



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ESTUDIO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO
DE POLIFENOLES EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN
DEL MOSTO DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus Sabdariffa L.*)
UTILIZANDO CÁLICES SECOS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

CARLOS JAVIER IBARRA NAVARRETE

DIRECTORA: ING. ELENA BELTRÁN

Quito, julio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

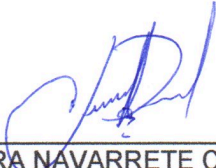
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1714336615
APELLIDO Y NOMBRES:	IBARRA NAVARRETE CARLOS JAVIER
DIRECCIÓN:	Antonio Herrera N2755 y Selva Alegre
EMAIL:	javnie@hotmail.es
TELÉFONO FIJO:	023204111
TELÉFONO MOVIL:	0996231901

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el proceso de fermentación del mosto de flor de jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa L.</i>)
AUTOR O AUTORES:	IBARRA NAVARRETE Carlos Javier
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	2016-06-24
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Elena Beltrán Msc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera de Alimentos
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	La flor de jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) es una planta originaria de la India introducida por la isla de Jamaica al continente Americano. Es una planta anual o bianual con cultivos de importancia alrededor del mundo; China y Tailandia son los mayores productores. Los consumidores centran su interés en los cálices de esta planta debido a las propiedades medicinales que posee, las mismas que han sido científicamente respaldadas. Debido al alto contenido de agua que poseen los cálices son susceptibles a deterioro por la proliferación de microorganismos. Como medida de conservación de este alimento funcional, se emplea la

	<p>deshidratación. Los cálices secos de jamaica son una fuente significativa de antioxidantes. Al analizar las propiedades físico-químicas de los cálices secos utilizados para el desarrollo de esta investigación se determinó que cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana para hierbas aromáticas al reportar 6.96 % de humedad y 1.03 % de cenizas insolubles en ácido. Los mostos de jamaica se prepararon con 15 %, 30 % y 45 % de cálices secos. Para ajustar el contenido de sólidos solubles requerido para iniciar el proceso fermentativo se adicionó sacarosa de acuerdo a los balances de masa previos. Para medir el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante se emplearon las metodologías de Folin-Ciocalteu y ABTS correspondientemente. Se determinó que el mosto que garantiza la mayor cantidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en el producto final es el mosto con 45 % de concentración de cálices secos de jamaica (Mosto 45 % FJS) pues se reportó un contenido de polifenoles de $240.19 \pm 2.11a$ (meq ácido gálico/100 ml de muestra) y la capacidad antioxidante de $1507.14 \pm 32.33a$ (Eq μmol TROLOX/100 ml de muestra). El vino de flor de jamaica es una fuente importante de antioxidantes.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>polifenoles, capacidad antioxidante, flor de jamaica, <i>Hibiscus sabdariffa</i> L., vino jamaica, cálices.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>Roselle (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) is a native plant from India introduced via Jamaica to the American continent. It is an annual or biennial plant with important crops around the world; China and Thailand are the largest producers. Consumers focus their interest in the calyces of this plant due to its medicinal properties which have been scientifically supported. Due to</p>

	<p>the high water content calyces have, they are exposed to deterioration by the microorganisms growth. Dehydration is used as a conservation method of this functional food. Roselle dried calyces are a significant source of antioxidants. Analyzing the physico-chemical properties of dried calyces used for the development of this research it was determined that they meet the requirements specified in the Ecuadorian Technical Standard for herbs reporting 6.96 % Moisture and 1.03 % insoluble ash in acid. Jamaica musts were prepared with 15 %, 30 % and 45 % dried calyces. To adjust the required soluble solids content to start the fermentation process sucrose was added according to the performed mass balances. To measure the polyphenol content and antioxidant capacity the following methodologies were used accordingly: Folin-Ciocalteu and ABTS. It was determined that the must which guaranteed the highest amount of phenolic compounds and antioxidant capacity in the final product is the must with 45 % concentration of jamaica dried calyces (45 % Mosto FJS) resulting in the following mean values: $240.19 \pm 2.11a$ (meq gallic acid / 100 ml sample) of polyphenol content and antioxidant capacity of $1507.14 \pm 32.33a$ (Eq TROLOX pmol / 100 ml sample). Roselle's wine is an important antioxidants' source.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Roselle, <i>Hibiscus sabdariffa</i> L., antioxidant source, calyces, polyphenols, wine</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
 IBARRA NAVARRETE Carlos Javier
 C.I. 1714336615

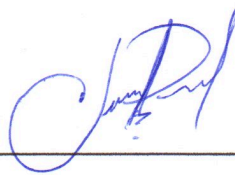
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **IBARRA NAVARRETE Carlos Javier**, CI 1714336615 autor del proyecto titulado: **“Estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el proceso de fermentación del mosto de flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*)”** previo a la obtención del título de **Ingeniero de Alimentos** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 24 de junio del 2016

f. _____



IBARRA NAVARRETE Carlos Javier
C.I. 1714336615

DECLARACIÓN

Yo **CARLOS JAVIER IBARRA NAVARRETE**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

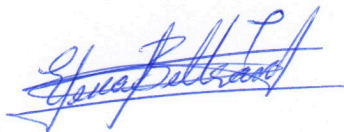


Carlos Javier Ibarra Navarrete

C.I. 1714336615

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el proceso de fermentación del mosto de flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) utilizando cálices secos**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero de Alimentos** fue desarrollado por **Carlos Javier Ibarra Navarrete**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Elena Beltrán

DIRECTORA DEL TRABAJO

C.I. 1710472125

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, especialmente a mi amada esposa porque sin ella nada de esto hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa por su amor y por compartir junto a mí los momentos buenos y malos de la vida, a mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para que pueda cumplir esta meta y por el amor que siempre me demuestran, a mis hermanos por ser incondicionales siempre, por el amor y el respaldo que siempre me hacen sentir, a Richi por su amistad y gran ayuda, y a mis suegros y a Esteli por todo su apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 FLOR DE JAMAICA	4
2.1.1 GENERALIDADES	4
2.1.2 CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA	7
2.1.2.1 Cultivo en Ecuador	10
2.1.3 USOS DE LA JAMAICA EN LA INDUSTRIA	11
2.1.3.1 Beneficios para la salud	12
2.2 FERMENTACIÓN	13
2.2.1 GENERALIDADES	13
2.2.2 VINO	15
2.2.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VINO DE FRUTAS	17
2.2.3.1 Operaciones Pre-Fermentativas	17
2.2.3.2 Fermentación	19
2.2.3.3 Operaciones Post-Fermentativas	22
2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	23
3. METODOLOGÍA	30
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	30
3.2 ELABORACIÓN DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA CON CÁLICES SECOS	30
3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES	32
3.2.2 DETERMINACIÓN DE PH	32

	PÁGINA
3.2.3 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE	32
3.3 DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES	33
3.3.1 CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES	33
3.3.2 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL	34
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
3.5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	35
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	36
4.2 ELABORACIÓN DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA CON CÁLCICES SECOS	37
4.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES	37
4.2.2 DETERMINACIÓN DE PH	39
4.2.3 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE	41
4.3 DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES	43
4.3.1 DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES	43
4.3.2 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	46
4.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 CONCLUSIONES	53
5.2 RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Composición química de la jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	6
Tabla 2. Clasificación de Vinos	16
Tabla 3. Factores determinantes para el acondicionamiento del mosto	18
Tabla 4. Análisis químico de cálices deshidratados de jamaica	36
Tabla 5. Análisis Microbiológico de cálices secos de jamaica	36
Tabla 6. Porcentaje de ganancia de polifenoles	44
Tabla 7. Prueba de múltiple rango para contenido de polifenoles por tratamientos	45
Tabla 8. Capacidad antioxidante inicial y final	47
Tabla 9. Capacidad antioxidante determinada en vinos producidos en Perú	49
Tabla 10. Prueba de múltiple rango para capacidad antioxidante por tratamientos	49
Tabla 11. Resultados instrumentales del vino de cálices secos de jamaica	51
Tabla 12. Resultados físico-químicos del vino de cálices secos de jamaica	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Cálices del tipo <i>sabdariffa</i>	5
Figura 2. Cultivo de jamaica de tallos ramificados y cáliz suculento	9
Figura 3. Flor de jamaica cultivada en Pomona – Pastaza	10
Figura 4. Vino comercial	15
Figura 5. Fermentación Alcohólica	21
Figura 6. Esquema gráfico de la acción de los antioxidantes	25
Figura 7. Clasificación de antioxidantes según su origen	26
Figura 8. Estructura química de los flavonoides	27
Figura 9. Clasificación de polifenoles según su estructura	28
Figura 10. Diagrama de Flujo: Elaboración de vino de flor de jamaica con cálices secos	31
Figura 11. Agotamiento del sustrato en función del tiempo de fermentación	37
Figura 12. Cinética de pH en función del tiempo de fermentación	39
Figura 13. Cinética de la acidez titulable en función del tiempo de fermentación	42
Figura 14. Contenido de polifenoles vs Tiempo de Fermentación	43
Figura 15. Gráfica ANOVA para contenido de polifenoles	46
Figura 16. Capacidad antioxidante inicial y final	47
Figura 17. Diagrama de dispersión de las determinaciones de capacidad antioxidante	50
Figura 18. Gráfica ANOVA para capacidad antioxidante	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1	
MATERIA PRIMA	62
ANEXO 2	
CARACTERIZACIÓN MATERIA PRIMA	63
ANEXO 3	
ELABORACIÓN DE MOSTOS	65
ANEXO 4	
FERMENTACIÓN DE MOSTOS	67
ANEXO 5	
RESULTADOS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS MOSTOS DE CÁLCES SECOS DE JAMAICA	68
ANEXO 6	
CURVAS DE CALIBRACIÓN	70
ANEXO 7	
CARACTERIZACIÓN PRODUCTO FINAL	71

RESUMEN

La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) es una planta originaria de la India introducida por la isla de Jamaica al continente Americano. Es una planta anual o bianual con cultivos de importancia alrededor del mundo; China y Tailandia son los mayores productores. Los consumidores centran su interés en los cálices de esta planta debido a las propiedades medicinales que posee, las mismas que han sido científicamente respaldadas. Debido al alto contenido de agua que poseen los cálices son susceptibles a deterioro por la proliferación de microorganismos. Como medida de conservación de este alimento funcional, se emplea la deshidratación. Los cálices secos de jamaica son una fuente significativa de antioxidantes. Al analizar las propiedades físico-químicas de los cálices secos utilizados para el desarrollo de esta investigación se determinó que cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana para hierbas aromáticas al reportar 6.96 % de humedad y 1.03 % de cenizas insolubles en ácido. Los mostos de jamaica se prepararon con 15 %, 30 % y 45 % de cálices secos. Para ajustar el contenido de sólidos solubles requerido para iniciar el proceso fermentativo se adicionó sacarosa de acuerdo a los balances de masa previos. Para medir el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante se emplearon las metodologías de Folin-Ciocalteu y ABTS correspondientemente. Se determinó que el mosto que garantiza la mayor cantidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en el producto final es el mosto con 45 % de concentración de cálices secos de jamaica (Mosto 45 % FJS) pues se reportó un contenido de polifenoles de 240.19 ± 2.11^a (meq ácido gálico/100 ml de muestra) y la capacidad antioxidante de 1507.14 ± 32.33^a (Eq μmol TROLOX/100 ml de muestra). El vino de flor de jamaica es una fuente importante de antioxidantes.

