue ácido fosfórico; pH – tiempo de ultrasonido con un nivel medio (2) positivamente; temperatura de extracción – tiempo de extracción en un nivel medio (2) negativamente y tiempo de extracción en su nivel mínimo (1) que fue 20 minutos siendo el primero el de mayor significancia ya que presenta mayor variabilidad con respecto a la media.

Por lo cual se puede afirmar que el tipo de ácido está afectando más a la Tonalidad de los extractos obtenidos a partir de la harina de cáscara de uva. “El ácido cítrico ( $pK_1 = 3.09$ ;  $pK_2 = 4.74$ ;  $pK_3 = 5.41$ ), El ácido fosfórico ( $pK_1 = 2,15$ ;  $pK_2 = 7,1$ ;  $pK_3 \sim 12,4$ )”, para expresar la fortaleza de un ácido podemos observar sus valores de  $pK_a$ , (poder disociador), cuando un ácido tiene menor  $pK_a$  , tiene más probabilidad de disociarse ya que su  $K_a$  (constante

de disociación) aumenta. En conclusión, cuando un ácido tiene menor pKa, su fortaleza aumenta (Street, 2010).

“La presencia de cianidina-3-glucósido que posee un sustituyente hidroxilo y un hidrogeno, es la más común e imparte color magenta, como compuesto mayoritario en el extracto puede estabilizar el color dando la tonalidad al extracto” (Santacruz et al., 2012).

## Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

De lo expuesto se concluye que aplicando el diseño experimental de Taguchi con arreglo ortogonal L18 ( $2 \times 3^{7-5}$ ), los factores que influyen significativamente sobre el contenido de antocianina monomérica (CAM) (cianidina 3- glucosido) son: tipo de ácido, tiempo de ultrasonido, tiempo de extracción, pH, temperatura de extracción, MP: Solvente y las interacciones de: pH- tiempo de ultrasonido y Temperatura de extracción – tiempo de extracción. Siendo el tratamiento 2 (A= fosfórico, B= 10 min C= 60 min, D= 2, E= 50°C y G=1:10 m/v) el que reporto mayor CAM con  $21.664 \pm 0.2065$  mg de Cianidina 3 glucosido/100g de muestra.

También se puede concluir en que el pH, relación MP: Solvente y la interacción temperatura de extracción - tiempo de extracción afecta de forma significativa al porcentaje de antocianina polimérica (PAP) de la muestra, siendo el tratamiento 17 (A= fosfórico; B= 30 min, C= 60 min, D= 2, E=40 °C, G=1:20 m/v) el que presentó mayor (PAP) con  $84.6 \pm 0.4599\%$ .

Asimismo, el tipo de ácido, tiempo de extracción, pH, relación MP: Solvente y la interacción pH – tiempo de ultrasonido tiene una influencia significativa en el contenido de solidos solubles (CSS) del extracto antociánico a partir de la harina de cáscara de uva, siendo el Tratamiento 13 (A=cítrico; B=10 min; C= 20 min ; D= 1 ; E= 40 °C y G= 1:10) el que presento mayor (CSS) con  $43.3 \pm 0.2867$  ° Brix.

Con respecto a las propiedades ópticas, el tipo de ácido y las iteraciones pH- tiempo de ultrasonido y temperatura de extracción – tiempo de extracción influyeron significativamente en el extracto antociánico a partir de la harina de cáscara de uva, el cual tiene una iluminación ( $L^*$ ) oscura, y una tonalidad ( $h^*$ ) entre púrpuras y rojizos.

