

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Evaluación del tiempo de maceración para la extracción de antocianos en
orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la
fermentación en Pocollay**

Tesis

Presentada por:

Bach. Vannia Lucia Georffino Loureiro

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TACNA- PERÚ

2016

DEDICATORIA

Primero a Dios por permitirme estar con salud y poder dar un paso más en mi vida y mi carrera profesional.

A mi madre por siempre darme los mejores consejos y palabras de aliento y estar conmigo apoyándome en todo

A mi padre por su sacrificio y dedicación para que yo sea una profesional.

A mis hermanos por su apoyo y sus deseos de mi superación.

A mi familia en general porque estuvieron siempre brindándome su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Efreneugenio Chaparro Montoya, mi asesor, por su valiosa orientación, dedicación y presto a enseñarme y despejar mis dudas.

Al Ing. Tomas Delgado Cabrera, por estar siempre al tanto de mi avance en la tesis, y brindándome también su apoyo y orientación para la ejecución de mi tesis.

Muchas Gracias.

CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Contenido	iv
Índice de anexos	viii
Índice de Tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Descripción del problema	2
1.2	Formulación del problema	3
1.3	Justificación de la investigación	3
1.4	Objetivos	4
1.4.1	Objetivo General	4
1.4.2	Objetivos Específicos	4
1.5	Hipótesis	4
1.6	Variables	4
1.8	Limitaciones de la investigación	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	5
2.2	Bases Teóricas	6
2.2.1	La uva	6
2.2.2	Uva Negra Criolla	7
2.2.1.1.	Descripción	7
2.2.1.2	Composición	7
a.	Escobajo	8
b.	Hollejo	9
c.	Las pepitas	9
d.	La pulpa	9
2.2.2	Vino tinto	13
2.2.2.1	Elaboración de vino tinto	13
a.	Vendimia	13
b.	Transporte de la vendimia	14
c.	Recepción y pesado	14
d.	Estrujado y despalillado	14
e.	Encubado	15
f.	Fermentación I (maceración)	16
g.	Descubado	16
h.	Fermentación II	17
i.	Trasiego	17
j.	Clarificación	18
k.	Filtrado	18

l.	Estabilización	18
m.	Embotellado	19
2.2.2.2.	Clasificación de vinos tintos de acuerdo al dulzor	20
2.2.2.3.	Composición fisicoquímica del vino tinto	20
a.	Ácidos orgánicos del vino	20
b.	Alcoholes	20
c.	Glúcidos	21
d.	Sales	21
e.	Sustancias nitrogenadas	21
f.	Compuestos fenólicos	21
g.	Compuestos aromáticos	23
2.2.2.4.	Antocianos en los vinos tintos	24
2.2.2.5	Requisitos fisicoquímicos del vino	25
2.3	Definiciones	26

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

	Pág.	
3.1.	Lugar de ejecución de la investigación	29
3.2.	Muestra de estudio	29
3.3.	Diseño de la investigación	29
3.4.	Acciones y actividades para la ejecución del proyecto	30
3.5.	Materiales y equipos	31
3.5.1.	Materiales e insumos	31

3.5.2. Equipos e instrumentos	31
3.5.3. Reactivos	31
3.6. Procesamiento y análisis de datos	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del tiempo de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla para la extracción de antocianos durante la fermentación	33
4.2. Evaluación fisicoquímica las muestras de vino tinto obtenidas	36
4.2.1. Grados Baumé	36
4.2.2. Índice de polifenoles totales	37
4.2.3. Acidez acética	39
4.2.4. pH	41
4.2.5. Grado alcohólico	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
ANEXOS	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Fotografías del trabajo de investigación	52
Anexo 2. Resultados del tiempo de fermentación en el contenido de antocianos	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparativo de la composición del grano de uva Negra Criolla en Tacna de acuerdo al grado Brix (08-02-2015).	8
Tabla 2. Partes constitutivas de la baya de uva	8
Tabla 3. Contenido de polifenoles totales y antocianos de la uva Negra Criolla cultivada en el Valle Tacna de acuerdo al grado Brix (08-02-2015).	10
Tabla 4. Datos de fin de maduración de uva de las variedades listas Negro y gramol	11
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos exigidos por la Norma Técnica Peruana	25
Tabla 6. Requisitos fisicoquímicos y análisis complementario del vino	26
Tabla 7. Resultados del tiempo en el contenido de antocianos (mg/L malvidina) en dos fermentaciones del mosto de uva Negra Criolla.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Uva Negra Criolla en Parrón	12
Figura 2. Uva Negra Criolla en cajón de plástico de 20 kg	13
Figura 3. Uva Negra Criolla y balanza para su pesado	14
Figura 4. Pisa de la uva Negra Criolla	15
Figura 5. Mosto de uva Negra Criolla	16
Figura 6. Mosto fermentado de uva Negra Criolla listo para su maduración	18
Figura 7. Principales etapas en el desarrollo del experimento	30
Figura 8. Efecto del tiempo de maceración con orujos durante la fermentación mosto de uva Negra Criolla en el contenido de antocianos	35
Figura 9. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en la disminución de los grados Baumé	37
Figura 10. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el Índice de polifenoles totales	39
Figura 11. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de ácido acético	40
Figura 12. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el pH.42	
Figura 13. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de grado alcohólico	44
Figura 12. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el pH.42	

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar el tiempo de maceración para la extracción de antocianos en orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la fermentación en Pocollay. La fermentación con orujos se realizó por duplicado y se extrajeron nueve muestras donde se determinó el contenido de antocianos, índice de polifenoles totales, pH, ácido acético y grado alcohólico. Los resultados mostraron que la máxima extracción de antocianos se da a las 96 horas (4 días) de iniciada la fermentación y se obtuvo 273,34 mg/L de malvidina a partir de una uva con 12,5 grados Baumé y 295,75 mg/L de malvidina (389,5 mg de malvidina/100 g de cascara o piel); los demás análisis tuvieron los siguientes resultados fisicoquímicos: Índice de polifenoles totales de 31,4 a 42,38; pH de 3,511 a 3,667; ácido acético de 0,1555 a 0,3245 g/L y grado alcohólico un máximo de 12,2 °G.L a 15 días de iniciada la fermentación. Se determinó que a medida que aumenta el tiempo de maceración con los orujos durante la fermentación del vino, se extraen mayores contenidos de antocianos y polifenoles pero la calidad organoléptica de los vinos disminuye por la astringencia.

INTRODUCCION

Los compuestos fenólicos constituyen un enorme grupo de sustancias, en su mayoría de origen vegetal, ampliamente distribuidas en la naturaleza.

Los antocianos juegan un papel muy importante en el color y sabor de los alimentos y bebidas (Muñoz et al., 2007).

La uva Negra Criolla es un alimento rico en el contenido de antocianos, este se encuentra presente en el hollejo conjuntamente con fenoles tánicos.

El paso de los antocianos a la fracción líquida durante la maceración determina la intensidad colorante del futuro vino.

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema; el capítulo II el marco teórico referido a los antecedentes, bases teóricas y definiciones de la investigación; el capítulo III se observa los materiales y métodos; el capítulo IV se describen los resultados y discusión; finalmente se redactan las conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El avance en los procesos tecnológicos ha sido la solución de muchos problemas en la Agroindustria, uno de los procesos es la extracción de colorantes naturales de la uva Negra Criolla en la elaboración de vino tinto.

El color es una manera rápida y fácil de reconocer si un vegetal es rico en antioxidantes. A más color, más antioxidantes. El color de los vinos tintos está dado principalmente por los antocianos.

El vino tinto que se elabora en el Valle de Tacna es una fuente rica de antioxidantes, pero existe desconocimiento del contenido de antocianos en cada muestra de vino tinto y uno de los factores que influye en su extracción es el tiempo de maceración durante la fermentación, pero al mismo tiempo se extraen taninos que le dan el sabor amargo a los vinos.

Los alimentos ricos en polifenoles y antocianos actúan como antioxidantes sobre la salud humana.

El pigmento de antocianina tiene muchas acciones terapéuticas; entre ellas destacan, colesterol, cáncer de colon, combaten lo que es el stress oxidativo causado por los radicales libres ya que la antocianina es un potente antioxidante.

Debido a que no hay investigaciones, en el Perú es que se ha diseñado esta investigación para evaluar del tiempo de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinifera L*) durante la fermentación y de ahí extraer el mayor contenido de antocianos.

1.2. Formulación del Problema

A continuación, se presenta la formulación del problema general y específico de la investigación.

Formulación del Problema General

¿Cuál es el tiempo de maceración para la extracción de antocianos en orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la fermentación en Pocollay?

Formulación del Problema Específico

¿Cómo es la extracción de antocianos durante la fermentación con orujos en la elaboración de vino tinto?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas de los tratamientos de maceración con orujos durante la fermentación del mosto de uva Negra Criolla?

1.3. Justificación e importancia de la Investigación

Con el propósito de dar una alternativa positiva para extraer el mayor contenido de antocianos (color) de la uva Negra Criolla durante la fermentación con orujos durante la fermentación es que se ha propuesta la investigación.

Desde el punto de vista técnico, el estudio trata de determinar el tiempo adecuado de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L.*) para la extracción de antocianos en en el valle de Pocollay.