ABSTRACT

Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) is a native plant from India introduced via Jamaica to the American continent. It is an annual or biennial plant with important crops around the world; China and Thailand are the largest producers. Consumers focus their interest in the calyces of this plant due to its medicinal properties which have been scientifically supported. Due to the high water content calyces have, they are exposed to deterioration by the microorganisms growth. Dehydration is used as a conservation method of this functional food. Roselle dried calyces are a significant source of antioxidants. Analyzing the physico-chemical properties of dried calyces used for the development of this research it was determined that they meet the requirements specified in the Ecuadorian Technical Standard for herbs reporting 6.96 % Moisture and 1.03 % insoluble ash in acid. Jamaica musts were prepared with 15 %, 30 % and 45 % dried calyces. To adjust the required soluble solids content to start the fermentation process sucrose was added according to the performed mass balances. To measure the polyphenol content and antioxidant capacity the following methodologies were used accordingly: Folin-Ciocalteu and ABTS. It was determined that the must which guaranteed the highest amount of phenolic compounds and antioxidant capacity in the final product is the must with 45 % concentration of jamaica dried calyces (45 % Mosto FJS) resulting in the following mean values: $240.19 \pm 2.11a$ (meq gallic acid / 100 ml sample) of polyphenol content and antioxidant capacity of $1507.14 \pm 32.33a$ (Eq TROLOX μ mol / 100 ml sample). Roselle's wine is an important antioxidants' source.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los investigadores de alimentos se esfuerzan por asegurar que los nutrientes que se encuentran en los alimentos se mantengan o se modifiquen lo menos posible durante el tratamiento y almacenamiento, permitiendo así conservar su valor y propiedades nutricionales.

La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) es una planta hermafrodita herbácea que pertenece a la familia de las malváceas, destacadas por su importancia medicinal (Ortiz, 2009), alcanza una altura de 0.5 a 3 m con tallos robustos y leñosos en su base que pueden ser de color morado, rojo brillante o verde, hojas con tres lóbulos dentados, flores rojas solitarias con cálices y brácteas gruesas, de sabor ácido, corola amarilla, fruto y una cápsula (Jínez, Cortés, Ávila, Casaubón, & Salcedo, 1998). La jamaica es originaria del continente africano con cultivos significativos en países como Sudán, Egipto, Tailandia, México y China; es una planta muy adaptable debido a que puede crecer en suelos permeables, arenosos, con buen contenido de humus y con un pH entre 4.5 y 8, además tolera suelos inundables y fuertes vientos (Castañeda, 2002).

A nivel mundial la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) ha sido altamente valorada por las propiedades medicinales que se le atribuyen, las mismas que han sido científicamente respaldadas (Ortiz, 2009). En el Ecuador su cultivo es relativamente nuevo, centrándose la producción principalmente en la provincia de Pastaza en donde los cálices de jamaica son destinados mayormente al consumo interno de la materia prima (Naranjo, 2013).

Los antioxidantes son sustancias que se encuentran dentro de los alimentos y en el organismo en cantidades mínimas cuya principal característica es retardar las reacciones de oxidación sobre los diferentes sustratos (CORFO-Chile, 2009) . Según Mayorga (2012) el estudio de los antioxidantes tiene la

misma importancia tanto en el ámbito alimenticio como en la salud humana, debido a que actúan sobre los radicales libres que son capaces de ocasionar efectos negativos para la salud por su capacidad de alterar el ADN, las proteínas y los lípidos. Los grupos alimenticios con más capacidad antioxidante son las frutas y las verduras, obteniendo la mayor parte de la capacidad antioxidante de su contenido en vitamina E, vitamina C, polifenoles, carotenoides y terpenoides.

La fermentación alcohólica es una reacción compleja que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono (Badui, 2006). Según Hidalgo (2010) en la primera fase del proceso de elaboración de bebidas fermentadas, se inician de manera inmediata y simultánea dos procesos: uno de maceración o intercambio de sustancias entre el mosto y las partes sólidas contenidas, y una serie de transformaciones bioquímicas producidas por las enzimas propias del alimento. En los cálices deshidratados de jamaica, se analizaron principalmente los fenómenos de oxidación que ocurren durante la fermentación del mosto.

El gobierno de la provincia de Pastaza se encuentra desarrollando un proyecto para el fomento del cultivo de jamaica con el objetivo de ampliar su producción y consumo dentro del país, así como también para dotar de la materia prima necesaria para la elaboración de alimentos con innovación tecnológica los mismos que podrían ser destinados al mercado internacional. Existe un convenio suscrito entre el gobierno de Pastaza y la Universidad Tecnológica Equinoccial para facilitar la ejecución de este objetivo.

Este estudio forma parte de un proyecto de investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias de la Universidad Tecnológica Equinoccial para la “Elaboración de una bebida de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)”. Se trabajó con cálices secos de jamaica, los cuales fueron el producto del trabajo de titulación: “Estudio de la deshidratación por aire

sobre la capacidad antioxidante de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*)” desarrollado por Daniela Erazo.

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue estudiar la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el proceso de fermentación del mosto de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) utilizando cálices secos.

Para el desarrollo de este estudio se establecieron los siguientes objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cálices de jamaica deshidratados.
- Determinar el contenido de polifenoles totales presentes en el proceso de fermentación del mosto de jamaica.
- Determinar la capacidad antioxidante en el proceso de fermentación del mosto de flor de jamaica.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 FLOR DE JAMAICA

2.1.1 GENERALIDADES

Popularmente se la conoce como: en español, jamaica, flor de jamaica, rosa de Guinea, saril, chiriguata (VEN); en portugués: azed de Guiné, cucurú acedo, en inglés: roselle, red sorrell, jamaica sorrell, indian sorrell; en francés: oseille rouge, oseille de Guinée; en África del Norte y el cercano Oriente recibe el nombre de karkadé o carcadé, y en Senegal se llama bisap (Ortiz, 2009).

La jamaica es una planta malvácea arbustiva semileñosa anual o bianual que puede llegar a medir de 1 a 3 m de altura, propia de climas secos, subtropicales, montañosos, de matorral espinoso (Sáyago & Goñi, 2010). Originaria de Asia o África tropical, de los países de India y Malasia (Cid & Guerrero, 2012). Se cree que fue introducida al continente americano por esclavos africanos en el siglo VIII a través de la isla de Jamaica de donde deriva su nombre (Ramírez, Caro, Valdivia, Ramírez, & Machuca, 2011). Esta planta es muy popular en países como China, India, Sudán, Uganda, Indonesia, Malasia y México, en donde su producción alcanza porcentajes de 27.76 %, 17.91 %, 9.10 %, 8.40 %, 6.23 % y 5.14 %, respectivamente (Cid & Guerrero, 2012).

Morfológicamente está compuesta por una raíz de tipo ramificada poco profunda, tallos abundantes y ramificados de corteza roja, hojas alternas con bordes aserrados irregulares, flores bisexuales que se localizan sésiles en las axilas de las hojas con pétalos amarillentos y en el centro un color rosa o

marrón, y cálices (ápices carnosos) con forma cónica de color rojo brillante a oscuro (Ortiz, 2009) claro y oscuro según la variedad, siendo estos últimos la parte más destacable de la planta debido a su alto contenido de compuestos antioxidantes que le otorgan sus tan apreciadas propiedades medicinales (Meza, 2012). El fruto se encuentra envuelto en el cáliz, al madurar tiene forma de bellota ovoide que contiene numerosas semillas reniformes, pubescentes con hilo rojizo, aproximadamente son 20 granos negros que se localizan de forma arriñonada.

De acuerdo a Cid y Guerrero (2012) se distinguen seis variedades de plantas de jamaica diferenciadas por el color, forma, apariencia, peso, fruto y tamaño, la mayoría de éstas son utilizadas como plantas ornamentales. Únicamente aquellas del tipo *sabdariffa* son empleadas para el consumo humano. En Figura 1 se muestran imágenes de los cálices que se consumen.

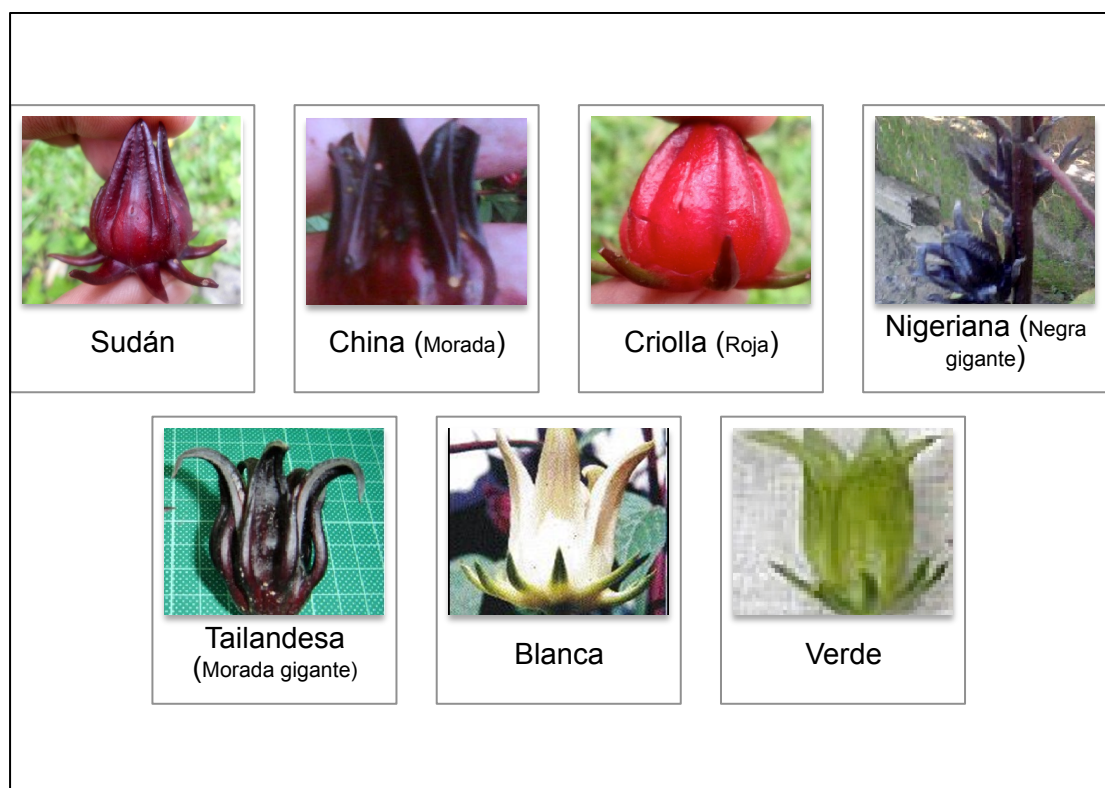


Figura 1. Cálices del tipo *sabdariffa*
(Muñeton, 2009)

Por otra parte, la variación de color en los cálices indica cambios en su composición química; en la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por diferentes investigadores al analizar la composición química de los cálices de jamaica.