## **6.2 Recomendaciones**

- ✓ Estudiar la estabilidad del extracto antociánico a partir de la harina de cáscara de uva
- ✓ Se recomienda un estudio económico del proceso de obtención del extracto antociánico a partir de la harina de cáscara de uva a fin de estimar su viabilidad económica

## Referencias

- Agroindustrial, C. (2004). Cadena Agroindustrial ETANOL, 1–28. Retrieved from <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4648e/A4648e.pdf>
- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., & Meza, J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud, XIII*., 16–22.
- Alessandro, L. G. D., Dimitrov, K., Vauchel, P., & Nikov, I. (2013). Kinetics of ultrasound assisted extraction of anthocyanins from Aronia melanocarpa ( black chokeberry ) wastes. *Chemical Engineering Research and Design*, (November), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2013.11.020>
- Anguera, A. (2007). *Efectos de la fibra soluble cáscaras de Plantago ovata sobre factores lipídicos de riesgo cardiovascular (Tesis Doctoral de Nutrición y Metabolismo)*. Rovira I Virgili Reus, España. Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8846/tesisDEF21307corretgida.pdf?sequence=1>
- AOAC. (2016). Official Methods of Analysis. Ass. Agric. Chem. In 20 th Ed (Ed.) (p. 1298). Washigton.
- Araujo, M. (1995). *Estudio de la extracción del colorante de maíz morado con el uso de enzimas*. Univesidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Arenas, S. I., & Lopez, S. J. (2004). *Espectrofotometría de absorción*. Instituto de Biotecnología, . Cuernavaca, Mor. Universidad Nacional Autónoma de México Cuernavaca, Mor.
- Badui, D. (2006). *Química de los Alimentos*. (P. Educación, Ed.). México.
- Barreiro, MJ y Sandoval, B. (2006). *Operaciones de Conservación de Alimentos por bajas Temperaturas*. Caracas: Equinoccio.
- Breakey, Reailly, Connell, Branen, Davidson, Salminen, & Thorngate. (2002). The role of food

- additives and chemicals in behavioral, learning, activity, and sleep problems in children. *Food Science and Technology*, 87–100.
- Canett, R., Ledesma, A. I., Robles, S., Maribel, R., Morales, R., León, L., & León, R. (2004). Caracterización de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, (1),(54), 93–99.
- Castañeda-ovando, A., Pacheco-hernández, M. D. L., Páez-hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>
- Centeno, M. (2003). “*Extracción, Estabilización y Evaluaciones Analíticas del carmín.*” Instituto Politecnico Nacional - Mexico DF.
- Chen, F., Sun, Y., Zhao, G., Liao, X., Hu, X., Wu, J., & Wang, Z. (2007). Optimization of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanins in extract using high-performance liquid chromatography – mass spectrometry. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 14(6), 767–778. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2006.12.011>
- Ching, S., Ingram, D., Hahnel, R., Beilby, J., & Rossi, E. (2002). Serum levels of micronutrients, antioxidants and total antioxidant status predict risk of breast cancer in a case control study. *The Journal of Nutrition*, 132(2), 303–306.
- Chowdhury, P., & Viraraghavan, T. (2009). Sonochemical degradation of chlorinated organic compounds, phenolic compounds and organic dyes - A review. *Science of the Total Environment*, 407(8), 2474–2492. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.12.031>
- Collazos, C., White, P. L., White, H. S., Viñas, E. Alvestur, E. (1993). *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú (No. Q04 C6-R). Ministerio de Salud, Lima (Peru); Instituto Nacional de Nutrición, Lima (Peru).*
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., ... Gerós, H.