Desde el punto de vista social, la determinación del tiempo óptimo de maceración con orujos del mosto contribuirá a la obtención de un vino de buena calidad nutricional para el público consumidor.

Desde el punto de vista económico, al obtener vinos suaves sin astringencia con elevado color permitirá incrementar las ventas de los productores de vino.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el tiempo de maceración para la extracción de antocianos en orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la fermentación en Pocollay.

1.4.2. Objetivos Específicos

Analizar el tiempo de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla para la extracción de antocianos durante la fermentación.

Evaluar fisicoquímicamente las muestras de vino tinto obtenidas.

1.5. Hipótesis

La evaluación del tiempo de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la fermentación en Pocollay permite determinar la extracción de antocianos

1.6. Variables

Las variables de la investigación se presentan a continuación siendo éstas:

Variables independientes

- Tiempo de maceración con orujos (X_1)

Variable Dependiente

- Contenido de antocianos (Y_1)

- Características fisicoquímicas (Y_2)

1.7. Limitaciones de la investigación

Este fruto (uva negra criolla) es estacionario, solo una vez al año se cosecha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Vila (2002) en su tesis de maestría planteo como objetivo determinar el efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec, sus resultados mostraron que la variedad Cabernet S. siguió un patrón de extracción normal, la magnitud del color rojo alcanzo un máximo a los 10 días de maceración con sus orujos y luego sufrió una disminución, la variedad Malbet tuvo el mismo efecto que la variedad Cabernet S. la disminución de antocianos se debió como consecuencia del deterioro oxidativo.

Romero (2008) en su tesis para optar el grado de doctor se planteó el objetivo de extraer compuestos fenólicos de la uva al vino, los resultados de su investigación mostraron que el mayor incremento en la concentración de antocianos se observa entre los días 3 y 7 de la maceración. Desde el día 7 al 14 únicamente se dan pequeños cambios; mientras que de la uva Monastrell al vino durante la maceración se encontró que el ratio de extracción es similar para todos los distintos antocianos puesto que, aunque la concentración total disminuye en las pieles conforme avanza la maceración, la distribución relativa de estos compuestos en la piel sólo muestra pequeñas diferencias.

Catania (s.f.) en la investigación que tuvo por objetivo determinar las implicancias organolepticas de los polifenoles del vino, reportó que los contenidos de antocianos varían desde 500 a 3 000 mg/kg de uva y llegan hasta 1 000 mg/L de vino tinto. A medida que aumena el tiempo de maceracion con los orujos durante la fermentacion del vino, se extraen mayores contenidos de polifenoles y antocianos, pero la calidad organoleptica de los vinos disminuye por la astringencia.

Gonzales, L., Gozales, J., Armas, Gracia, Vidarte y Pomar (2007) realizaron una investigación el cual tuvo por objetivo estudiar la evolución de polifenoles y antocianos en la maduración de cepas de la comarca Tocaronte-Acentejo durante la cosecha del año 1997; ellos determinaron que el contenido de antocianos durante los últimos tres años estuvieron entre 0,212 a 0,619 g/kg y el índice de polifenoles totales para la crianza de vinos es de 50 a 60.

De la Cruz, Matinez, Becerrill y Chávaro (2012) realizaron una investigación que tuvo por objetivo caracterizar los vinos que se producen en Querétaro, los resultados mostraron que los vinos de El Rosario mostraron menor grado alcohólico (8,5 GL) que los de El Barreno y que los de Viñedos Azteca (11,0 GL y 11,8 GL, respectivamente), así como mayor acidez (ATT = 7,9 vs. 6,5 y 7,7 g/L ác. tartárico), mientras que los vinos de Viñedos Azteca mostraron los máximos valores de intensidad colorante (IC = 9,9) y antocianinas totales (AT = 893,6 mg/L). En cuanto a los cultivares, los vinos de 'Merlot' obtuvieron el mayor grado alcohólico (11,7 °GL), menor ATT (6,9 g/L) y mayor AT (751,1 mg/L) que los de 'Cabernet Sauvignon (9,1 °GL, 9,1 g/L y 617,2 mg/L).

Muñoz et al., (2007) evaluaron la actividad antioxidante y contenido de compuesto fenólicos en vinos producidos en Perú, reportaron que el vino oporto tuvo valores menores de 5 mg/L de antocianinas (mg de malvidina/L) y la variedad Grenache-Malbec (producida en el río Chillón) tuvo el máximo contenido de antocianinas con 291,51 mg/L. Los antocianos son responsables del color rojo en los vinos.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. La uva

Las uvas son elementos esenciales por el cual se elabora finalmente el vino. La uva que produce el vino pertenece a la familia biológica conocida como vitaceae, que son una clasificación de plantas con tendencia a trepar por las superficies fijas. Esta familia posee once géneros diferentes, pero tan sólo la *vitis* es interesante como fruta vitivinícola. Dentro del género *vitis* existen 60 especies, pero tan sólo la *vinífera* es la que proporciona vino (de origen indoeuropeo) (Casares, 2010).

2.2.1 Uva Negra Criolla

2.2.1.1. Descripción

La uva es el fruto de la vid en estado de madurez. El racimo de uva comprende dos partes bien diferenciadas: La leñosa o escobajo y las bayas o granos cuya ruptura proporciona el zumo o mosto. El escobajo es el elemento del racimo que sirve de soporte de las bayas, así como de alimentación mediante los vasos conductores, el peso representa del orden de un 3 a 7 % del racimo (Togores, 2006).

2.2.1.2. Composición

La proporción de los componentes del grano varía con las distintas variedades de uva y también dentro de una misma variedad debido a factores ecológicos, grado de maduración y la intervención directa del hombre a través de los cuidados culturales. Tales factores influyen en la forma, tamaño y peso del grano (Oreglia, 1978).

En la tabla 1 se muestra el comparativo de la composición del grano de uva Negra Criolla en Tacna de acuerdo al grado Brix y en la tabla 2 se presenta las partes constitutivas de la baya.

Tabla 1.

Comparativo de la composición del grano de uva Negra Criolla en Tacna de acuerdo al grado Brix (08-02-2015).

Parte de la uva	Lugar			
	La Yarada	Pocollay	Calana	Pachía
Hollejo (%)	17,70	15,57	13,49	24,45
Pepitas (%)	2,83	6,55	5,34	6,14
Pulpa (%)	79,47	77,88	81,17	69,41
Grado Brix	24,75	20,75	19,00	14,25

Fuente: Chaparro, 2015.

Tabla 2.

Partes constitutivas de la baya de uva

Sustancias componentes	Contenido (%)
Piel y hollejo	6 a 12
Pepitas	2 a 3
Pulpa	93 a 92

Fuente: CORDETACNA –PNUD, 1989.

a. Escobajo

El raspón también llamado raspa o escobajo, forma la estructura o el esqueleto del racimo. Su estudio, desde el punto de vista enológico tiene gran importancia ya que permite conocer qué sustancias pueden incorporarse al vino cuando los raspones están presentes durante la fermentación. El raspón puede llegar a la bodega en dos estados: verde o maduro (lignificado) (Casares, 2010).

b. Hollejo

Membrana elástica que encierra la pulpa y las semillas, que se extienden a medida que crece el grano.

El hollejo o piel está formado por 6 u 8 capas de células, en cuyo interior están los pigmentos que le dan el color a las uvas (antocianinas). Contiene: ácido linoleico, oleico, palmítico y estearico, compuestos aromáticos, que contribuyen al aroma de las uvas que en algunos casos es característico de la variedad y compuestos fenólicos que en algunos casos es característico de la variedad y compuestos fenólicos que dan cuerpo, color y gusto en el vino (Casares, 2010).

El hollejo encierra dos grupos de sustancias interesantes a la vinificación en tintos: el tanino y materias colorantes. Contienen también sustancias aromáticas que, en determinadas variedades, alcanzan cantidades importantes y de intenso perfume.

Se encuentra recubierto por una película cerosa denominada pruina o flor de uva, la pruina protege las células internas del grano contra la acción de las lluvias y de la humedad (Alvares, 1991).

Entre los componentes fundamentales en los hollejos se incluyen las sustancias colorantes localizadas frecuentemente en las 3 - 4 capas de células más externas de la piel, estando presentes en las vacuolas como masa amorfa o como capas de finas granulaciones; tales sustancias están compuestas por antocianinas y fenoles tánicos (Gonzales, L., Gozales, J., Armas, Gracia, Vidarte y Pomar, 2007).

Los antocianos alcanzan su contenido máximo en el momento de madurez de la pulpa o incluso después (Martines, s.f.).

La tabla 3, muestra el contenido de polifenoles y antocianos de la uva Negra Criolla cultivada en el Valle de Tacna de acuerdo al grado Brix y en la tabla 4, se muestra los datos de fin de maduración de uva de las variedades: Listas, Negro y Negramoll.

Tabla 3.

Contenido de polifenoles totales y antocianos de la uva Negra Criolla cultivada en el Valle Tacna de acuerdo al grado Brix (08-02-2015).

Contenido	Lugar			
	La Yarada	Pocollay	Calana	Pachía
Índice de polifenoles totales (IPT)	15,250	20,750	22,000	14,000
Polifenoles totales (mg ácido gálico/L)	19,959	25,721	27,031	18,649
Antocianos (mg malvidina/100 g de hollejo)	355,629	399,338	419,724	122,822
Grado Brix	24,750	20,750	19,000	14,250

Fuente: Chaparro, 2015.