Tabla 1. Composición química de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Elemento	Tipos de Cálices				
	Frescos	Rojos	Rojo-oscuros	Rojos	Blancos
Humedad (%)	9.20	86.50	85.30	11.00	9.30
Proteína cruda (%)	1.15	17.40*	8.60*	7.88	7.53
Extracto etéreo (%)	2.61	2.10*	2.90*	0.16	0.12
Fibra cruda (%)	12.00	8.50*	9.80*	13.20	12.00
Cenizas (%)	6.90	6.50*	6.80*	10.60	9.50
Carbohidratos (%)	68.15	65.50*	71.90*	57.16	61.55
Ácido ascórbico (mg/100g)	6.70	63.50	54.80	11.00	15.50
Caroteno (mg/100g)	0.03	-	-	-	-
Tiamina (mg/100g)	0.12	-	-	-	-
Riboflavina (mg/100g)	0.28	-	-	-	-
Niacina (mg/100g)	3.77	-	-	-	-

*En base seca

(Cid & Guerrero, 2012)

Con base en estos resultados se puede decir que la composición proximal de los cálices de Roselle puede cambiar dependiendo de la variedad genética y tipo de suelo de cultivo, por lo que Sáyago y Goñi (2010) recomiendan caracterizar analíticamente los cálices que son objeto de estudio ya que se ha evidenciado que los valores reportados en la literatura no son homogéneos. Respecto al contenido de compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas), éste varía de acuerdo a la variedad y al método de extracción utilizado (Cid & Guerrero, 2012).

Carvajal, Waliszewski e Infanzón (2006) indican al analizar las características químicas de la jamaica que contiene fitoesteroles tales como el β -sitoesterol y ergosterol, flavonoides, saponinas y otros glucósidos, además de carbohidratos, ácido ascórbico y una mezcla de ácido cítrico y málico, dos pigmentos coloridos: la hibiscina y la gosipitina, que se usan para dar color a jarabes y licores, y subrayan que los principales pigmentos

son las antocianinas: cianidina-3-glucósido y la delphinidina-3-glucósido que tienen gran capacidad antioxidante y no presentan actividad tóxica ni mutagénica. Además acerca del contenido de compuestos fenólicos, resaltan que el ácido protocatecuico (flores) tiene fuertes propiedades antioxidantes y el ácido hibiscus muestra una elevada actividad inhibitoria sobre ciertas enzimas pancreáticas. Por su parte, Sáyago y Goñi (2010) mencionan que al analizar la cantidad de proteína contenida los valores son variables y que se obtuvieron valores más homogéneos al determinar el contenido total de cenizas; los principales compuestos minerales que contienen los cálices de jamaica son el potasio y el calcio, y cabe mencionar que son una fuente importante de hierro y magnesio.

Otros estudios mencionan que en la jamaica se encuentran compuestos bioactivos como ácidos polifenólicos, fibra, vitaminas y oligoelementos que le confieren efectos benéficos para la salud (Medina, Sumaya, Machuca, Sánchez, Balois, & Jiménez, 2013), siendo los polifenoles y carotenoides aquellos que ejercen su principal acción biológica. Asimismo se ha demostrado la presencia de fibra dietética (0.66 g de fibra soluble por litro) que junto a los compuestos bioactivos constituyen parámetros indicadores de calidad de una dieta (Sáyago & Goñi, 2010). Cid y Guerrero (2012) indican que respecto al contenido de aminoácidos, los cálices de flor de jamaica aportan la mayoría de los aminoácidos esenciales, a excepción del triptófano.

2.1.2 CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA

La planta de jamaica tiene un cultivo de fácil manejo pues presenta un alto potencial de adaptabilidad a diversos tipos de suelos y no demanda de altas cantidades de agua (es tolerante a la sequía), pero durante el desarrollo vegetativo esta condición cambia. Es un cultivo que no contamina el medio

ambiente ya que no requiere del uso de agroquímicos o pesticidas (Meza, 2012).

Se trata de una planta fotoperiódica que necesita más de 11 horas de luz para alcanzar una adecuada fructificación. Se reproduce por autofecundación, por medio de semillas o por estacas (Cárdenas, 2015). Puede crecer en suelos aluviales, arcillosos, pedregosos y franco arenosos con un rango de pH de 4.0 a 7.5 siendo los más indicados los suelos francos, mas se recomienda realizar una fertilización del suelo empleando nitrógeno y fósforo, o abono orgánico, durante la siembra para evitar que la planta crezca demasiado y produzca el mayor número de cálices (Meza, 2012).

Naranjo (2013) revela que la planta se desarrolla mejor en zonas de clima tropical o subtropical (20-38 °C) ubicadas hasta los 1400 m sobre el nivel del mar. Se ha comprobado que la temperatura de la zona es determinante para el crecimiento de la planta (Cárdenas, 2015). El proceso de siembra inicia en semilleros en donde se colocan las semillas a 1-2 cm de profundidad a una distancia de 8-10 cm formando un cuadrado, cuando la planta alcanza una altura de 10-15 cm se trasplanta hacia suelos arados definitivos con una separación de 0.9-1.5 m entre plantas (Naranjo, 2013).

De acuerdo con el estudio de Cárdenas (2015), los ciclos de crecimiento de la planta de flor de jamaica son de 6-7 meses, tiempo tras el cual los cálices han alcanzado la madurez necesaria para ser comercializados, es decir tienen el tamaño, la separación de las brácteas y el color rojizo semejante al vino requerido. La cosecha se puede realizar cada 3 meses cuando la planta ha alcanzado su estado de maduración ya que su producto se encuentra disponible durante todo el año (Naranjo, 2013).

Según Meza (2012), existen dos tipos de cultivos de esta planta: de tallos ramificados y cáliz suculento, que se muestra en la Figura 2, y de tallos rectos sin ramas, de las cuales se obtiene principalmente fibra.



Figura 2. Cultivo de jamaica de tallos ramificados y cáliz suculento (Hernández, 2012)

La flor de jamaica es una planta con poca industrialización (Medina et al., 2013) pero cultivada en amplias extensiones de terreno dada su amplia diversificación de producción pues todas las partes de la planta pueden ser utilizadas. Los cultivos están principalmente destinados para el aprovechamiento de sus hojas, semillas, fibra y cálices, que es en donde se centra el mayor interés comercial debido a sus cualidades con potencial farmacéutico y alimenticio (Meza, 2012).

A nivel mundial se localizan cultivos de flor de jamaica en países como China, Tailandia, Egipto, Sudán, Senegal y México, también se cultiva con éxito en países de Centroamérica y América del Sur pero en menor escala (Cárdenas, 2015). China y Tailandia son los mayores productores del mundo.

2.1.2.1 Cultivo en Ecuador

El cultivo de flor de jamaica es relativamente nuevo en el Ecuador, esta planta se encuentra considerada dentro del marco de cultivos no tradicionales y representa una alternativa viable para la activación de la economía de las comunidades locales. Se inicia principalmente en la región amazónica del país en las provincias de Napo, Tena y Pastaza (Cárdenas, 2015) en donde las condiciones climáticas son más favorables, y también en la provincia del Carchi en el cantón Mira en donde se localizaron sembríos de jamaica en extensiones menores a 1 hectárea, estos datos corresponden a la información publicada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca correspondientes al año 2012, sin embargo en la actualidad no se dispone de datos actualizados. En la Figura 3 se muestra flor de jamaica cultivada en Ecuador.



Figura 3. Flor de jamaica cultivada en Pomona – Pastaza
(Naranjo, 2013)

La flor de jamaica que se empleó para el desarrollo de este trabajo de investigación fue adquirida en la parroquia de Pomona de la provincia de

Pastaza, en donde aproximadamente el 12 % de la población se dedica al cultivo de jamaica. La producción obtenida tiene dos fines: elaboración de bebidas refrescantes para la venta y la comercialización de las flores frescas en el mercado del Puyo (Naranjo, 2013). El mismo fin tiene la producción de los cultivos de la parroquia Teniente Hugo Ortiz (Cárdenas, 2015).

2.1.3 USOS DE LA JAMAICA EN LA INDUSTRIA

Como se mencionó anteriormente, la flor de jamaica es una planta que permite el uso eficiente de todas sus partes destacándose la utilización de su fibra en la industria de tejidos y papel, y de sus hojas, flores y cálices en la industria de alimentos (Doffinger et al., 2011).

Según Carvajal et al. (2006), la flor de jamaica ha sido utilizada con múltiples fines, algunos de ellos se describen a continuación:

- De los extractos de las flores de jamaica se obtienen colorantes que sustituyen a los colorantes artificiales en alimentos, también se los utiliza para la elaboración de bebidas refrescantes, mermeladas y gelatinas.
- De las flores secas de jamaica se extraen pigmentos naturales que se emplean en la industria farmacológica.
- La fibra de la jamaica es empleada en la elaboración de cordajes, bolsos y canastas.
- De las semillas se obtiene un aceite de cocina considerado como una fuente invaluable de alimento por su alto contenido proteico y calórico, además de su significativo contenido de fibra (14 % aproximadamente).
- Los tallos tiernos, hojas y cálices se usan en la preparación de sopas y salsas.

- Los cálices son comercializados sin ningún procesamiento o se emplean en la elaboración de jugos, mermeladas, salsas, chutneys (salsas picantes), vinos y conservas. Se la utiliza como sustituto del té y café en personas con problemas de salud.

2.1.3.1 Beneficios para la salud

Las antocianinas contenidas en la flor de jamaica son altamente reductoras, motivo por el cual el consumo de este producto vegetal puede proteger al organismo contra daños provocados por los radicales libres y la peroxidación de los lípidos (De Dios, Montalvo, Andrade, & Gómez, 2011).

Al consumo de jamaica se le atribuyen una serie de bondades para la salud con mínimos efectos colaterales, a pesar de que se desconocen los efectos farmacológicos de esta planta. Se recomienda su consumo en personas que padecen problemas del corazón, enfermedades de los nervios, presión sanguínea alta, fiebre, enfermedades hepáticas y calcificación de las arterias; protege el sistema vascular e inhibe la enzima angiotensina. Se han realizado estudios científicos en donde su logró demostrar que el té ácido de jamaica reduce la hipertensión, es un producto diurético, laxante y posee propiedades antibacterianas (Carvajal et al., 2006).