- (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, 1, 1–22. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert395>
- Cooper-Driver, G. A. (2001). Contributions of Jeffrey Harborne and co-workers to the study of anthocyanins. *Phytochemistry*, 56(3), 229–236. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00455-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00455-6)
- Cuevas, M., Antezana, A., & Winterhalter, P. (2008). Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) Boliviano, 21–26.
- De Pascual teresa, S., & Sanchez ballesta, M. T. (2008). Anthocyanins: From plant to health. *Phytochemistry Reviews*, 7(2), 281–299. <https://doi.org/10.1007/s11101-007-9074-0>
- Deng, Y., & Zhao, Y. (2008). Effects of pulsed-vacuum and ultrasound on the osmodehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). *Journal of Food Engineering*, 85(1), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.016>
- Durak, I., Kaçmaz, M., Çimen, M. Y. B., Büyükköçak, Ü., & Öztürk, H. S. (2001). Blood oxidant/antioxidant status of atherosclerotic patients. *International Journal of Cardiology*, 77(2–3), 293–297. [https://doi.org/10.1016/S0167-5273\(00\)00450-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5273(00)00450-2)
- El, D., & Una, A. D. E. (2014). Universidad nacional José María Arguedas.
- Ersus, S., & Yurdagel, U. (2007). Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier. *Journal of Food Engineering*, 80(3), 805–812. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.07.009>
- Fan, G., Han, Y., Gu, Z., & Gu, F. (2008). Composition and colour stability of anthocyanins extracted from fermented purple sweet potato culture. *LWT - Food Science and Technology*, 41(8), 1412–1416. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.09.003>
- Farias, A., & Coaquira, J. (2015). *Extracción Supercrítica de Compuestos Fenólicos a partir de Lías Obtenidas de los Residuos de la Producción de Pisco*. Universidad Peruana Unión, Perú.



- Fennema, O. R. (2000). *Química de los Alimentos* (2nd ed.). España: Editorial Acribia, S.A.
- Ferreira, E., Sellés, V., Peralta, A., & Valenzuela, B. (2002). Manejo del riego en vides viníferas: Para modificar cualidades del vino.
- Flanzy, C. (2000). *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. Madrid, España: Mundi Prensa Libros.
- Fleischhut, J., Kratzer, F., Rechkemmer, G., & Kulling, S. E. (2006). Stability and biotransformation of various dietary anthocyanins in vitro. *European Journal of Nutrition*, 45(1), 7–18. <https://doi.org/10.1007/s00394-005-0557-8>
- Fuentes, W. V. (2005). *Extracción, cuantificación y estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de Prunus capuli Cav. (Cereza), Rubus urticaefolius Poir (Mora) y Sambucus canadensis L. (Saúco) como alternativas naturales de consumo de los colorantes artificiales*. Universidad de San Marcos, Guatemala.
- García, F. J. (2000). Familia Vitáceas, 21(4). Retrieved from <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas PDF/Vitáceas.pdf>
- Garzón, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Acta Biol. Colomb.*, 13(3), 27–36.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV - Visible Spectroscopy Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, (August 2001), 0–13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 217–225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)
- Golmohamadi, A., Möller, G., Powers, J., & Nindo, C. (2013). Ultrasonics Sonochemistry Effect of ultrasound frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin

- content of red raspberry puree. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 20(5), 1316–1323.  
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.01.020>
- Gonzalez, K. (2013). *Antocianinas en Maiz Azul, Evaluacion del Efecto de la Adicion de Cal y Calor a una Antocianina, La Pelargonidina*. UNAM, México.
- Gutierrez, G., Acevedo, A., Ballarte, N., Llajaruna, P., Aquise, S., Espinoza, T., & Jacobo, Q. (2009). Antocianinas , fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado ( *Zea mays L .*): Método de extracción.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in favonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55, 481–504. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1)
- He, J., & Giusti, M. M. (2011). High-purity isolation of anthocyanins mixtures from fruits and vegetables – A novel solid-phase extraction method using mixed mode cation-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1218(44), 7914–7922.  
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.09.005>
- Herrera Aliaga, M. alexandra. (2017). *Estabilidad Termica del extracto colorante de orujos de uvina (vitis aestivalis - cinérea x vitis vinifera) en una bebida modelo*. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima - Perú.
- Hidalgo, J. (2010). *Tratado de enología* (5th ed.). Madrid, España: Mundi Prensa Libros.
- Huie, C. W. (2002). A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants, 23–30. <https://doi.org/10.1007/s00216-002-1265-3>
- Ibarz, A., & Barbosa, C. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Barcelona, España: Mundi-Prensa S. A.
- Joseph, J. A., Denisova, N. A., Arendash, G., Gordon, M., Diamond, D., Shukitt-Hale, B., & Morgan, D. (2003). Blueberry supplementation enhances signaling and prevents behavioral deficits in an Alzheimer disease model. *Nutritional Neuroscience*, 6(3), 153–162. <https://doi.org/10.1080/1028415031000111282>