Tabla 4.

Datos de fin de maduración de uva de las variedades listas Negro y Negramoll.

Finca	Peso de 100 granos (g)	Índice de polifenoles totales (IPT)	Antocianos (mg/Lmosto)
Domínguez LN	300	18,60	366,0
El Pastel LN	260	18,05	211,3
Tagoror LN	260	12,40	250,7
La Isleta LN	270	13,95	170,2
Presas LN	310	17,35	277,5
El Lomo LN	270	19,55	824,7
El Lomo NM	340	15,10	383,2
La Blasina LN	310	21,45	319,9

Fuente: Gonzales, 2007.

En la figura 1, se muestra el parrón de uva Negra Criolla que se cultiva en el valle de Pocollay



Figura 1. Uva Negra Criolla en Parrón

Fuente: Elaboración propia.

b. Las pepitas

Están situadas en la zona central de la baya. El número de semillas oscila entre uno y cuatro. Contienen numerosas sustancias (aceites, ácidos volátiles, materias resinosas), alguna de las cuales son nocivas, posteriormente puede producir defectos en los vinos. Para ello es indispensable que la molienda de las uvas no provoque la rotura de las pepitas (CORDETACNA-PNUD, 1989).

c. La Pulpa

La pulpa es la parte esencial de la uva, ya que después de la molienda nos da el mosto, y éste después de la fermentación proporcionará el vino.

En la pulpa se encuentra fundamentalmente agua y azúcar. Tanto la pulpa como el hollejo contienen ácidos orgánicos, en la pulpa se encuentran en menor cantidad. El rendimiento en mosto está comprendido entre el 65 % al 80 % del peso total del racimo (Alvares, 1991).

2.2.2. Vino tinto

2.2.2.1. Elaboración de vino tinto

El vino tinto se elabora con la inmersión de la piel u orujo del cual se extrae el color (antocianos) de los vinos, las operaciones unitarias son las siguientes:

a. Vendimia

Se realiza cuando la uva alcanza su madurez adecuada, la cual se determina midiendo la cantidad de azúcar y la acidez. Se tomará como referencia una cantidad de azúcar de 222 g/L (que equivale a 13 °G. L) y cuando la acidez esté entre 5-8 g/L. La uva se debe cosechar usando tijeras, no arrancando los racimos y recolectando en cajones de madera o plástico de 20 kg de capacidad (**Hatta, 2003**).

En la figura 2, se muestra la uva Negra Criolla en cajones de plástico de 20 kg.



Figura 2. Uva Negra Criolla en cajón de plástico de 20 kg.

Fuente: Elaboración propia.

b. Transporte de la vendimia

La uva es cosechada en canastas de caña o cajones rectangulares de madera o de plástico, realizando el transporte hacia la bodega en camionetas o camiones (**Monasterio, 1996**).

c. Recepción y pesado

Se recepciona en la bodega (lagares), los cuales son depósitos de cemento amplios construidos a la entrada de las bodegas. En el recepcionado, la materia prima se procede a pesarla, registrándose además del peso, datos relacionados a su estado fitosanitario para establecer un mejor control del producto.

En la figura 3, se muestra la uva Negra Criolla lista para ser pesada en una balanza.



Figura 3. Uva Negra Criolla y balanza para su pesado.

Fuente: Chaparro, 2015.

d. Estrujado y despalillado

La uva es molida suavemente mediante el empleo de una estrujadora mecánica o realizando la “pisa” que consiste en pisar la uva por un grupo de personas. Se debe evitar el triturado excesivo de la cáscara, lo cual hace que se genere más metanol y disminuya el rendimiento (**Hatta, 2003**).

Los palillos del mosto se extraen manualmente o con el equipo despalillador. En la figura 4, se muestra la pisa de la uva Negra Criolla.



Figura 4. Pisa de la uva Negra Criolla.

Fuente: Elaboración propia.

e. Encubado

El mosto y los orujos se llenan en los tanques o cubas de fermentación dejando 1/4 de su capacidad vacío. Es recomendable para los piscos no aromáticos llenar sólo el jugo, mientras que, para las variedades aromáticas, se podrá utilizar el jugo más la cáscara o sólo el jugo (**Hatta, 2004 y Cerro, Palma, Chaparro y Salazar, 2005**).

En la figura 5, se muestra el mosto de uva Negra Criolla lista a fermentar.



Figura 5. Mosto de uva Negra Criolla.

Fuente: Elaboración propia.

f. Fermentación I (maceración)

Al inicio se debe agitar (basuqueo) el mosto sobre todo cuando este se encuentre en contacto con sus cáscaras, con el fin de propiciar la reproducción de las levaduras naturales, la cáscara no debe permanecer por mucho tiempo con el jugo (se recomienda sólo unas 24 a 48 horas de maceración) (**Hatta, 2004**).

La fermentación alcohólica es un proceso biológico sin la presencia de oxígeno (anaeróbico). Durante la fermentación el producto principal que se forma es el etanol proveniente de la transformación enzimática de los azúcares presentes en el mosto por medio de las levaduras.

g. Descubado

Es la operación que consiste en separar el mosto vino durante la fermentación de sus orujos y pepitas (separación de la parte sólida), después de su primera etapa de fermentación en otro recipiente de madera o fibra (**Noguera, 1973**).

h. Fermentación II

El mosto contiene gran cantidad de azúcar por fermentar, de manera que son transportados a los denominados “tanques de fermentación” de cemento, acero o fibra, donde continuará fermentando hasta obtener un vino base con un contenido de bajo en azúcares reductores.

i. Trasiego

Una vez concluida la fermentación, el mosto debe ser decantado en fibras o depósitos de acero, eliminando gran parte de los sólidos, la finalidad es separar el lodo o borra formado en el fondo del tanque el cual en contacto prolongado podría malograr o disminuir las cualidades sensoriales del vino.

El primer trasiego se realiza después de haber transcurrido la fermentación en aproximadamente quince días contados a partir del momento que el vino ha terminado su fermentación; siempre dependiendo de la evaluación fisicoquímica y análisis sensorial.

El segundo trasiego se realiza después de haber transcurrido 30 días del primer trasiego. El tercer trasiego se realiza transcurridos 60 días después del segundo (Vargas, 2013).

En la figura 6, se muestra el mosto completamente fermentado de uva Negra Criolla lista para su maduración.



Figura 6. Mosto fermentado de uva Negra Criolla listo para su maduración.

Fuente: Elaboración propia.

j. Clarificación

La clarificación es una técnica que consiste en incorporar al vino turbio e inestable, unas determinadas sustancias capaces de flocular y de sedimentar arrastrando las partículas en suspensión (Hidalgo, 2002).

k. Filtrado

La filtración es una técnica de separación de dos fases: una sólida y la otra líquida, haciendo pasar estas suspensiones a través de un material poroso que constituye el filtro, donde se retiene la fase sólida, dejando fluir el líquido, que sale con mayor o menor grado de limpieza en función del material filtrante utilizado.

l. Estabilización

La estabilización tiene por objetivo conservar la limpidez y evitar las desviaciones o los accidentes durante la conservación; no debe bloquear la evolución normal y armoniosa del vino, su maduración (Flanzy, 2000).

La principal inestabilidad física de vinos embotellados sigue siendo la precipitación de las sales tartáricas: bitartrato de potásico y tartrato de cálcico, es necesario evitar estas precipitaciones en los vinos

embotellados, porque indica un mal control de la calidad (Boulton et al, 2002).

Dos técnicas que actúan directamente sobre los elementos iónicos, han sido recomendadas por el OIV, con indicaciones de empleo que aún se están elaborando (Flanzy, 2000).

Estabilización química: Esta técnica tiene por objetivo bloquear la sobresaturación con ayuda de los aditivos inhibidores capaces de impedir las precipitaciones a largo plazo, entre los que se encuentra; el ácido metatartárico, carboximetilcelulosa o CMC.

Estabilización Física:

El denominador común de todas las técnicas de estabilización por frío es provocar de forma preventiva una cristalización, para eliminar los elementos en sobresaturación que son indeseables a corto plazo (Boulton et al, 2002).

m. Embotellado

El acondicionamiento comercial de los vinos se suele realizar en botellas de vidrio, denominándose esta operación como de embotellado, desde el punto de visto enológico, las operaciones que pueden afectar especialmente al vino en mayor o menor cuantía son las de embotellado y envasado por la importancia que pueden tener en la calidad del vino.

El aspecto más vulnerable de las botellas de vino es el tipo de cierre que se emplee, durante muchos años el corcho ha sido incuestionables como el mejor cierre, sin embargo, en las últimas décadas, la eliminación de muchos defectos por la mejora de las técnicas de elaboración del vino, ha hecho que la incidencia de defectos que se atribuyen a los corchos, sea uno de los mayores problemas en algunos vinos (Lee y Simpson, 1992).

2.2.2.2. Clasificación de vinos tintos de acuerdo al dulzor

Vinos Secos: aquellos cuyo contenido de azúcares reductores es menor a 5 gramos por litro.

Vinos Abocados: son aquellos cuyo contenido de azúcares reductores está entre 5 y 60 gramos por litro.