Algunos estudios realizados empleando extractos acuosos de jamaica demuestran que al ingresar al organismo éstos actúan como antioxidantes y contribuir con las acciones anticancerígenas, también se ha indicado que ayuda a reducir enfermedades crónicas como la diabetes mellitus y las dislipidemias. En pruebas con roedores se logró demostrar que la administración oral del extracto (200-300 mg/kg de peso corporal) reduce la peroxidación de grasa en el hígado, disminuye la presencia de las enzimas dismutasa superóxido y catalasa en la sangre; mientras que el extracto

etanólico administrado por vía oral (250 mg/kg de peso corporal) normaliza los niveles de amoníaco, urea, ácido úrico, creatinina y nitrógeno no proteico en la sangre y disminuye los niveles de peroxidación de lípidos en el cerebro. Este análisis sustenta su efecto protector, una importante actividad anti-hiperamonemia y antioxidante de los extractos de flor de jamaica. También se han realizado estudios sobre los efectos de extracto de jamaica sobre los padecimientos de cáncer evaluando la capacidad antioxidante de un jugo comercial, se demostró su efecto antiproliferativo sobre células de cáncer de mama, ovario y cuello uterino, acción que se le atribuye a su contenido de flavonoides y saponinas (Cid & Guerrero, 2012).

Ubani, Joshua y Oraeki (2010) demostraron el efecto hipolipemiente de la flor de jamaica al administrar el extracto acuoso por vía oral a ratas en concentraciones menores a 2.0 mg/kg; observaron una disminución significativa en el colesterol total y los niveles de lipoproteínas de baja densidad. Por su parte Carvajal et al. (2009) demostraron que la ganancia de peso fue menor en roedores que consumieron extracto de jamaica con un 10 y 15 % de concentración, revelando que estas concentraciones podrían ser potenciales agentes contra la obesidad.

2.2 FERMENTACIÓN

2.2.1 GENERALIDADES

La fermentación es una técnica muy antigua que se aplica a ciertos alimentos, la misma que involucra el crecimiento y la actividad de microorganismos sobre uno o más de los componentes químicos del sustrato. Este procesamiento permite conservar productos animales y vegetales, destruir factores antinutricionales y mejorar el valor nutritivo de los

alimentos. Dependiendo de la asepsia con que se lleve a cabo la fermentación se obtendrán productos de calidad estándar o variable (Wacher, 1993).

La fermentación es un proceso anaeróbico, o parcialmente anaeróbico de oxidación de carbohidratos que libera energía proveniente de las sustancias orgánicas. Se diferencia fermentación de putrefacción, ya que la fermentación implica una acción de descomposición de los hidratos de carbono, mientras que la putrefacción se refiere a la acción de los microorganismos sobre los componentes proteicos. Resulta importante mencionar que el control de las fermentaciones tiene gran importancia, pues con esto se puede evitar la obtención de sustancias y características indeseables (Casp & Abril, 2003).

Los alimentos fermentados más populares que se pueden encontrar en el mercado son: cerveza, pan, salsa de soya, queso, yogur, salami, pepperoni, verduras en escabeche y vino, cabe mencionar que los procesos tecnológicos se han ido desarrollando con base en los procesos tradicionales. Tal es el caso de la industria de las bebidas fermentadas (cerveza, vino y bebidas alcohólicas) en donde actualmente se emplean levaduras seleccionadas, control de la temperatura de fermentación, etc. (Casp & Abril, 2003).

Wacher (1993) menciona en su estudio que existen nueve factores que provocan el aumento en el consumo de alimentos fermentados:

- La prevención de enfermedades causadas por microorganismos transmitidos por alimentos. La fermentación sirve como un método de protección del alimento contra microorganismos patógenos.
- El aumento de la vida útil de los alimentos, pues la fermentación es un método de conservación de alimentos.

- Los sabores que se obtienen al fermentar vegetales en algunas ocasiones se asemejan a los de la carne, por lo que el consumidor podría utilizarlos como sustituto de carne.
- La variedad de productos vegetales de origen vegetal.
- El incremento en el interés científico en los alimentos fermentados.
- El interés de los consumidores por consumir productos más sanos.
- La modificación de las materias primas para obtener productos con mejor calidad nutricional.
- Motivos culturales y religiosos.
- Movimientos migratorios.

2.2.2 VINO

Se denomina vino únicamente al líquido que se obtiene de la fermentación alcohólica completa o parcial de uvas frescas, sin adición de ninguna sustancia (Zurita, 2011). Pero en general es una bebida que resulta de la fermentación de frutos azucarados o de otros vegetales (Chávez & González, 2004). La Figura 4 representa un tipo de vino comercial.



Figura 4. Vino comercial
(Florentino de Lecanda, 2015)

El vino es una bebida alcohólica producida por primera vez durante el período Neolítico, según los testimonios arqueológicos hallados en los montes Zagros (Martínez *et al*, 2014). “Su graduación alcohólica adquirida no puede ser menor de 8.5 % (en volumen)”. Debido a que los componentes más significativos de las frutas son los azúcares, se puede decir que son susceptibles a transformarse en vino. Además contienen elementos que contribuyen con sabor, aroma y color, todas estas características se derivarán de la materia prima de origen (González, 2013).

Según Martínez et al. (2014) la fermentación del vino ocurre en cuatro fases:

- Fase de demora: la duración de esta fase es de 2-3 días; las levaduras se adaptan a las condiciones del mosto (altas concentraciones de azúcar, bajo valor de pH, temperatura y SO₂).
- Crecimiento exponencial: las levaduras se reproducen de manera exponencial (alrededor de 100 millones de levaduras/cm³) y el contenido de azúcar decrece rápidamente. Aproximadamente esta fase tiene una duración de 4 días.
- Fase Estacionaria: la población de levaduras llega a su máximo nivel ocasionando que la fermentación se mantenga a una velocidad constante. La temperatura también se mantiene constante en la cuba debido al calor que libera el proceso.
- Clasificación: los vinos, de acuerdo al tiempo que permanecen almacenados en barricas de madera o botellas, se pueden clasificar como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de Vinos

Tipo	Tiempo de almacenamiento en	
	Barricas de madera	Botellas
Crianza	6 meses	2 años
Reserva	1 año	3 años
Gran Reserva	2 años	5 años

(Martínez et al., 2014)

2.2.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VINO DE FRUTAS

De acuerdo con González (2013), el proceso general de producción de un vino de frutas se realiza en tres etapas: operaciones pre-fermentativas, fermentación y operaciones post-fermentativas.

2.2.3.1 Operaciones Pre-Fermentativas

Se refieren al acondicionamiento del mosto, dependiendo de las características propias de la fruta, que se debe realizar para cumplir con las condiciones específicas de sabor, aroma, color, untuosidad, etc., para lo cual de ser necesario se deberá diluir, hacer mezclas, agregar aditivos o reforzar sabores con el fin de garantizar la viabilidad del proceso, optimización organoléptica y rentabilidad (Coronel, 2011).

El mosto es el jugo o el extracto de la fruta previo al proceso de fermentación. Para garantizar una adecuada acción de las levaduras, es necesario ajustar los parámetros de pH y contenido de sólidos solubles, ya que el contenido de alcohol en el vino está directamente relacionado con el cantidad de azúcar con la que se inicia el proceso fermentativo, sin embargo es importante señalar que al contar con un mosto con 25 °Brix o valores superiores la fermentación arranca rápidamente provocando una pérdida desde el punto de vista comercial (Arozarena, 2007). La graduación alcohólica del vino al final del proceso de producción dependerá de la cantidad inicial de azúcar del mosto, generalmente se obtienen valores de entre 10 y 14 °GL (Terán, 2011).

En la Tabla 3, con base en la investigación de González (2013), se muestran los factores que se deben considerar previo a la preparación del mosto.

Tabla 3. Factores determinantes para el acondicionamiento del mosto

FACTOR	Relación con	VALOR IDEAL
Sólidos solubles	Contenido de azúcares	Alrededor de 20 °Brix
pH	Acidez de la fruta	Alrededor de 3.2
Índice de madurez	Contenido de azúcares y acidez	Mientras más alto es más conveniente
Condiciones sanitarias	Inocuidad alimentaria	Ausencia de frutas contaminadas con moho, con podredumbre, aplastadas, partes vegetales, pedúnculos

(González, 2013)

Estos factores son indicadores que permitirán llevar a cabo un adecuado proceso de producción de vino, pero es importante señalar que el mosto puede reportar valores por encima o debajo de estos parámetros lo que significa que se debe tener más control durante la fermentación. Por ejemplo, al tener niveles muy altos de pH pueden proliferar bacterias lácticas, y por el contrario, con niveles muy bajos se puede inhibir o disminuir la velocidad de la fermentación del mosto (Arozarena, 2007). El pH óptimo del mosto deberá ser de entre 3.3 a 3.5 (Terán, 2011).

Con base en estos parámetros se procede a realizar la formulación del mosto, es decir un balance de las corrientes de entrada y salida a través de un sistema simple de ecuaciones en donde las variables son: la cantidad de agua, azúcares, aditivos, etc., como se muestra en la Ecuación 1 (González, 2013).

$$F + A + H = M \quad [1]$$

donde:

- F: Zumo de fruta
- A: Azúcar añadida
- H: Agua añadida
- M: Mosto

Para conocer la concentración de cada uno de estas sustancias se puede emplear la Ecuación 2.

$$F_{X_f} + A_{X_a} = M_{X_m} \quad [2]$$

donde:

X_f : Concentración de azúcares en el zumo o extracto de fruta

X_a : Concentración de azúcares en forma pura

X_m : Concentración de azúcares en el mosto

Otra operación pre-fermentativa relevante es el sulfitado; consiste en la adición de dióxido de azufre (SO_2), o metabisulfito de sodio, en el mosto con el fin de proteger al vino de microorganismos acidificantes. Además de la función de protección, el metabisulfito de potasio otorga mayor coloración al vino y tiene acción clarificante, tiene función antiséptica y desinfectante, y protege al vino de las acciones oxidantes no deseadas. La cantidad de dióxido de azufre que se debe añadir depende de la cantidad de glucosa que posee el mosto, la asepsia de las frutas empleadas y la temperatura de fermentación (Terán, 2011). De acuerdo al estudio de González (2013) no se debe adicionar más de 50 ppm de metabisulfito de sodio en el mosto. La adición en exceso de sulfito degrada el sabor del vino y ocasiona la toxicidad del producto (Arozarena, 2007).