- Kennedy, J. A., Matthews, M. A., & Waterhouse, A. L. (2000). Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. *Phytochemistry*, 55(1), 77–85. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00196-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00196-5)
- Konczak, I., & Zhang, W. (2004). Anthocyanins — More Than Nature ’ s Colours. *Biomedicine and Biotechnology*, 5, 239–240. <https://doi.org/10.1155/S1110724304407013>
- Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F., & Brouillard, R. (2008). Corrigendum to “Analysis and biological activities of anthocyanins.” *Phytochemistry*, 69(9), 1939–1940. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.06.001>
- Leyva, D. (2009). "*Determinación de Antocianinas, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante en Licores y Frutos de Mora*". Universidad Tecnológica de la Mixteca, huajuapan de Leon, Oaxaca, Mexico.
- Liazid, A., Guerrero, R. F., Cantos, E., Palma, M., & Barroso, C. G. (2011). Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. *Food Chemistry*, 124(3), 1238–1243. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.053>
- Londoño, P., Mieres, A., Andrade, A., & García, L. (2011). Desarrollo de una galleta a partir del orujo de uva variedad criolla negra. *ANALES de La Universidad Metropolitana*, pp. 191–205.
- Luiz, C., Jr, B., Francescato, V., Nienow, A. A., Calvete, E., & Reginatto, F. H. (2009). Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango  
Influence of the extraction solution pH on the content of anthocyanins in strawberry fruits, 29(1), 183–188.
- Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 177–182. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00155-2)
- May, P. (2004). *Flowering and fruitset in grapevines*. Adelaide : Phylloxera and Grape

- Industry Board of South Australia in association with Lythrum Press, 2004.
- Mendez, A. (2010). Compuestos químicos. Retrieved from <https://quimica.laguia2000.com/category/compuestos-quimicos>
- Mendez, G. del C., & Ruitón, C. F. (2011). Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de *Prunus domestica* L., *Ficus carica* L. y *Vitis vinifera* L. c.v. “red globe” cultivados en Perú, 1–90. Retrieved from <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2594>
- Ministerio de Agricultura del Perú. (2010). UVA, p. 25. Retrieved from <http://repositorio.minagri.gob.pe/handle/MINAGRI/46>
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2017). Uva Fresca. Retrieved from <file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/boletin-analisis-uva-fresca.pdf>
- Monrad, J. K., Howard, L. R., King, J. W., Srinivas, K., & Mauromoustakos, A. (2010). Subcritical solvent extraction of anthocyanins from dried red grape pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(5), 2862–2868. <https://doi.org/10.1021/jf904087n>
- Mousavi, S. M., Yaghmaei, S., Jafari, A., Vossoughi, M., & Ghobadi, Z. (2007). Optimization of ferrous biooxidation rate in a packed bed bioreactor using Taguchi approach. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(10), 935–940. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2007.06.010>
- Nakatsu, Lupo, A., Chinn, J., & Kang, R. (2000). *Stud. Nat. Prod. Chem.*, 21, 571–631.
- Ochmian, I. D. (2012). The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the “Duke” cultivar. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 163–169.
- Olsson, M. E., Gustavsson, K. E., Andersson, S., Nilsson, Å., & Duan, R. D. (2004). Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(24), 7264–7271.

<https://doi.org/10.1021/jf030479p>

Organizacion internacional vino, O. (2016). Table and dried grapes. *Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Organisation of Vine and Wine*.

Peña, A., Arroyo, A., Gomez, A., & Ricardo, T. (2004). *Bioquimica*. Mexico: Grupo Noriega LIMUSA SA.