Vinos Dulces: son aquellos cuyo contenido de azúcares reductores es mayor de 60 g por litro.

2.2.2.3. Composición fisicoquímica del vino tinto

a. Ácidos orgánicos del vino

Los ácidos orgánicos tienen una amplia participación en la constitución, estabilidad y cualidades organolépticas de los vinos.

Su propiedad conservante también confiere a los vinos una mejor estabilidad fisicoquímica (Ribereau, 2003).

Ácido málico: Es atacado por las bacterias lácticas que lo transforman en ácido láctico y CO₂, el vino de esta manera adquiere suavidad.

Ácido cítrico: tiene poca estabilidad bacteriana y las bacterias lo descomponen en ácido acético, aumentando la acidez volátil, protege al vino contra la quiebra férrica.

Ácido Tartárico: ácido específico del vino, representa la tercera o cuarta parte de los ácidos del vino, es el ácido orgánico más fuerte y tiene una influencia muy grande sobre el pH del vino.

b. Alcoholes

El etanol o alcohol etílico es, después del agua el constituyente cualitativamente más importante del vino. En los vinos secos que no contienen cantidades notables de azúcar, la densidad del etanol impone una densidad inferior a la del agua tanto más baja es, más elevada será la graduación alcohólica.

La glicerina se encuentra en un rango de 5 a 10 g/L. se forma al principio de la fermentación a partir de los primeros 50 gr de azúcares fermentados (Ribereau, 2003).

c. Glúcidos

Permanecen sin fermentar en los vinos dulces. También se encuentran en pequeñas cantidades en los vinos blancos y tintos secos. Son las hexosas (glucosa, fructuosa) y pentosas (arabinosa, xilosa) las que se encuentran presentes (Hatta, 2004).

d. Sales

Participan en el sabor del vino y le dan frescura. El vino contiene de 2 a 4 g/L de estas sustancias, los principales componentes son:

Minerales: Aniones, fosfatos sulfatos y cloruros. Cationes, potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, aluminio y cobre.

Orgánicos: tartrato, malato, lactatos.

e. Sustancias nitrogenadas

Los vinos contienen de uno a tres gramos por litro de sustancias nitrogenadas. Estas apenas tienen influencia sobre el sabor pero son importantes como sustancias nutritivas de las levaduras y bacterias durante la fermentación.

f. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos tienen una gran influencia en las características de los zumos y vinos; contribuyen al perfil sensorial de los mismos, especialmente en relación al sabor y color; asumen un papel importante en las transformaciones durante el almacenamiento y marcan diferencias fundamentales entre zumos, vinos blancos y tintos. En su mayor parte proceden de las partes sólidas de la uva, especialmente del raspón, hollejo y pepitas.

En la transformación del mosto en vino, la materia colorante experimenta modificaciones, principalmente polimerizaciones, que continúan a mayor o menor velocidad según las características del vino y condiciones ambientales (Yufera, 1981).

Cabe resaltar que los compuestos fenólicos son sustancias muy importantes en la enología ya que constituyen el tercer grupo más abundante después del alcohol y los ácidos (Hernández, 1991).

Son sustancias que proporcionan al vino su color y parte de su sabor. Tienen la propiedad de coagular las proteínas y de intervenir en la clarificación de los vinos. Proceden del hollejo y la semilla, pertenecen a dos grupos químicos:

Compuestos no flavonoides:

- **Ácidos fenoles:** La mayoría de ellos se encuentran esterificados con azúcar, ácidos orgánicos o alcoholes; estos compuestos proceden de la pulpa de la uva, piel, semilla y raspón (Zamora, 2003).

-

Los vinos tintos contienen mayor cantidad de ácidos fenólicos que los blancos (Molina, 2000).

- **Estilbenos:** Es uno de los más recientemente estudiados el resveratrol bajo forma trans. En la *vitis vinífera* y *vitis labrusca* la presencia de resveratrol es observada en el hollejo mientras que no se encuentra en la semilla, este compuesto juega cierto papel en la resistencia de ciertas bayas de uva a los ataques fúngicos, la concentración de resveratrol encontrada en los vinos tintos oscilan en 0,001 a 10 mg/L, en vinos rosados entre 0,05 a 1,2 mg/L y en vinos blancos trazas de 0,190 mg/L (Molina, 2000).

Compuestos flavonoides

- **Antocianos:** Son los principales responsables del típico color rojo violáceo de las uvas tintas y de los zumos y vinos obtenidos a partir de ellas.

- Los antocianos de las uvas tintas son glucósidos de las cinco antocianidinas siguientes: cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina y petudina. La pelargonidina suele aparecer en algunas frutas, pero no en la uva.

- Localizado en el hollejo y en las 3 o 4 primeras capas celulares del hipodermo contribuye de manera preponderante al color de las especies tintas. Los antocianos son responsables del color de los vinos tintos y están involucrados en las reacciones de la polimerización que sucede durante el envejecimiento, estos compuestos son insolubles en agua. Los antocianos constituyen casi el 50 % de la totalidad de los fenoles de las uvas tintas (Ribereau, 2003).
- **Flavanos (3-flavanoles):** Están presentes en la uva en estado de monómero y bajo formas más o menos polimerizadas que constituyen los taninos catéquicos. En el seno de la baya de la uva, se localizan principalmente en las semillas, aunque se ha detectado trazas en la pulpa (Bourzeix et al., 1986).

La facilidad de extracción de los taninos a partir de la semilla sugiere su localización en las capas superficiales (Thorngate y singleton, 1994).

- **Flavonoles:** Estos flavonoides están únicamente en los hollejos, bajo forma de glicisidos, se presentan los 4 principales flavonoles de la uva bajo su forma aglicona: Kaempferol, quercetol, miricetol, isoramnetol. Se han observado grandes diferencias de composición entre las variedades tintas y blancas, pero en el plano de la riqueza global no se distinguen.
- **Flavanonoles y flavonas:** Estos compuestos han sido identificados en el hollejo de uva blanca. Estos son la astilbina y la engelatina, cuyas estructuras han sido identificadas por RMN de protón (trousdale y sigleton 1983).

g. Compuestos aromáticos

En el vino se pueden distinguir diversos compuestos que dependen de varios factores como la variedad, el clon, el año, el paraje, las prácticas

culturales, las manipulaciones de la uva antes de la fermentación, etc., pueden tener incidencia favorable o desfavorable en la calidad sensorial del vino (Flanzy, 2003).

Aromas Varietales: Son los propios de cada una de las variedades, están formados principalmente por componentes terpénicos (linaol, nerol, etc.).

Aromas Prefermentativos: Son los compuestos que se forman mediante el tratamiento mecánico de la uva y los procesos anteriores a la fermentación. Son compuestos de olor y sabor herbáceo.

Aromas Fermentativos: Compuestos volátiles, producidos durante las fermentaciones alcohólica y maloláctica. Son ésteres de bajo peso molecular, aldehídos, alcoholes.

Aromas Post Fermentativos: Son los formados durante la conservación de los vinos. Esteres de alto peso molecular, aldehídos.

2.2.2.4. Antocianos en los vinos tintos

Los antocianos se encuentran localizados en la piel de las uvas tintas y se transfieren al mosto durante la maceración. La extracción de estos compuestos es esencialmente un proceso de difusión, estando el ratio y extensión de la extracción influenciados por la concentración y la localización de estos compuestos en la baya y por los métodos de elaboración del vino. La difusión puede verse afectada, así mismo, por la temperatura, el gradiente de concentración entre la piel de la uva y el vino, el equilibrio químico y las reacciones que se dan durante la vinificación (Romero, 2008).

Los antocianos tienen su origen biogénico en las flavanonas y son los principales responsables del típico color rojo violáceo de las uvas tintas, así como de los zumos y vinos obtenidos a partir de ellas. Estos compuestos se presentan en el vino y en la uva en forma de aglucones mono o diglicosilados, denominándose entonces antocianinas (Elejalde, 1999).

2.2.2.5. Requisitos fisicoquímicos del vino

Los requisitos fisicoquímicos exigidos por la norma técnica peruana se muestran en la tabla 5, y en la tabla 6, los requisitos fisicoquímicos y análisis complementarios respectivamente.

Tabla 5.

Requisitos fisicoquímicos exigidos por la Norma Técnica Peruana.

Requisitos	Norma
El título alcohólico en % volumen (% Vol. 20 °C) - Vinos ligeros - Vinos comunes - Vinos generosos - Vino base para vinos espumosos	7,0 ° a 10 °GL 10,0 a 14,0 °GL Más de 14.0 °GL Mínimo 6,5 °GL
Acidez Volátil (expresada en ácido acético)	Máximo 1,4 g/L
Sulfatos (expresados como sulfato de potasio)	Máximo 1,8 g/L
Cloruro (expresado en cloruro de sodio)	Máximo 1,0 g/L
Relación alcohol / extracto seco reducido - Vinos tintos - Vinos blancos	5,0 6,8

Fuente: NTP 2002

Tabla 6.