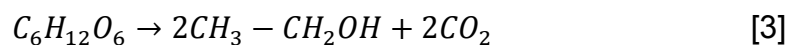
2.2.3.2 Fermentación

Se refiere al proceso fermentativo o fermentación alcohólica, inicia con la inoculación del contenido de levadura requerido para llevar a cabo la reacción bioquímica de oxidación. Arozarena (2007) indica que existen tres maneras de incorporar el inóculo al mosto:

- Flora propia o nativa del alimento
- Adición de otro mosto en fermentación
- Levaduras secas activas comerciales

Con el fin de garantizar fermentaciones completas, seguras y uniformes, se recomienda el uso de levaduras secas activas comerciales, lo que resultará en un producto de calidad (Arozarena, 2007).

Según Casp y Abril (2003), la fermentación alcohólica se expresa por la ecuación de Gay-Lussac, en donde a partir de azúcar se obtiene alcohol etílico y dióxido de carbono como se muestra en la Ecuación 3:



Las responsables de esta transformación son las levaduras quienes utilizan la glucosa y nutrientes adicionales para reproducirse. El rendimiento teórico estequiométrico para la transformación de glucosa en etanol es de 0,511 g de etanol y 0,489 g de CO₂ por 1 g de glucosa, este valor fue cuantificado por Gay Lussac. En la realidad es difícil lograr este rendimiento, porque la levadura al utilizar la glucosa produce otros metabolitos, razón por la cual el rendimiento experimental ha sido determinado entre 90 % y 95 % del teórico, teniendo en consideración que es de fundamental importancia el modo de funcionamiento del birreactor o fermentador (Casp & Abril, 2003).

La fermentación alcohólica es fundamental en el proceso de obtención de bebidas fermentadas: vino, cerveza, sidra y bebidas destiladas; durante este proceso fermentativo es esencial controlar el proceso de conversión de alcohol para obtener productos de calidad con características organolépticas propias del proceso. Las levaduras al desarrollarse en medio azucarado producen compuestos químicos con umbrales de percepción bajos (alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas, compuestos azufrados y ácidos

orgánicos), los que determinan características como el aroma del producto (Casp & Abril, 2003).

En la obtención de vinos y sidras el sustrato de la fermentación alcohólica son la glucosa y la fructosa, moléculas que son oxidadas por cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (Casp & Abril, 2003). Cuando la totalidad de los azúcares ha sido degradada, las levaduras mueren y forman parte del sedimento llamado borras (Martínez, Volcanes, Fontaines, Massip, & Berti, 2014).

En la Figura 5 se muestra la reacción bioquímica completa de la fermentación alcohólica.

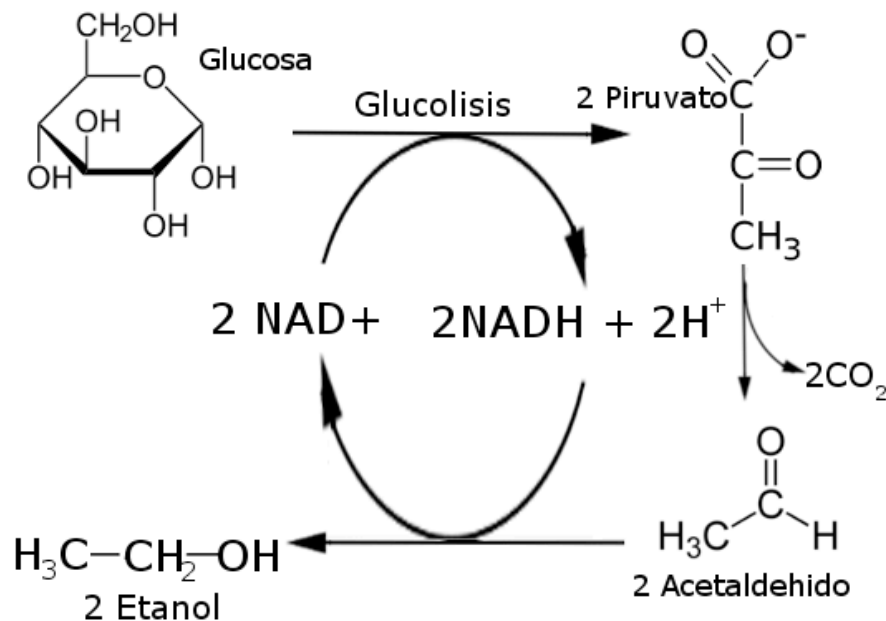


Figura 5. Fermentación Alcohólica
(Casp & Abril, 2003)

Uno de los factores más importantes que se debe controlar en el proceso de producción de una bebida fermentada es la temperatura de fermentación para garantizar que los microorganismos se desarrollen y cumplan sus funciones biológicas de la manera esperada. Mientras más elevada es la

temperatura, las levaduras aceleran el proceso de oxidación de los azúcares produciendo vinos con escaso sabor y aroma; a temperaturas bajas se obtiene el efecto contrario, pero comercialmente no resulta beneficioso. La temperatura óptima de fermentación es de 25 °C ya que a esta temperatura las levaduras se reproducen a mayor velocidad sin ocasionar efectos adversos (Terán, 2011). Según Vine (1997), por cada 1 °Brix se producen 0.535 °GL, por lo que para obtener vinos de 11 y 14 °GL se deben preparar mostos de 20 a 26 °Brix.

También hay que resaltar que la presión es otra variable determinante durante la fermentación a grandes escalas. La reacción de oxidación que se lleva a cabo durante el proceso fermentativo se inhibe a presiones superiores a la presión atmosférica (González, 2013).

2.2.3.3 Operaciones Post-Fermentativas

Son los procesos que se llevan a cabo para garantizar que el producto final sea estable frente a la acción de microorganismos y a las condiciones de almacenamiento (González, 2013). Las operaciones principales de este tipo son: trasiego y clarificación.

El trasiego consiste en la separación del vino de las borras. Las borras son partículas en suspensión que resultan de los residuos de levaduras, restos de fruta, proteínas, pectinas, etc. Esta operación se debe realizar con cuidado para evitar que partículas de borras sean arrastradas (Terán, 2011).

La clarificación es la adición de sustancias de origen proteico o de origen mineral que “originen un fuerte enturbiamiento de naturaleza coloidal que elimine el exceso de algún elemento natural contrario a la estabilidad” (Terán, 2011). También se puede llevar a cabo la clarificación del vino por

acción de la gravedad y reposo en condiciones de refrigeración, este procedimiento únicamente sedimenta partículas grandes, en el caso de partículas más finas se recomienda la adición de las sustancias antes mencionadas (González, 2013).

De acuerdo a González (2013), los agentes naturales y artificiales más utilizados en la industria son: la albúmina, gelatina y bentonita, aunque los métodos avanzados de filtración y microfiltración tangencial tienen mayor incidencia.

2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

El oxígeno no representa toxicidad cuando se encuentra en su forma estable, pero por reacciones químicas, enzimáticas o por radiaciones ionizantes se producen especies químicas (Especies Reactivas del Oxígeno) o sustancias prooxidantes que alteran la estructura de átomos y moléculas, y consecuentemente se forman radicales libres. Esta modificación estructural implica una ruptura del equilibrio para la materia viva ya que existe un déficit entre las sustancias prooxidantes y los mecanismos antioxidantes (Venereo, 2002).

Los radicales libres son átomos o moléculas que tienen un electrón desapareado disponible para reaccionar con compuestos estables, de ahí la importancia de incorporar en la dieta alimentos con gran contenido de antioxidantes que protejan al organismo de la reacción en cadena que se genera (Quimbiulco, 2014). Se relaciona a los radicales libres con enfermedades degenerativas, cardiovasculares y cerebro vasculares por el daño oxidativo que ocasionan en proteínas, lípidos y ácidos nucleicos (Pineda, Salucci, Lázaro, Maiani, & Ferro, 1999).

Cuando la formación de los radicales libres es superior a la actividad de los sistemas protectores tiene lugar un proceso biológico conocido como estrés oxidativo (Araya, Clavijo, & Herrera, 2006). Este proceso ocasiona una serie de reacciones bioquímicas que causan daño celular (Rodríguez, Menéndez, & Trujillo, 2001), motivo por el que se han realizado varias investigaciones para determinar la relación existente entre el estrés oxidativo y algunas enfermedades; por ejemplo en un estudio realizado en 37 500 mujeres diagnosticadas con displasia mamaria se encontró un nivel elevado de lípidos peroxidados, otro estudio realizado en 16 ciudades europeas demostró que la relación es inversa entre los niveles de vitamina E y la mortalidad por infarto del miocardio, y también el Linxian General Population Study que se realizó en una población china de 30 000 personas mostró una reducción significativa del cáncer de estómago en las personas que ingirieron suplementos de antioxidantes (Venereo, 2002).

Se conoce como capacidad antioxidante o actividad antioxidante a la propiedad protectora que tiene un alimento para combatir a los radicales libres causantes del estrés oxidativo. Estudios epidemiológicos han demostrado que existe una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles en la población que tiene una dieta rica en frutas y verduras debido al alto contenido de compuestos fitoquímicos y nutrientes que éstas poseen, los cuales tienen actividad antioxidante (Araya et al., 2006). “La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él” (Pineda et al., 1999).

Venereo (2002) indica que para mantener una adecuada capacidad antioxidante en el organismo es recomendable:

- Ejercicio regular no extenuante
- Supresión del mal hábito de fumar
- Evitar dietas hiperproteicas e hipercalóricas

- Priorizar la ingestión de vegetales en las comidas
- Evitar el estrés
- Suplementación con antioxidantes y oligoelementos
 - Vitamina E: 100-400 mg
 - Vitamina C: 200-2 000 mg
 - Betacarotenos: 2-10 mg
 - Selenio: 50-100 mg
 - Manganeso: 1.5 mg
 - Cobre: 1 mg

En la industria alimenticia se estudia la capacidad antioxidante con el fin de neutralizar la mayor cantidad de radicales libres los cuales atacan las moléculas del alimento, y de esta manera conservar características organolépticas, nutricionales y así alargar la vida útil del alimento.

2.1.1 ANTIOXIDANTES

En la Figura 6 se representa la acción de los antioxidantes sobre los radicales libres.

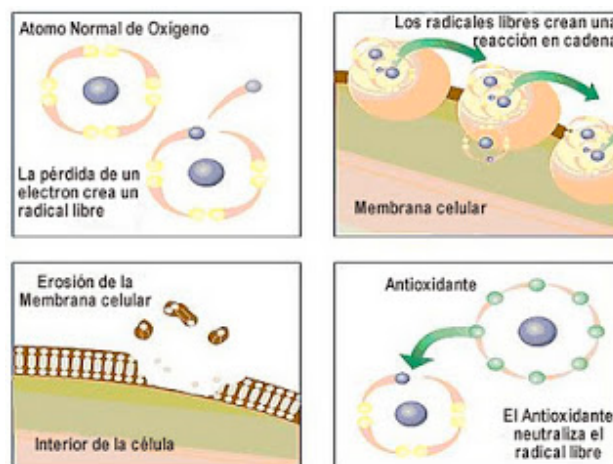


Figura 6. Esquema gráfico de la acción de los antioxidantes (HIPERURICEMIA, 2011)

Los antioxidantes son compuestos químicos que retrasan o previenen las reacciones de oxidación (Mayorga, 2012). A pesar de que su concentración es baja respecto al sustrato oxidable, impiden que otras moléculas reaccionen con el oxígeno al unirse rápidamente a los radicales libres y las especies reactivas del oxígeno; estas reacciones pueden ocurrir en medios hidrofílicos e hidrofóbicos (Venereo, 2002).