Properties, P. (2003). Optimization of Extraction of Anthocyanins from Black Currants with Aqueous Ethanol, 68(1).

Qu, W., Pan, Z., & Ma, H. (2010). Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. *Journal of Food Engineering*, 99(1), 16–23.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.020>

Rai, N., Jain, A. K., Abraham, J., & Pharm, J. (2013). Res., (2), 12–24.

Rein, M. J. (2005). *Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins*. *Dissertation Uni Helsinki*. <https://doi.org/10.1021/jf071205v>

Rommel, A., Wrolstad, R. E., & Heatherbell, D. A. (1992). Blackberry Juice and Wine : Processing and Storage Effects on Anthocyanin Composition , Color and Appearance, 57(2), 385–391.

Santacruz, Osorio, González, & Heredia. (2012). Aplicación de la colorimetría triestímulo para evaluar la estabilidad de extractos ricos en antocianinas en antocianinas en en antocianinas de frutos tropicales colombianas. *Redalyc*, 19(2), 93–95.

Shipp, J., & Abdel-Aal, E.-S. M. (2010). Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients. *The Open Food Science Journal*, 4(1), 7–22. <https://doi.org/10.2174/1874256401004010007>

Silva, L. M. L. R. (2003). Caracterização dos subprodutos da vinificação. *Spectrum*, 28, 123–133. Retrieved from <http://www.ipv.pt/millennium/Millennium28/10.pdf>

Soria, A. C., & Villamiel, M. (2010). Effect of ultrasound on the technological properties and

- bioactivity of food : a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(7), 323–331.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.003>
- Street, L. A. (2010). *Guidance on Food Additives*. Food Safety Authority of Ireland.
- Su, M. S., & Chien, P. J. (2007). Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chemistry*, 104(1), 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.021>
- Taguchi, G. (1986). *Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes*. Michigan: the Organization.
- Tao, Y., Zhang, Z., & Sun, D. W. (2014). Kinetic modeling of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from grape marc: Influence of acoustic energy density and temperature. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21(4), 1461–1469. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.01.029>
- Timberlake, C. F. (1980). Anthocyanins-Occurrence, extraction and chemistry. *Food Chemistry*, 5(1), 69–80. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(80\)90065-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(80)90065-5)
- Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L., & Mason, T. J. (2001). Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 8(2), 137–142.
- Tomà, P., Valle, M., Rossi, U., & Brunenghi, G. M. (2001). Paediatric hip--ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip: a review. *European Journal of Ultrasound*, 14(1), 45–55. [https://doi.org/10.1016/S0929-8266\(01\)00145-8](https://doi.org/10.1016/S0929-8266(01)00145-8)
- Ullauri, P. (2010). Transporte de masa en extracción fase sólido-líquido. *ReCiTeIA*.
- Umar Lule, S., & Xia, W. (2005). Food phenolics, pros and cons: A review. *Food Reviews International*, 21(4), 367–388. <https://doi.org/10.1080/87559120500222862>
- Vieira, G. S., Cavalcanti, R. N., Meireles, M. A. A., & Hubinger, M. D. (2013). Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and

agitated bed extraction from jussara pulp ( *Euterpe edulis* ), *119*, 196–204.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.030>

Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., & Bose, P. (2001). Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods:Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49*(11), 5315–5321.

<https://doi.org/10.1021/jf0009293>

Yúrefa, E. (1979). *QUÍMICA AGRÍCOLA III Alimentos*. Alhambra.

Zeiger, E., & Taiz, L. (2006). *Fisiología Vegetal*. california- Los angeles: Universitat Jaume I.

# Anexo 1 - Análisis proximal de la harina de cáscara de uva



## LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



### INFORME DE ENSAYOS

N° 004705-2018

**SOLICITANTE** : KATHERINE HUAPAYA FERNANDEZ  
**DIRECCIÓN LEGAL** : AV. LOS NENUFARES 751 VIPOL CALLAO  
 RUC : 47481567 Teléfono : 940356675  
**PRODUCTO** : HARINA DE UVA  
**NUMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : S.I.  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 601,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S N°EN- 002617-2018  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 22/06/2018  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO / QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : 3 Meses, a partir de la fecha de recepción.

### RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:  
 ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Grasa Cruda (g/100 ml de muestra original)	1,5	1,49	1,51
2.- Proteína (g/100 ml de muestra original)(Factor: 6,25)	4,7	4,72	4,76
3.- Cenizas (g/100 ml de muestra original)	2,7	2,66	2,68
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	353,1	---	---
5.- Carbohidratos (g/100 ml de muestra original)	80,2	---	---
6.- Humedad (g/100 ml de muestra original)	10,9	10,90	10,88
7.- % Kcal. proveniente de Grasa	3,8	---	---
8.- % Kcal. proveniente de Proteínas	5,3	---	---
9.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	90,9	---	---

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 24, 20th Edition 2016
- 2.- AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 20th Edition 2016
- 3.- AOAC 940.26 (A) Cap. 37, Pág. 7, 20th Edition 2016
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 22/05/2018 Al 31/05/2018.

#### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 31 de Mayo de 2018



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM  
 Ing. Mg. Quím. Mary Flor Césare Coral  
 DIRECTORA TÉCNICA  
 C.Q.P. N° 835

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



Anexo 2 - Datos experimentales de la *extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (Vitis vinifera) utilizando el método de Taguchi*

**Tabla 13** - Datos experimentales con respecto a las Antocianinas Monoméricas (mg Cianidina 3 glucosido/100g), Antocianinas Poliméricas (%) y Solidos solubles (Brix°)

Tratamientos	Factores de control								Antocianina Monomérica	Antocianina Polimérica	Solidos solubles
	A	B	C	D	E	F	G	H			
1	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	9.418	71.441	29.8
2	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	21.842	60.9598854	26.8
3	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	8.049	74.8062016	22.2
4	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	17.834	43.9914163	24.3
5	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	10.62	70.6161137	30
6	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	9.151	73.7226277	24.4
7	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	7.114	58.716392	22.8
8	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	11.222	82.2796935	30
9	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	13.125	68.8149688	42.7
10	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	8.466	42.0833333	23.1
11	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	12.491	67.1627907	30.3
12	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	3.039	73.8095238	29
13	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	1.252	77.9347826	43
14	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	17.935	65.5335222	31.7
15	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	2.405	83.5421888	42.5
16	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	13.526	54.1666667	23
17	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	10.019	84.3636364	24.4

<b>18</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	19.104	63.2305195	24.1
<b>19</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	9.418	74.221	30
<b>20</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	21.775	59.030837	26.4
<b>21</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	8.182	72.3915051	22.5
<b>22</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	18.369	39.0934844	24.2
<b>23</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	10.353	70.8333333	30.2
<b>24</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	10.22	72.3625557	24.4
<b>25</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	7.348	59.6551724	21.9
<b>26</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	11.288	82.6835902	29.8
<b>27</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	13.626	66.0194175	42.4
<b>28</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	8.366	44.2184154	22.9
<b>29</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	12.29	69.6404794	30.3
<b>30</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	3.039	72.9953917	29.4
<b>31</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	1.353	73.3217088	43.3
<b>32</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	18.636	65.8333333	31.8
<b>33</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	2.471	80.7852966	40.3
<b>34</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	13.576	54.27303	22.8
<b>35</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	10.687	84.1666667	24.5
<b>36</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	18.302	62.3940678	24.3
<b>37</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	9.685	74.177	30
<b>38</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	21.375	61.088	26.5
<b>39</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	8.216	73.799	22.5
<b>40</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	18.436	43.884	24.5
<b>41</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	10.687	71.771	30.3
<b>42</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	10.153	71.053	24.5
<b>43</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	7.882	56.306	21.7
<b>44</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	10.153	81.74	29.8
<b>45</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	13.426	67.565	42.8