Requisitos fisicoquímicos y análisis complementario del vino

Requisitos	Mínimo	Máximo
Acidez Total en gramos por litro de ácido acético.	3,50	6,50
Acidez fija expresada en gramos por 100 mililitros de ácido tartárico.	0,3	0,4
Anhídrido sulfuroso Total expresado en miligramos por litro	150	150
Anhídrido sulfuroso Libre expresado en miligramos por litro	25	25
Anhídrido sulfuroso combinado expresado en miligramos por litro	-	-
Azúcares Reductores expresado en porcentaje	1,00	2,00
Densidad a 15 °C / 15 °C	0,999	1,010

Fuente: Citado por Vargas, 2013.

2.3 Definiciones

Vargas (2013), cita los siguientes términos en la tesis titulada “Evaluación de la influencia de temperatura y concentración de quitosano para la clarificación de vino tinto var. Negra Criolla (*Vitis vinífera L.*)”

Aceptación: Acto que consiste en admitir como favorable un producto por parte de un individuo o una población.

Acidez total: Es la suma de la acidez fija y la acidez volátil. Indica el total de sustancias ácidas libres o combinadas que están presentes en un vino.

Acidez volátil: Conjunto de ácidos formados durante la fermentación o como consecuencia de alteraciones microbianas. Estos ácidos son, principalmente: ácido Acético, ácido propiónico, ácido butírico y ácido Sulfúrico.

Astringencia: Efecto que consiste en una constricción fibrilar de la mucosa bucal, originando una sensación de crispación.

Azúcares reductores: Azúcares sin fermentar, lo normal es que en todo vino seco quede cierta cantidad de azúcar reductor.

Bayas: Fruto de algunas plantas, carnosos y jugosos que contienen semillas, rodeada de pulpa como la uva.

El hollejo: Es la materia sólida que queda después del prensado de uvas. Se trata básicamente de un conjunto de pieles, pulpas, semillas o tallos de la fruta.

Encubado: El encubado es el trasiego del mosto y los hollejos a un depósito adecuado para su fermentación.

Escala hedónica: Método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento.

Espectrofotómetro: Es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra.

Extracto seco: Es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

Grado alcohólico: Es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol contenidos en cien volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 grados centígrados (20° C).

Limpidez: cuando se observa el vino interponiendo la copa entre una fuente luminosa y el ojo del degustador o bien sobre un fondo blanco suficientemente iluminado. La luz debe ser visible con una percepción clara, transparente, sin turbidez en la masa del líquido y sin partículas sólidas en suspensión. El brillo o luminosidad de un vino puede considerarse una variable positiva de su limpidez

Organolépticos: son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, por ejemplo, su sabor, textura, olor, color.

pH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa 'potencial hidrógeno', 'potencial de hidrógeno' o 'potencial de hidrogeniones

Pruina: Capa de polvo finísimo que cubre algunos hongos y frutas.

Tanino: Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas, fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos.

Maceración: Se llama así el tratamiento de las drogas vegetales con líquidos alcohólicos a temperatura ordinaria, para provocar una separación de los componentes solubles de los insolubles o bien para separarlas de las drogas y prepararlas para la posterior destilación.

Grados Gay Lussac: Los grados Gay Lussac sirven para indicar el contenido de alcohol en una sustancia expresado en volumen; por ejemplo, en un vino tinto que por lo general marca de 11 % a 16 % de alcohol, el porcentaje indica cuanto del vino es alcohol.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna.

3.2. Muestra de estudio

Se utilizó uva Negra Criolla del distrito de Pocollay, departamento de Tacna.

3.3. Diseño experimental

La investigación se realizó mediante un diseño experimental de un tratamiento y dos repeticiones, con pre prueba y post pruebas durante la fermentación de la uva Negra Criolla para determinar la evolución en extracción de antocianos.

En la figura 7 se muestra las principales etapas para el desarrollo del experimento.

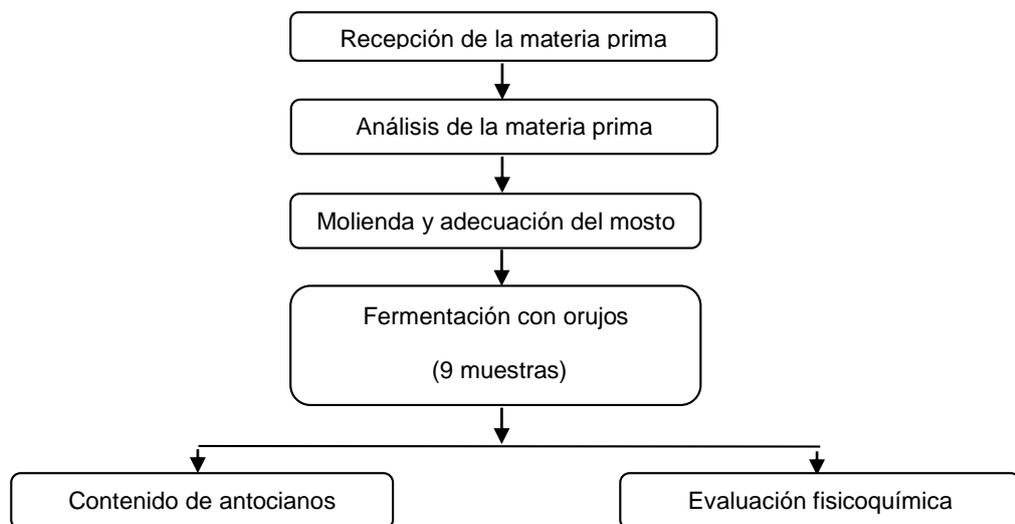


Figura 7. Principales etapas en el desarrollo del experimento.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Acciones y actividades para la ejecución del proyecto

Recepción de las materias primas

Esta es una operación que consiste en recibir la materia prima uva Negra Criolla requerida proveniente del valle de Pocollay.

Análisis de la materia prima

Se procederá a determinar los grados Brix, la acidez total y el contenido de antocianos.

Molienda y adecuación del mosto

Mediante el método de la pisa se extraerá el jugo de uva con sus orujos, se eliminará el palillo, se encubará adicionando un pie de cuba para iniciar la fermentación.

Fermentación

Se inició en tres recipientes de 20 L de capacidad; al inicio cada 24 horas se extrajo una muestra y al final en más tiempo, en total fueron nueve (09) muestras de vino base incompletamente fermentado.

Se determinará el contenido de antocianos, índice de polifenoles totales, acidez volátil, pH y grado alcohólico durante la fermentación de acuerdo al diseño experimental.

Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos a realizar a las muestras de vino serán:

- **Determinación del índice de polifenoles totales (IPT)**

Según el método de espectrofotometría a 280 nm (Citado por Chaparro, 2015).

- **Determinación del grado alcohólico**

Según el método de la NTP 319.229/2003

Mediante un picnómetro y tablas de la NTP de destilados.

- **Determinación antocianos**
Método por espectrofotometría a 520 nm (Citado por Chaparro, 2015).

- **Determinación de la acidez volátil**
Según método de destilación y titulación (Hatta, 2009).

- **Determinación de pH**
Mediante un pH-metro.

3.5. Materiales y equipos

3.5.1. Materiales e insumos

- Mesa de trabajo.
- Botellas (12 unidades).
- Vasos de precipitación de 250 ml.
- Probeta de 500 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Jarra medidora de un litro.
- Embudo pequeño para embotellar.
- Tapones de goma.

3.5.2. Equipos e instrumentos

- Balanza analítica digital.
- Refractómetro.
- Alcoholímetro.
- PH-metro.
- Espectrofotómetro U.V.
- Centrífuga

3.5.3. Reactivos

Se utilizaron reactivos Q.P y diluidos para los diferentes análisis.

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Para determinar la evolución de extracción de antocianos se utilizará el programa estadístico Sigma Plot mediante un análisis de varianza a un 95 y 99 % de confianza y finalmente a cada tratamiento (vino base) se realizó un análisis fisicoquímico donde se analizó si existe diferencia significativa del modelo matemático mediante un análisis de varianza mediante el programa Sigma Plop a un 95 y 99 % de confianza.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. **Análisis del tiempo de maceración con orujos del mosto de uva Negra Criolla para la extracción de antocianos durante la fermentación.**

La uva Negra Criolla tuvo un contenido de antocianos de 295,75 mg/L de malvidina o 389,5 mg de malvidina/100 g de cascara, Chaparro (2015) reportó 399,338 mg de malvidina/100 g de cascara de la uva Negra Criolla que se cultiva en Pocollay, el resultado encontrado en la presente investigación concuerda por Catania (s.f.) quien indicó que los contenidos de antocianos varían entre 500 a 3 000 mg/kg de uva; Gonzales et al (2007) en la maduración de cepas de uva de la comarca Tocaronte-Acentejo durante la cosecha del año 1997 determinaron que el contenido de antocianos durante los últimos tres años estuvieron entre 0,212 a 0,619 g/kg, estos resultados fueron inferiores a lo reportado por el presente trabajo de investigación; las diferencias del contenido de antocianos en una misma variedad que se cultiva cada año difieren por el clima, fertilización, índice de madurez, poda, otros.