Los antioxidantes se pueden clasificar según su origen en endógenos, exógenos y no enzimáticos. En la Figura 7 se muestra esta clasificación tomada del estudio de Venereo (2002).

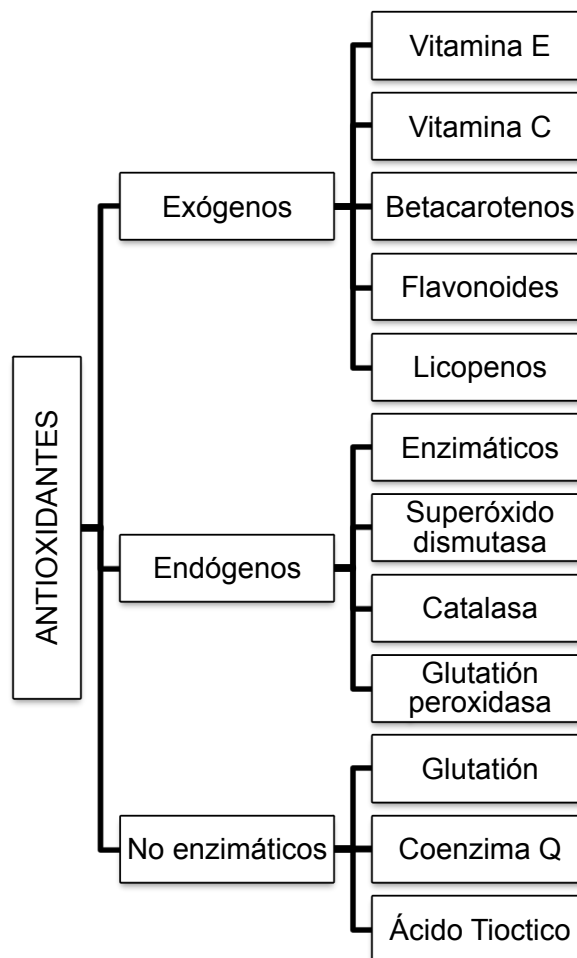


Figura 7. Clasificación de antioxidantes según su origen (Venereo, 2002)

Los antioxidantes exógenos, como su nombre lo indica provienen del exterior al consumir alimentos ricos en antioxidantes; estas sustancias se oxidan al neutralizar al radical libre perdiendo su capacidad antioxidante, lo que indica que la reposición debe ser continua. Los antioxidantes endógenos son sintetizados en la célula (García, García, Rojo, & Sánchez, 2001).

No todos los antioxidantes tienen el mismo efecto sobre los radicales libres, “los antioxidantes enzimáticos catalizan reacciones químicas que utilizan a su vez reacciones con los radicales libres” (García et al., 2001).

2.1.1.1 Polifenoles

Los polifenoles son compuestos químicos que poseen una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos (Badui, 2006) como se muestra en la Figura 8.

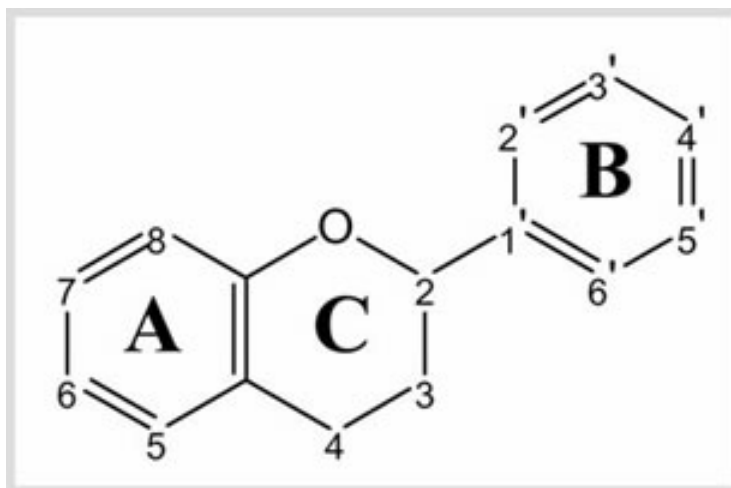


Figura 8. Estructura química de los flavonoides
(CORFO-Chile, 2009)

Estos compuestos se encuentran en las plantas y son sintetizados durante el metabolismo secundario; algunos son indispensables para las funciones

fisiológicas vegetales, mientras que otros constituyen el mecanismo de defensa de la planta ante diversos estímulos (agua, luz, etc.) (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012).

En la Figura 9 se muestra la clasificación de los polifenoles en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan.

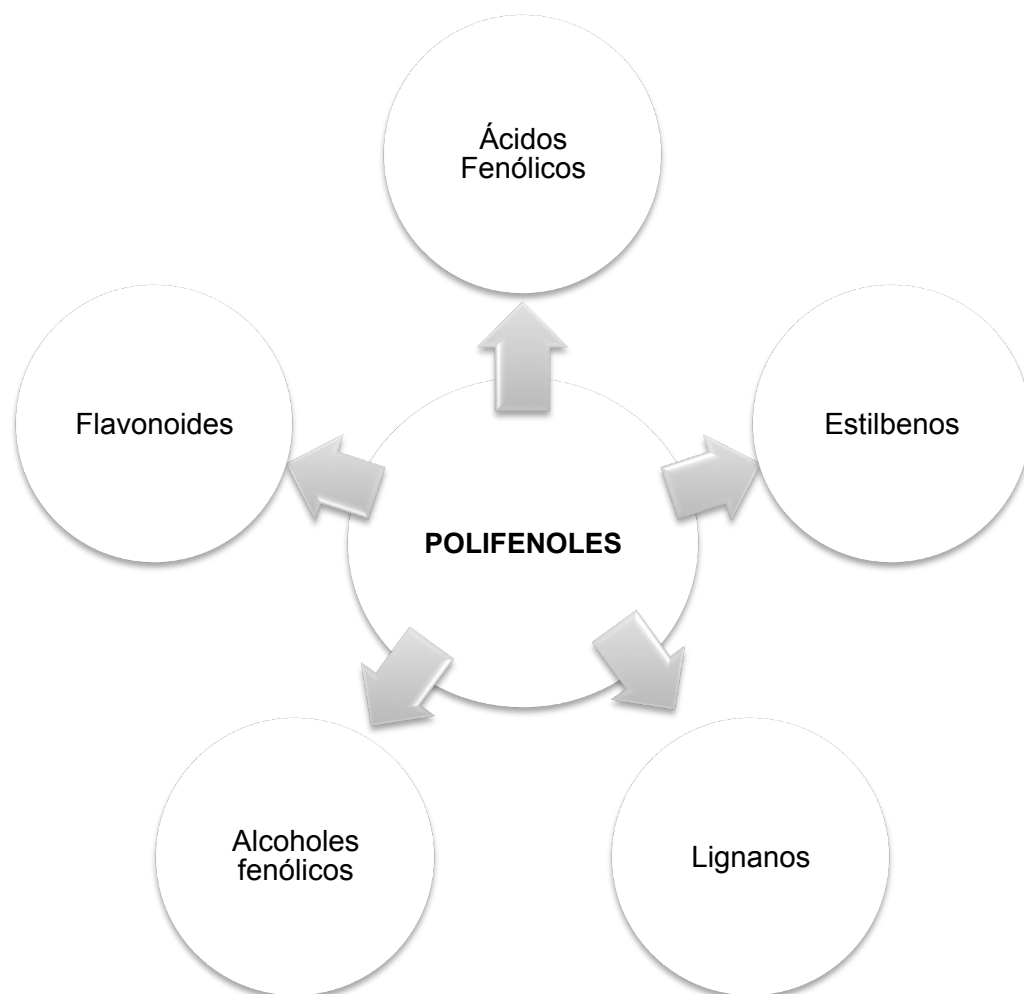


Figura 9. Clasificación de polifenoles según su estructura (Quiñones et al., 2010)

Los flavonoides (amarillo) constituyen la subclase de polifenoles más abundante del reino vegetal. Son compuestos formados por 2 anillos fenilo

(véase en la Figura 8) y son de bajo peso molecular, se encuentran en forma de glucósidos en los alimentos y también en forma libre; también se pueden presentar como sulfatos, dímeros o polímeros. Los principales subgrupos de flavonoides son: flavonoles, flavonas, flavanonas, isoflavonas, antocianidinas y flavanoles (Quiñones et al., 2010).

Estudios realizados en vino tinto determinaron que es rico en polifenoles, en especial en quercitinas y resveratrol. La concentración de estos compuestos químicos en el vino varía entre 1.80 y 1.06 g/l con un promedio de 2.57 g en el caso del vino tinto. La concentración de polifenoles de un vino está determinada por la materia prima empleada, clima y terreno, los diferentes procesamientos realizados y el tiempo de fermentación del mosto. Los principales compuestos fenólicos del vino (ácidos fenólicos y flavonoides) son sintetizados por una vía metabólica común a partir de la fenilalanina (Casares, 2010). En la flor de jamaica este aminoácido tiene una concentración de 2.32 mg/g de materia seca de acuerdo a los resultados reportados por Cid y Guerrero (2012).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo en el Campus Occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial, en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha. Los diferentes procedimientos y análisis se realizaron en la planta piloto de alimentos y el laboratorio de análisis químico de alimentos.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima empleada para el desarrollo de este trabajo de investigación fueron cálices deshidratados de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), los cuales fueron el producto del trabajo de titulación: “Estudio de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*)” desarrollado por Daniela Erazo. Se tomaron 100 g de producto seco en una funda aluminizada y esta muestra fue analizada en un laboratorio certificado de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, para determinar si el producto cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 para hierbas aromáticas (INEN, 2007).

3.2 ELABORACIÓN DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA CON CÁLICES SECOS

Se elaboró mosto de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) a partir de cálices secos de acuerdo al diagrama de flujo que se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Diagrama de Flujo: Elaboración de vino de flor de jamaica con cálices secos

Se elaboraron 3 litros de mosto empleando tres concentraciones de cálices secos de flor de jamaica (15, 30 y 45 %). Con agua purificada a 70 °C se procedió a hidratar los cálices secos, se tomó una muestra de 5 ml de cada una de las mezclas y se determinó el contenido de sólidos solubles para realizar el balance de masa respectivo conociendo que el contenido de sólidos solubles del mosto debía ser de 23 °Brix. Se pesó el azúcar y se procedió a homogenizar la mezcla. Cuando el mosto alcanzó los 20 °C se añadió el metabisulfito y 30 minutos después se inoculó la levadura activada.