<b>46</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	9.268	42.262	23
<b>47</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	12.357	67.66	30.3
<b>48</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	3.273	71.441	29
<b>49</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	1.403	75.648	43.7
<b>50</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	18.736	60.396	31.5
<b>51</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	2.371	81.848	40.6
<b>52</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	13.326	53.049	23
<b>53</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	9.819	85.226	24.4
<b>54</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	17.701	62.463	24.3

---

**Tabla 14 -** Datos experimentales con respecto a la determinación de color Luminosidad (L\*), coordenadas a\*, coordenadas b\*

Tratamientos	Factores de control								L*	a*	b*
	A	B	C	D	E	F	G	H			
<b>1</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	1.6915	13.477	6.3095
<b>2</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	6.798	5.099	6.494
<b>3</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	6.3985	4.1535	6.701
<b>4</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	5.4785	6.1055	6.37
<b>5</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	4.378	7.087	6.649
<b>6</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	4.6695	7.666	6.584
<b>7</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	1.956	9.277	6.8265
<b>8</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	2.9765	16.0885	5.1605
<b>9</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	7.499	3.849	6.509
<b>10</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	7.302	2.559	6.789
<b>11</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	5.8055	5.632	6.557
<b>12</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	2.8805	11.0285	6.291
<b>13</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	7.0555	4.555	6.551
<b>14</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	4.9425	4.2725	6.7695
<b>15</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	1.3	9.9075	7.0555
<b>16</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	0.8245	12.709	6.9215
<b>17</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	1.266	10.645	6.9695
<b>18</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	4.506	18.785	6.2315
<b>19</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	0.145	15.574	5.897
<b>20</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	2.932	10.95	6.3495
<b>21</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	4.3085	6.8785	6.7365

<b>22</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	5.5745	6.5045	6.3965
<b>23</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	4.881	6.357	6.6495
<b>24</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	2.991	9.955	6.59
<b>25</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	5.1525	5.602	6.6525
<b>26</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	4.5565	8.958	6.599
<b>27</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	3.8775	8.9125	6.249
<b>28</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	6.827	3.319	6.7015
<b>29</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	7.1865	4.2515	6.4425
<b>30</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	6.105	7.616	6.378
<b>31</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	3.7365	9.1555	6.3915
<b>32</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	6.411	3.6715	6.6045
<b>33</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	2.4505	15.796	6.573
<b>34</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	2.8335	16.757	6.1055
<b>35</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	8.336	27.535	4.861
<b>36</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	8.5225	25.1955	5.019
<b>37</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	2.3905	12.2175	6.1345
<b>38</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	1.0395	13.0355	6.514
<b>39</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	7.161	3.5585	6.6225
<b>40</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	5.2525	6.0715	6.6005
<b>41</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	5.4495	5.765	6.812
<b>42</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	2.749	10.643	6.442
<b>43</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	2.9705	7.871	6.7695
<b>44</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	5.446	6.7625	6.819
<b>45</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	6.211	5.3245	6.5185
<b>46</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	8.092	2.581	6.516
<b>47</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	6.644	4.7205	6.529
<b>48</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	5.777	7.697	6.552
<b>49</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	5.8565	5.77	6.655

<b>50</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	5.665	4.6745	6.6185
<b>51</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	3.8835	8.6395	6.4885
<b>52</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	4.5315	18.8935	5.9125
<b>53</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	0.099	11.6205	7.1775
<b>54</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	-0.692	12.3345	6.925