La fermentación se activó con levaduras naturales (pie de cuba 2 %) y se realizó por duplicado (ver anexo 2); al inicio de la fermentación el mosto tuvo una concentración de antocianos de 88,5 mg/L expresado en malvidina; el máximo contenido de antocianos se extrajo a las 96 horas de iniciado la fermentación (4 días) con 273,4 mg/L de malvidina y luego empezó a disminuir; el tiempo de extracción del color rojo fue diferente al encontrado por Vila (2002) quien reportó 10 días de maceración con su orujos durante una fermentación de la uva Malbec; el resultado encontrado es diferente a lo que se obtuvo durante una fermentación de uva Borgoña (20,2 grados Brix) de Tacna que a los 5 días se obtuvo el máximo contenido de antocianos con 673,43 mg/L de malvidina, estas diferencias del tiempo de extracción y contenido de antocianos se deben a que algunas variedades tienen la cascara más gruesa que otras y contienen mayor color.

Romero (2008) indicó que el mayor incremento en la concentración de antocianos se observó entre los días 3 y 7 de la maceración durante una fermentación de la uva Monastrell; mientras que Catania (s.f.) reportó que la extracción de antocianos en vinos tintos llegan hasta los 1 000 mg/L y Muñoz et al., (2007) reportaron que el vino oporto tuvo valores menores de 5 mg/L de antocianinas (mg de malvidina/L) y la variedad Grenache-Malbec (producida en el rio Chillón) tuvo el máximo contenido de antocianinas con 291,51 mg/L, este último se asemeja a los valores encontrados.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9613$; $R_{sqr}=0,9241$ y el coeficiente ajustado $Adj\ R_{sqr}=0,8862$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y \text{ (mg/L malvidina)} = 82,3575 + 3,5494X - 0,0216X^2 + 0,000034519X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 99 % de confianza.

En la figura 8 se muestra el efecto del tiempo de maceración con orujos durante la fermentación mosto de uva Negra Criolla en el contenido de antocianos.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresión	4	450311.232	112577.808
Residual	6	2342.9146	390.4858
Total	10	45654.1469	45265.4147

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	28532.5947	9510.8649	24.3565	0.0009
Residual	6	2342.9146	390.4858		
Total	9	30875.5093	3430.6121		

Resultados del tratamiento de Efecto del tiempo de fermentación en el contenido de antocianos.

Fuente Programa Sigma Plot.

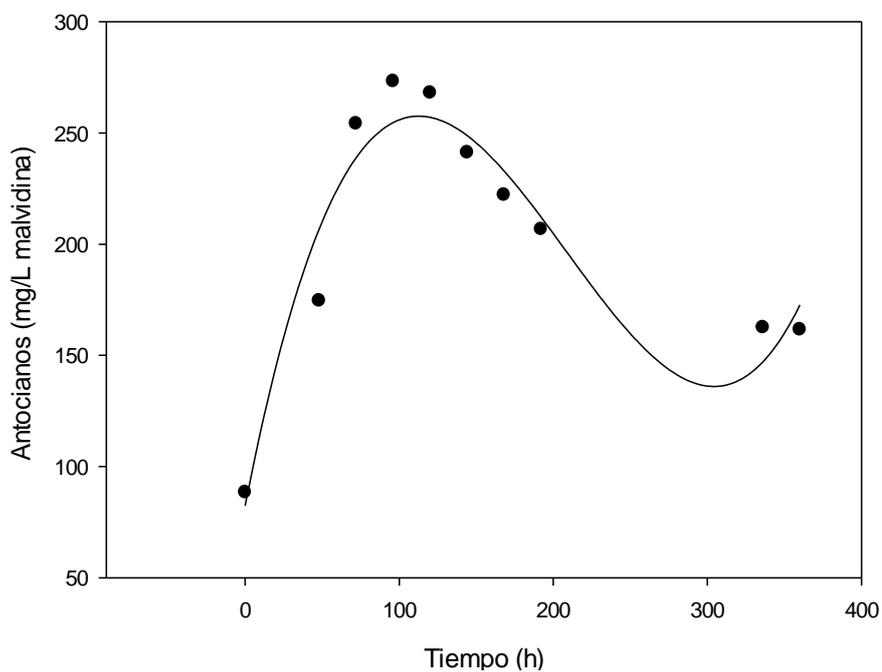


Figura 8.

Efecto del tiempo de maceración con orujos durante la fermentación mosto de uva Negra Criolla en el contenido de antocianos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Evaluación fisicoquímica las muestras de vino tinto obtenidas.

4.1.2. Grados Baumé

La fermentación del mosto de una Negra Criolla se inició con 12,5 grados Baumé y a las 336 horas reporto 0 grados Baumé esto debido a que las levaduras consumieron el azúcar para producir alcohol y otros componentes.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9948$; $R_{sqr}=0,9896$ y el coeficiente ajustado $Adj\ R_{sqr}=0,9843$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y (\text{grados Baumé}) = 12,2367 - 0,0439X + 0,0001X^2 - 0,0000002388X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 99 % de confianza.

En la figura 9 se muestra el efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en la disminución de los grados Baumé.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresión	4	632.9387	158.2347
Residual	6	1.5513	0.2586
Total	10	634.49	63.449

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	147.1297	49.0432	189.6854	<0.0001
Residual	6	1.5513	0.2586		
Total	9	148.681	16.5201		

Resultado del tratamiento de efecto del tiempo de la fermentación en los Grados Baumé.

Fuente Programa Sigma Plot.

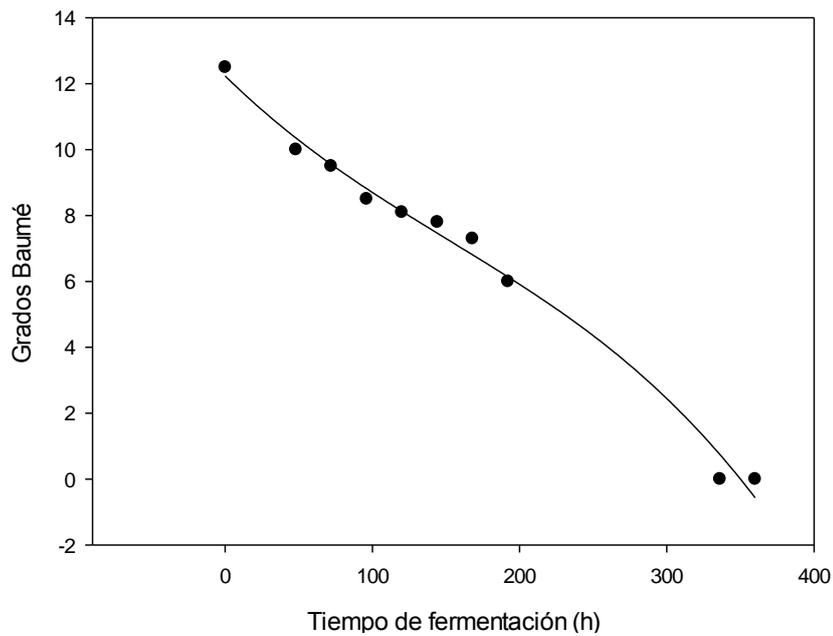


Figura 9. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en la disminución de los grados Baumé.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Índice de polifenoles totales

La fermentación del mosto de una Negra Criolla con sus orujos a las 48 horas (2 días) de iniciada la fermentación tuvo un Índice de polifenoles de 31,4; el máximo contenido se obtuvo a las 144 horas (6 días) con 42,38 de índice de polifenoles y luego empezó a disminuir mínimamente.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9811$; $R_{sqr}=0,9625$ y el coeficiente ajustado $Adj\ R_{sqr}=0,9399$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y\ (IPT) = 21,0939 + 0,2831X - 0,0012X^2 + 0,000001607X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 99 % de confianza.

En la figura 10 se muestra el efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el Índice de polifenoles totales.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresion	4	14157.562	3539.3905
Residual	5	3.7883	0.7577
Total	9	14161.35	1573.4834

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresion	3	97.1361	32.3787	42.7353	0.0005
Residual	5	3.7883	0.7577		
Total	8	100.9244	12.6156		

Resultado del tratamiento efecto del tiempo en fermentación en el Índice de Polifenoles.

Fuente Programa Sigma Plot.

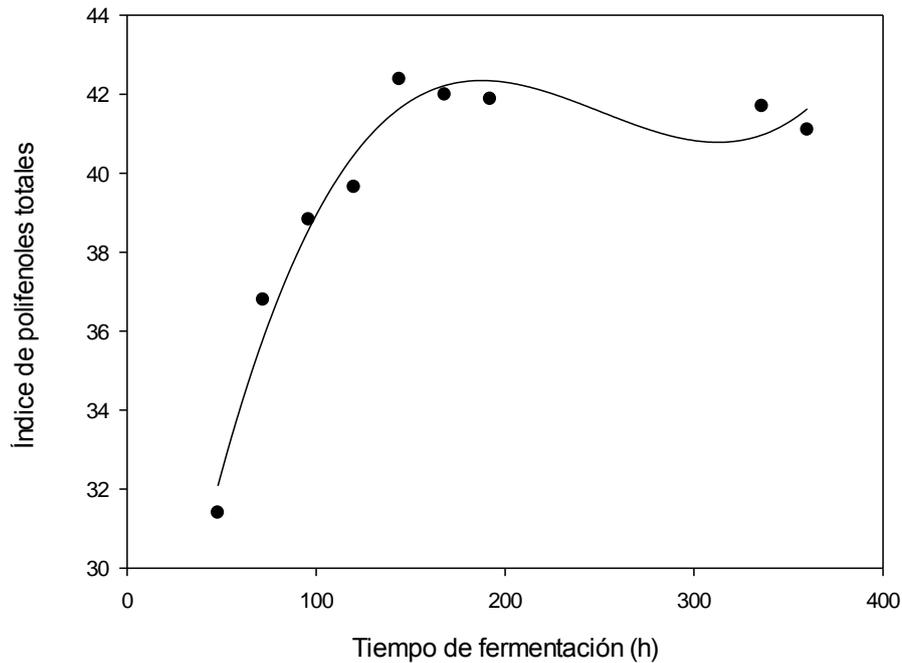


Figura 10. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el Índice de polifenoles totales.