Se tomaron muestras de 50 ml cada 48 h durante el proceso de fermentación (21 días). A cada muestra se le realizaron análisis para determinar su contenido de sólidos solubles, pH, acidez titulable y contenido de polifenoles.

La fermentación se llevó a cabo en kitsatos de 1 litro de capacidad.

3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

Para la determinación de sólidos solubles (°Brix) se utilizó un refractómetro marca BOECO modelo BOE 32145 de acuerdo al procedimiento que indica el Método Oficial 932.12 (AOAC, 2012). Esta determinación se llevó a cabo a una temperatura ambiente de 20.5 ± 0.5 °C.

3.2.2 DETERMINACIÓN DE pH

Para la determinación de pH se utilizó un potenciómetro marca Martini Instruments, siguiendo el procedimiento descrito en el Método Oficial 960.19 (AOAC, 2012).

3.2.3 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE

La determinación de la acidez titulable se realizó de acuerdo al método descrito en el Método Oficial 942.15 (AOAC, 2000). Se utilizó la Ecuación 4 que expresa la acidez como porcentaje de ácido cítrico:

$$\%Acidez = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * meq_{(ácido cítrico)} * 100}{V_{muestra}} \quad [4]$$

Donde:

- V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio consumido en la titulación
- N_{NaOH} : Normalidad del hidróxido de sodio
- meq : Miliequivalente del ácido cítrico (0.064)
- $V_{muestra}$: Volumen de la muestra

3.3 DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES

Con las muestras tomadas a lo largo del proceso de fermentación se efectuaron análisis para determinar el contenido de polifenoles totales de los mostos de 15, 30 y 45 % de concentración de flor de jamaica. Se compararon los resultados obtenidos para determinar cuál fue el mejor tratamiento con base en los resultados reportados.

En el caso de la capacidad antioxidante, se analizaron las muestras iniciales y finales para de igual forma determinar cuál es el tratamiento que reporta mejor actividad antioxidante.

3.3.1 CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES

Para la determinación de polifenoles totales se utilizó un espectrofotómetro marca Thermo Scientific Evolution 60s UV-Visible Spectrophotometer siguiendo el método de Folin-Ciocalteu de George, Alter y Amiot (2005). Se utilizaron patrones de ácido gálico para la construcción de la curva de calibración.

Se diluyeron las muestras de acuerdo a la concentración del mosto y se tomó una alícuota en un tubo de ensayo. Se agregó la solución de Folin y se dejó reposar por 2 minutos, a continuación se añadió el Carbonato de Sodio y se llevó a baño maría a 50 °C por 15 minutos. Los tubos de ensayo fueron enfriados rápidamente en un baño de hielo y después de 5 minutos de la inmersión se realizó la lectura de las absorbancias en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nm. Cada medición se realizó por duplicado.

3.3.2 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL

La capacidad antioxidante total de los mostos de cálices secos de jamaica se determinó según la metodología descrita por Re et al. (1999) utilizando el radical ABTS, el cual se obtiene tras la reacción con persulfato potásico que se incubarán a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) y en la oscuridad durante 16 h (Re, et al., 1999). La curva de calibración se realizó utilizando patrones de TROLOX diluidos.

Se realizaron diluciones de las muestras dependiendo de la concentración del mosto. Se preparó una solución de ABTS y Etanol, verificando que la absorbancia se mantenga en el rango adecuado. En una celda de plástico se colocó 1 ml de solución ABTS-Etanol y se añadió la alícuota de la dilución. Se configuró el espectrofotómetro con una longitud de onda de 734 nm para proceder con la medición de la absorbancia inicial y final (después de 6 minutos de adicionada la alícuota).

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó en el programa estadístico StatGraphics Centurion. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, considerando las siguientes variables:

- **Variable Independiente:** Concentración

- **Variables Dependientes:**
 - Concentración de polifenoles en la fermentación del mosto
 - Capacidad antioxidante en la fermentación del mosto

3.5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Una vez determinado cual fue el mejor vino de cálices secos de jamaica obtenido, se tomó 1.5 l de muestra y se envió a un laboratorio certificado de análisis de alimentos de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, para determinar si satisface los requerimientos de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0 374:1987-07 para vinos de frutas (INEN, 1987).

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Los resultados reportados por el laboratorio de análisis de alimentos se muestran en la Tabla 4 respecto a los análisis químicos realizados conforme lo determina la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 para hierbas aromáticas.

Tabla 4. Análisis químico de cálices deshidratados de jamaica

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Humedad (%)	PEE/LA/02 INEN 11414	6.96
Cenizas insolubles en ácido (%)	INEN 1118	1.03

La materia prima empleada en el desarrollo de esta investigación satisface los requerimientos físico-químicos establecidos para hierbas aromáticas por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007, pues reporta una humedad inferior al 12 % y un contenido de cenizas insolubles en ácido menor a 2 %.

Al analizar microbiológicamente la muestra de cálices secos se determinó que cumple con los requerimientos microbiológicos de la Norma Ecuatoriana. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis Microbiológico de cálices secos de jamaica

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)	PEEMi/LA/20 INEN 1529-7	<1.0 x 10
Recuento de Mohos (upm/g)	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	1.6 x 10 ²
Recuento de Levaduras (upl/g)	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	1.0 x 10
Detección de Salmonella (25g)	PEEMi/LA/05 INEN 1529-15	Ausencia
Recuento de Enterobacterias (ufc/g)	PEEMi/LA/14 AOAC 2003.01	<1.0 x 10
Detección de Shigella (25g)	PEEMi/LA/27 INEN 1529-16	Ausencia

4.2 ELABORACIÓN DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA CON CÁLCICES SECOS

4.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

En la Figura 11 se gráfica el agotamiento del sustrato que experimentaron los mostos de cálices secos de jamaica conforme avanzó el tiempo de fermentación. Cabe mencionar que estas determinaciones se realizaron a temperatura ambiente ($20.5 \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$)

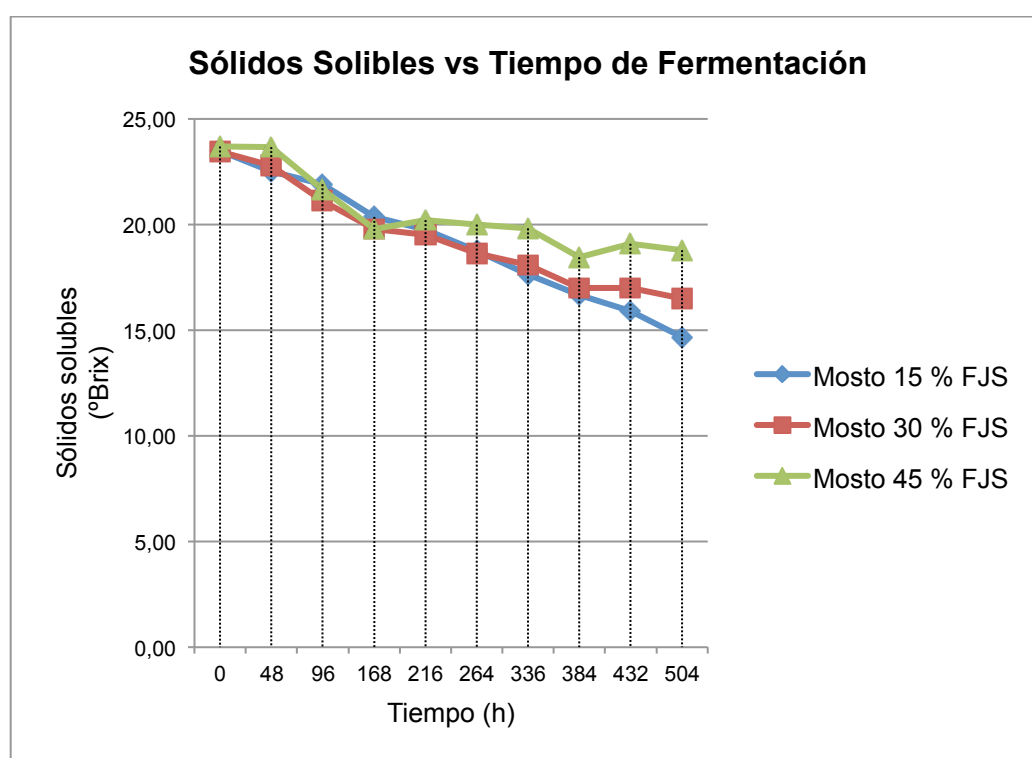


Figura 11. Agotamiento del sustrato en función del tiempo de fermentación

Cuando se realizó la mezcla del agua caliente con los cálices secos se procedió a medir el contenido de sólidos solubles y se reportó, en todos los mostos, un valor de 0 °Brix por lo que fue necesario ajustar este contenido

mediante la adición de azúcar. Para los diferentes mostos, la cantidad de azúcar que se adicionó fue:

- Mosto 15 % FJS 303.18 g
- Mosto 30 % FJS 304.98 g
- Mosto 45 % FJS 308.08 g

Conforme avanzó la fermentación se observó que hubo una reducción significativa del contenido de sólidos solubles en los mostos de cálices secos de jamaica. En la investigación de Mounigan y Badrie (2007) las determinaciones de sólidos solubles concuerdan con los resultados de esta investigación; prepararon vino de flor de jamaica y corrigieron los sólidos solubles adicionando sucralosa granulada hasta alcanzar una concentración de 22 °Brix, durante la tercera semana de fermentación se reportó un contenido de sólidos solubles de 12.02 ± 0.46 °Brix, valor que se aproxima a los resultados obtenidos en esta investigación donde al día 21 (504 h) se reportaron los siguientes valores:

- Mosto 15 % FJS 14.68 °Brix
- Mosto 30 % FJS 16.50 °Brix
- Mosto 45 % FJS 18.80 °Brix

Otro estudio realizado por Mounigan y Badrie (2006) sobre vino con diferentes concentraciones de jamaica y sólidos solubles, indica que el contenido de sólidos solubles del producto final está directamente relacionado con la concentración de materia prima empleada para la preparación del mosto; para la preparación del vino emplearon puré de jamaica en las siguientes concentraciones: 20 % y 30 %, obteniendo un vino con 13.58 ± 0.20 °Brix y 14.25 ± 0.30 °Brix, respectivamente. En la presente investigación se pudo observar el mismo patrón de comportamiento, pues el vino que posee mayor concentración fue el que reportó mayor cantidad de sólidos solubles.