---

**Tabla 15** - Datos experimentales con respecto a la determinación de color Pureza (c\*) y Tono (h\*)

Tratamientos	Factores de control								c*	h*
	A	B	C	D	E	F	G	H		
<b>1</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	14.8825	23.85
<b>2</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	8.2605	29.69
<b>3</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	7.886	56.11
<b>4</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	8.9835	46.35
<b>5</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	9.7495	46.31
<b>6</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	10.1195	33.55
<b>7</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	11.811	37.92
<b>8</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	17.1255	40.34
<b>9</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	7.5815	52.00
<b>10</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	7.4285	67.32
<b>11</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	8.7235	52.99
<b>12</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	12.752	39.37
<b>13</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	7.995	51.34
<b>14</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	8.0515	57.92
<b>15</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	12.1665	36.36
<b>16</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	14.485	20.56
<b>17</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	12.7235	32.71
<b>18</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	19.8155	18.92
<b>19</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	16.6535	20.74
<b>20</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	12.892	30.11
<b>21</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	9.7975	44.40

<b>22</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	9.2815	44.52
<b>23</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	9.27	46.29
<b>24</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	11.969	33.50
<b>25</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	8.8665	49.90
<b>26</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	11.1445	36.38
<b>27</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	11.25	35.04
<b>28</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	7.4785	63.65
<b>29</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	7.7205	56.58
<b>30</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	9.983	39.94
<b>31</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	11.2145	34.92
<b>32</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	7.5725	60.93
<b>33</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	17.2085	22.59
<b>34</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	18.1135	20.02
<b>35</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	27.9615	10.01
<b>36</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	25.698	11.27
<b>37</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	2 (40)	1 (1)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	13.675	26.66
<b>38</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	3 (60)	2 (2)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	14.573	26.55
<b>39</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	3 (60)	3 (3)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	7.5625	61.75
<b>40</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	1 (20)	3 (3)	2 (50)	-	1 (1:10)	-	9.1645	47.39
<b>41</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	1 (20)	2 (2)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	8.924	49.76
<b>42</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	1 (20)	2 (2)	3 (60)	-	3 (1:20)	-	12.4455	31.19
<b>43</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	2 (40)	3 (3)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	10.4205	40.70
<b>44</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	3 (60)	1 (1)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	9.614	45.24
<b>45</b>	1 (Cítrico)	3 (30)	3 (60)	1 (1)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	8.4165	50.76
<b>46</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	3 (60)	3 (3)	1 (40)	-	2 (1:15)	-	7.026	68.39
<b>47</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	2 (40)	2 (2)	2 (50)	-	2 (1:15)	-	8.0895	54.13
<b>48</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	2 (40)	1 (1)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	10.119	40.41
<b>49</b>	1 (Cítrico)	1 (10)	1 (20)	1 (1)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	8.9755	49.07



<b>50</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	2 (40)	2 (2)	3 (60)	-	1 (1:10)	-	8.1085	54.77
<b>51</b>	1 (Cítrico)	2 (20)	1 (20)	1 (1)	2 (50)	-	3 (1:20)	-	10.907	36.91
<b>52</b>	2 (Fosfórico)	1 (10)	1 (20)	3 (3)	3 (60)	-	2 (1:15)	-	19.953	17.38
<b>53</b>	2 (Fosfórico)	3 (30)	3 (60)	2 (2)	1 (40)	-	3 (1:20)	-	13.6825	31.70
<b>54</b>	2 (Fosfórico)	2 (20)	2 (40)	3 (3)	1 (40)	-	1 (1:10)	-	14.155	29.31

---

Anexo 3 - Extracción de antocianinas a partir de cáscaras de uva (*vitis vinífera*).



**Figura 20** – Recepción Materia Prima.



**Figura 21** – Separado (selección de la cáscara de uva).



*Figura 22* – Congelado de la cáscara de uva obtenida.



*Figura 23* – Acondicionamiento de la cáscara de uva para su deshidratación.





*Figura 24* – Secado de la cáscara de uva.



*Figura 25* – Molienda de cáscara de uva seca.



*Figura 26* – Tamizado de harina de cáscara de uva.



*Figura 27* – Extracción de antocianina a partir de harina de cáscara de uva.





**Figura 28** – Filtrado del extracto antociánico a partir de harina de cáscara de uva



**Figura 29** – Envasado y Refrigerado del extracto antociánico obtenido



*Figura 30* – Lectura de absorbancias de las muestras.