4.1.4. Acidez acética

La fermentación del mosto de una Negra Criolla con sus orujos tuvo variaciones en el contenido de ácido acético de 0,1555 a 0,3245 g/L.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9925$; $R_{sqr}=0,9851$ y el coeficiente ajustado $Adj\ R_{sqr}=0,9761$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y (\text{acidez acética}) = 0,2841 - 0,0027X + 0,0000164X^2 - 0,0000000244X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 99 % de confianza.

En la figura 11 se muestra el efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de ácido acético.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresión	4	0.4315	0.1079
Residual	5	0.0005	0.0001
Total	9	0.432	0.048

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	0.0346	0.0115	110.0232	<0.0001
Residual	5	0.0005	0.0001		
Total	8	0.0351	0.0044		

Resultado del tratamiento de efecto del tiempo de la fermentación en la Acidez Acética.

Fuente Programa Sigma Plot.

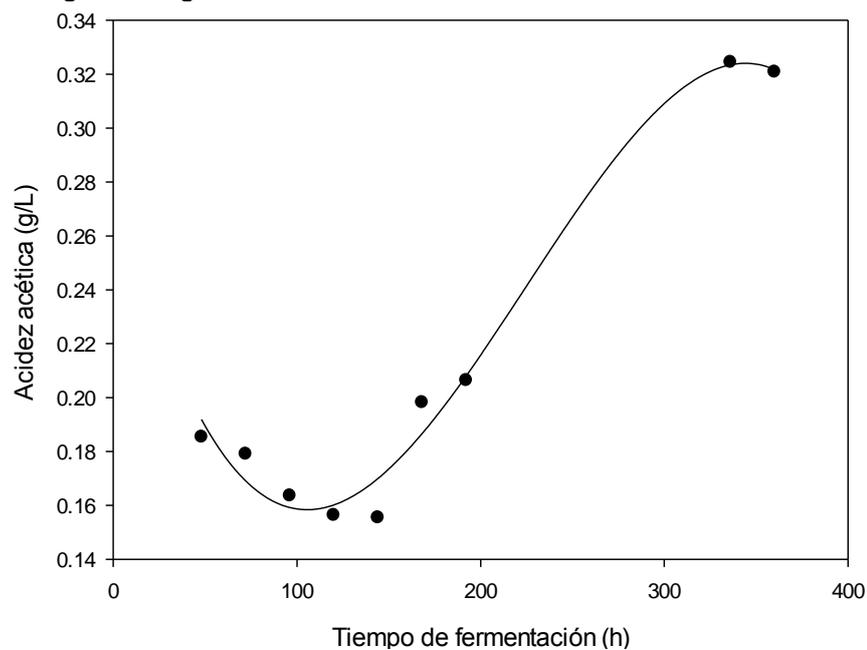


Figura 11. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de ácido acético.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. pH

La fermentación del mosto de una Negra Criolla se inició con un pH de 3,65 y a las 360 horas (15 días) tuvo un pH de 3,511.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9725$; $Rsq=0,9464$ y el coeficiente ajustado $Adj\ Rsq=0,9143$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y (\text{pH}) = 3,5837 + 0,0011X - 0,00000498X^2 - 0,000000003403X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 95 % de confianza.

En la figura 12 se muestra el efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de pH.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresión	4	117.5478	29.387
Residual	5	0.0016	0.0003
Total	9	117.5494	13.061

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	0.0277	0.0092	29.4569	0.0013
Residual	5	0.0016	0.0003		
Total	8	0.0293	0.0037		

Resultado del tratamiento de efecto tiempo de la fermentación en el contenido de PH.

Fuente Programa Sigma Plot.

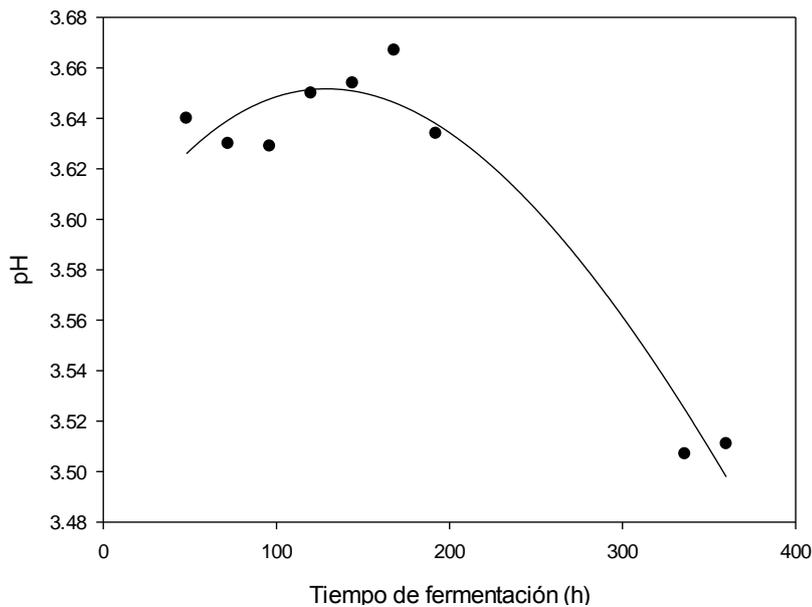


Figura 12. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el pH.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Grado alcohólico

Conforme avanza la fermentación del mosto de una Negra Criolla aumenta el contenido de grado alcohólico, a si a las 360 horas (15 días) de iniciada el proceso de fermentación el vino base tuvo 12,2 °G.L; este resultado es superior a lo reportado por De la Cruz, Matinés, Becerrill y Chávaro (2012) quienes encontraron en los vinos que se producen en Querétaro, entre 8,5 a 11,8 °G.L.

El coeficiente de determinación del proceso de fermentación fue de $R=0,9944$; $Rsq=0,9888$ y el coeficiente ajustado $Adj\ Rsq=0,9832$; el modelo matemático que más se ajustó fue una ecuación polinomial cúbica:

$$Y (\text{pH}) = 0,2944 - 0,0490X - 0,0002X^2 + 0,0000003346X^3$$

A partir de esta ecuación, se obtiene la curva de la figura, que se genera reemplazando los "X" que está referido al tiempo.

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que hubo una diferencia significativa con un 99 % de confianza.

En la figura 13 se muestra el efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de grado alcohólico.

Análisis de Varianza			
	DF	SS	MS
Regresión	4	436.0208	109.0052
Residual	6	1.5292	0.2549
Total	10	437.55	43.755

Corregido para la medida de las observaciones:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	134.6198	44.8733	176.0709	<0.0001
Residual	6	1.5292	0.2549		
Total	9	136.149	15.1277		

Resultado del tratamiento de efecto del tiempo de la fermentación en el contenido de Grado Alcohólico.

Fuente Programa Sigma Plot.

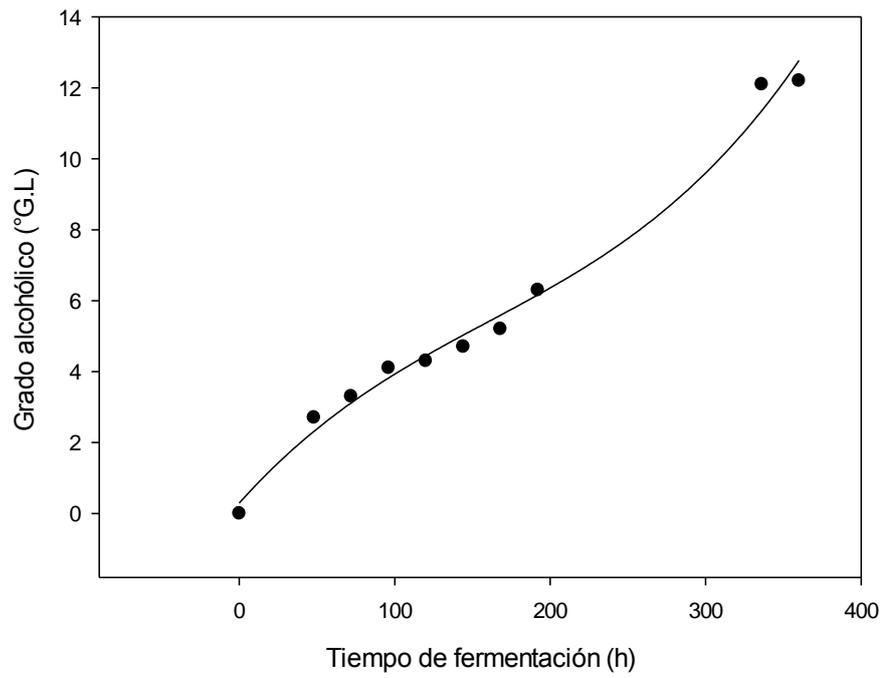


Figura 13. Efecto del tiempo de fermentación del mosto de uva Negra Criolla en el contenido de grado alcohólico.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El tiempo de maceración con los orujos del mosto de uva Negra Criolla (*Vitis vinífera L*) durante la fermentación tiene influencia sobre la extracción de antocianos en Pocollay

Durante la fermentación con orujos del mosto de uva Negra Criolla la máxima extracción de antocianos se da a las 96 horas (4 días) de iniciada la fermentación y se obtuvo 273,34 mg/L de malvidina a partir de una uva con 12,5 grados Baumé y 295,75 mg/L de malvidina (389,5 mg de malvidina/100 g de cascara o piel).

El mosto fermentado de uva Negra Criolla tuvo los siguientes resultados fisicoquímicos: Índice de polifenoles totales de 31,4 a 42,38; pH de 3,511 a 3,667; ácido acético de 0,1555 a 0,3245 g/L y grado alcohólico un máximo de 12,2 °G.L a 15 días de iniciada la fermentación.

A medida que aumena el tiempo de maceracion con los orujos durante la fermentacion del vino, se extraen mayores contenidos de antocianos y polifenoles pero la calidad organoleptica de los vinos disminuye por la astringencia.

RECOMENDACIONES

Realizar una investigación con enzimas que extraigan los antocianos de la uva Negra Criolla que se cultivan en el Valle de Tacna.

Evaluar la comparación durante la fermentación con orujos de los mostos de uva de color oscuro en Tacna, Moquegua y Arequipa para determinar el momento exacto del descube.

Llevar un buen control de la variedad, del grado de madurez de las vendimias y del tiempo que se prolongue la maceración en hollejos.

Realizar investigaciones en las uvas que producen en La Yarada, Calana, Pachia y determinar la diferencia en el contenido de antocianos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez Asperó, José (1991). La Vid y El Vino, 1era Edición. Editorial Trillas S.A. de C.V. Madrid, España.

Boulton, Roger; Singleton, Vermon; Bisson, Linda; Kunkee, Ralph. (2002). "Teoría y práctica de la elaboración de vinos" 1era Edición, Editorial Acriba. Zaragoza, España.

Bourzeix et al., (1986). Análisis químico del vino. Textos universitarios. Facultad de Agronomía. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Casares Faulín, A. B. (2010). <http://loxarel.com>. Obtenido de <http://loxarel.com>: <http://loxarel.com/news/analisis%20polifenoles.pdf>

Catania, S. A. (s.f.). <http://inta.gob.ar/documentos/curso-de-degustacion-de-vinos>. Obtenido de <http://inta.gob.ar/documentos/curso-de-degustacion-de-vinos>: http://inta.gob.ar/documentos/curso-de-degustacion-de-vinos/at_multi_download/file/9.%20Implicancias%20organol%C3%A9pticas%20de%20los%20polifenoles%20del%20vino.pdf

CORDE-TACNA-PNUD (1989): "Manual Enología"; Primera Edición. Fondo de Cooperación Técnica, Peruana - Argentina. Proyecto PER/87/L56. Tacna Perú.

Cerro Ruiz, Samuel; Chaparro Montoya, Efrén; Palma, Juan Carlos y Salazar, Guillermo (2005). Efectos de la fermentación con y sin presencia de orujos en las características físico, químicas y organolépticas del pisco puro aromático, var. Italia (*Vitis vinífera* L) proveniente de Magollo-Tacna. IV Congreso Nacional del Pisco-Moquegua.

Chaparro Montoya, Efren. (2015). Piscos de uvas Italia y Negra Criolla. Imprenta Eligraf E.I.R.L. Arequipa, Perú.

De la Cruz, Mario; Martinez, Marron; Becerrill, Enrique y Chavaro, María del Socorro. (2012). Caracterización física y química de vinos tintos producidos en Querétaro. <http://www.revistafitotecniamexicana.org>. Obtenido de [http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/35-3 Especial 5/11a.pdf](http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/35-3_Especial_5/11a.pdf)

Flanzy, C. (2000). "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos". Ediciones MundiPrensa Madrid, España.

Elejalde Caravaca, E. (1999). <http://hedatuz.euskomedia.org>. Obtenido de <http://hedatuz.euskomedia.org>: <http://hedatuz.euskomedia.org/6569/1/05067082.pdf>

Gonzales Mendoza, Luis; Gonzales Hernández, Juan; Armas Concepción, Pedro; García Fernández, Manuel; Vidarte Ramos, Elena y Pomar García, Martha. (2007). Estudio evolutivo de polifenoles y antocianos en la maduración de cepas de la Comarca Tacaronte-Acentejo durante la cosecha del año 1997. <http://www.tenerife.es/Casavino/jornadas/pdf/PDF%20JORNADAS%20II/016-020%20Estudio%20evolutivo%20de%20polifenoles.pdf>

Hatta Sakoda, Beatriz. (2003). Curso teórico práctico. "Factores de elaboración que influyen en la calidad del pisco". Lima-Perú.

Hatta Sakoda, B. (2004). "Influencia de la fermentación con y sin orujos en los componentes volátiles del pisco de uva Italia (*Vitis vinífera* L. var. Italia)". Tesis de Maestría. Escuela de Postgrado UNALM. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Hidalgo, Luis (2002) "Tratado de Viticultura General" 3era Edición, Editorial Mundi-prensa, España.

- Hernández, A. y Tirado, E. (1991). Polifenoles en la parra, In: Cuartas jornadas vitivinícolas. Fundación Chile, Depto. Agroindustria. Santiago, Chile.
- Martines de Toda, F. (s.f.). <http://www.acenologia.com>. Obtenido de <http://www.acenologia.com>: http://www.acenologia.com/ciencia59_1.htm
- Molina Ubeda Rafael. (2000). Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. España.
- Monasterio Muñoz, Lyris. (1996). “Evaluación física, química y organoléptica de piscos representativos de Tacna. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNJBG. Tacna-Perú.
- Muños Jauregui, A. M., Fernandez Giusti, A., & Ramos Escudero, F. y.-O. (2007). <http://www.scielo.org.pe>. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe>: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n1/a04v73n1.pdf>
- Noguera Pujol, José. (1974). Enotecnia industrial. Ediciones Milagro. Lérida, España.
- Norma Técnica Peruana. Nro 212.014 (2002) Instituto Nacional de La Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI).
- Oreglia, Francisco. (1978). Enología Teórico-Práctica. Vol. I. Tercera edición. Ediciones instituto Salesiano de arte gráfica. Buenos Aires- Argentina.
- Ribereau – Gayon Pascal. (2003). “Tratado de enología”. Tomo I, II 1era Edición, Editorial Mundiprensa. Madrid, España.
- Romero Cascales, I. (2008). <http://www.tdx.cat>. Obtenido de <http://www.tdx.cat>: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11064/RomeroCascales.pdf?sequence=1>
- Thorngate IH. y Singleton VL. (1994). Localization of procyanidins in grape seeds. Am J Enol Vitic.

- Togores Hidalgo, José. (2006). " Calidad del vino desde el Viñedo " Primera Edición, Editorial Mundi Prensa, Madrid España.
- Vargas Álvarez, Edgar. (2013). " Evaluación de la influencia de temperatura y concentración de quitosano para la clarificación de vino tinto var. negra criolla (*Vitis vinífera L.*) "Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, UPT.
- Vila, Hernán. (2002). "Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malvec". Tesis para optar el grado de maestría en viticultura y enología. Universidad Nacional de cuyo. Argentina.
- Yufera, Primo (1981) "Productos para el campo y propiedades de los alimentos.Tomo III/2 Alimentos (2). 3era edición. Editorial Alhambra S.A. Madrid- España".
- Zamora, Fernando Marín. (2003). "Elaboración y Crianza de vino tinto: Aspectos científicos y prácticos", Editorial Mundi Prensa, Madrid España.

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías del trabajo de investigación



Foto1. Uva Negra Criolla cultivada en Pocollay.



Foto 2. Mosto inicial de uva Negra Criolla producida en Pocollay.



Foto 3. Maceración en alcohol de la cascara y pepitas de la uva Negra Criolla para la determinación de antocianos y polifenoles.



Foto 4. Fermentación del mosto de uva Negra Criolla.



Foto 5. Medida en probeta de los grados Baumé y demás análisis en una muestra extraída durante la fermentación.



Foto 6. Cosecha de Uva Negra Criolla



Foto 7. Variedad del color de uva negra criolla.



Foto 8. Determinación de acidez acética.



Foto 9. Titulación.

Anexo 2

Resultados del tiempo de fermentación en el contenido de antocianos

Tabla 7. Resultados del tiempo en el contenido de antocianos (mg/L malvidina) en dos fermentaciones del mosto de uva Negra Criolla.

Tiempo (h)	R1	R2	Promedio
0	87,000	90,000	88,500
48	175,510	173,950	174,730
72	253,110	255,510	254,310
96	273,280	273,400	273,340
120	268,000	268,300	268,150
144	241,218	241,452	241,335
168	221,801	222,809	222,305
192	206,888	206,692	206,790
336	162,349	162,891	162,620
360	161,756	161,534	161,645