En la Figura 11 se puede observar que al inicio del proceso fermentativo el contenido de sólidos solubles permanece casi constante, pero a partir del tercer día desciende rápidamente esto debido a que al inicio de la fermentación las levaduras comerciales se empiezan a adaptar al medio y después agotan el sustrato rápidamente para producir alcohol. Este mismo fenómeno se evidenció en el estudio de Bedoya, Gómez, Luján y Salcedo (2005), quienes concluyeron que una cepa de levadura comercial se adapta gradualmente a un mosto con concentración elevada de sustrato (>20 °Brix), mas consigue un grado alcohólico mayor.

4.2.2 DETERMINACIÓN DE pH

En la Figura 12 se muestra la cinética de pH de los mostos de cálices secos de flor de jamaica. Al igual que en la determinación anterior, las mediciones se llevaron a cabo a temperatura ambiente.

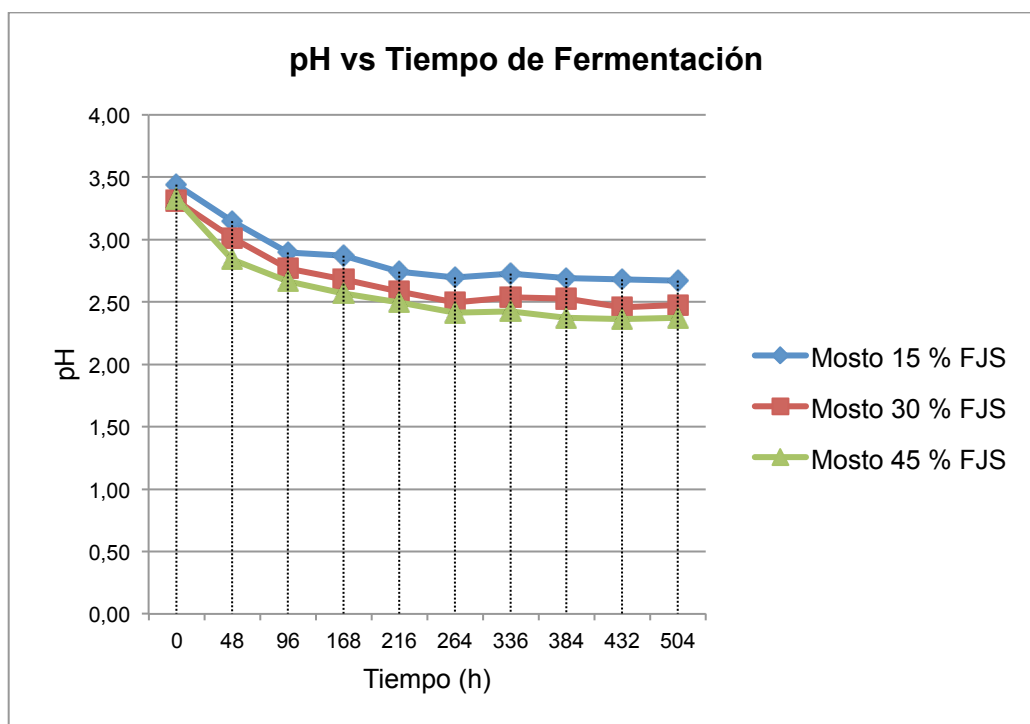


Figura 12. Cinética de pH en función del tiempo de fermentación

En la gráfica se puede observar que en los 3 tipos de mostos el pH desciende siguiendo el mismo patrón de comportamiento. El mosto 45 % FJS reporta al inicio de la fermentación menor pH que los otros tratamientos, debido a que posee más cálices secos que poseen pH ácido.

En determinaciones de pH que se han realizado a cálices frescos de jamaica se han reportado valores promedio de 2.11 ± 0.5 (Cid & Guerrero, 2012). De acuerdo con los resultados de Mounigan y Badrie (2007) el pH del vino de jamaica es menos ácido que el de los cálices. Los cálices de jamaica empleados en este estudio tuvieron un pH de 1.93, cuando inició la fermentación, debido a que el mosto es una combinación de agua, azúcar y jamaica, se determinó un pH promedio de 3.36 ± 0.05 , pero conforme fue avanzando el tiempo de fermentación el pH fue aproximándose al de los cálices debido a que se fue consumiendo el sustrato y a la presencia de ácido acético que es producido por las levaduras (Casares, 2010).

Los resultados de pH medidos en el vino objeto de esta investigación son similares a los resultados reportados por Mounigan y Badrie (2006) al producir vino de jamaica usando puré de jamaica al 20 y 30 % de concentración en el mosto; los valores son: 2.54 ± 0.02 y 2.64 ± 0.02 , respectivamente. Debido a que el vino producto del mosto 45 % FJS tiene mayor contenido de sólidos solubles, el pH no es más ácido que el del mosto 15 % FJS.

El pH tiene significativa importancia sobre las antocianinas ya que determina su estructura química (Ramírez et al., 2011). Dependiendo del pH que posee un vino se deriva su coloración roja, azul o violeta. En general los vinos que poseen pH ácido presentan coloraciones rojizas y son azulados cuando se aproximan al pH básico (7). Las antocianinas son transmitidas por la materia prima al vino, en especial en los vinos tintos, y pueden alterar las características organolépticas a consecuencia del envejecimiento del vino (Casares, 2010). Debido al pH ácido del vino de cálices secos de jamaica

las antocianinas no se blanquean y se obtuvo un vino de color rojo al final del proceso de fermentación.

A diferencia del vino que se obtiene de productos menos ácidos como es el caso del vino de naranja dulce, producto del estudio de Bedoya et al. (2005), el pH al inicio de la fermentación es similar al de la materia prima. En el vino debido al sustrato añadido, el pH se incrementa, pero al final del proceso desciende hasta alcanzar los valores de pH de la materia prima.

4.2.3 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE

En la Figura 13 se grafica la cinética de la acidez titulable medida durante el proceso de fermentación del mosto de cálices secos de jamaica. Se puede observar un incremento en la acidez conforme avanza la fermentación, esto ya que las levaduras producen nuevos ácidos como productos secundarios de su actividad, no todos los ácidos permanecen en el producto final ya que algunos como el acético forman parte de la acidez volátil. La maceración es el principal factor enológico que puede influir sobre el equilibrio ácido-base del vino (Fundación para la Cultura del Vino, 2005).

La acidez del vino va a depender de la variedad de jamaica empleada y el método de extracción utilizado (Cid & Guerrero, 2012). En la investigación de Mounigan y Badrie (2006), la acidez titulable que reportaron los vinos de jamaica son aproximados, $0,56 \pm 0,01$ % de ácido cítrico. Sin embargo en este estudio, los vinos de cálices secos de jamaica reportaron valores variables respecto al porcentaje de ácido cítrico contenido. El vino que resultó del mosto 45 % FJS reportó mayor acidez que los otros dos tratamientos, este fenómeno se presenta por el contenido de acidez que tiene la materia prima y la cantidad de sustrato disponible para la fermentación. En los 3 tratamientos se observa un incremento de la acidez

en el producto final respecto al mosto, lo que concuerda con la investigación de Mounigan y Badrie (2006) y Ocaña (2012), quienes analizaron vino de flor de jamaica y mora, respectivamente.

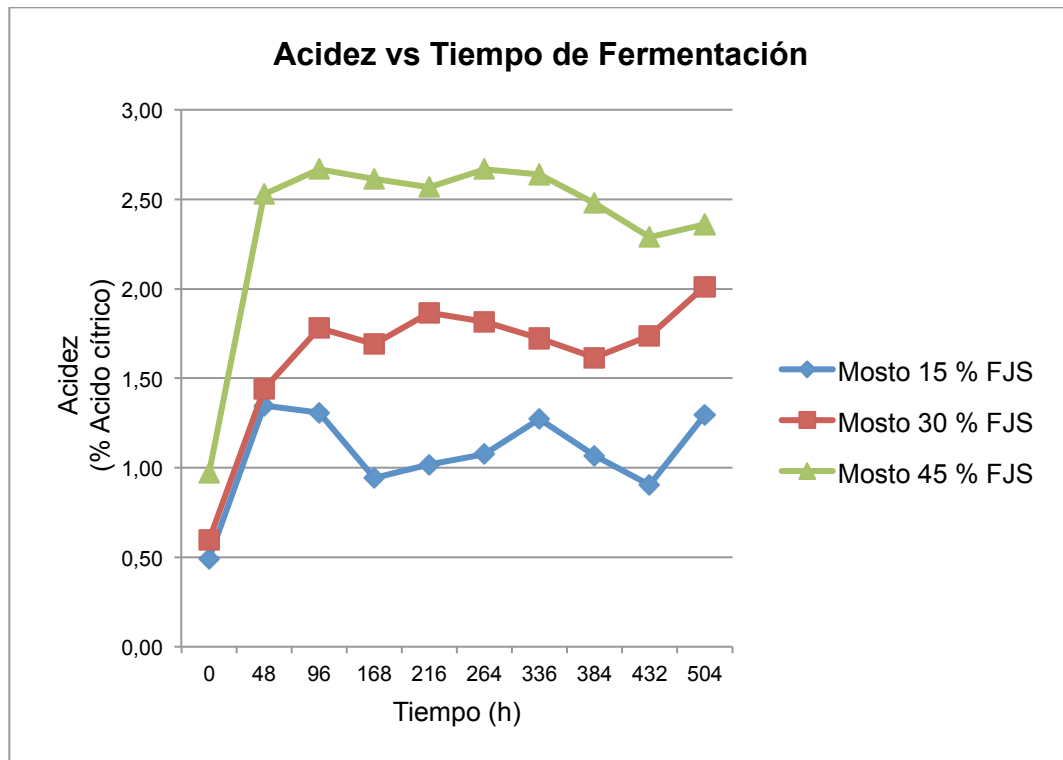


Figura 13. Cinética de la acidez titulable en función del tiempo de fermentación

El estudio realizado por Bedoya et al. (2005), se evidenció que la acidez del mosto aumentó significativamente al inicio del proceso fermentativo para luego descender a los valores reportados inicialmente. La acidez del mosto objeto de esta investigación tiene similar comportamiento, se apreció que al inicio de la fermentación el porcentaje de acidez aumenta considerablemente para luego descender hasta alcanzar niveles próximos a la acidez de la materia prima, esto dependiendo de la concentración con la cual se elaboró el mosto.

La acidez que posee un vino, junto con el contenido de alcohol y los taninos contribuyen enormemente al potencial de envejecimiento de un vino (Ocaña, 2012).

4.3 DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes, en especial los compuestos fenólicos tienen gran importancia enológica pues aportan directa e indirectamente a la calidad de los vinos ya que determinan el color y la astringencia por la presencia de antocianinas y taninos, respectivamente (Ocaña, 2012).

4.3.1 DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES

En la Figura 14 se muestran los resultados obtenidos al determinar el contenido de polifenoles al analizar los mostos de flor de jamaica durante la fermentación.

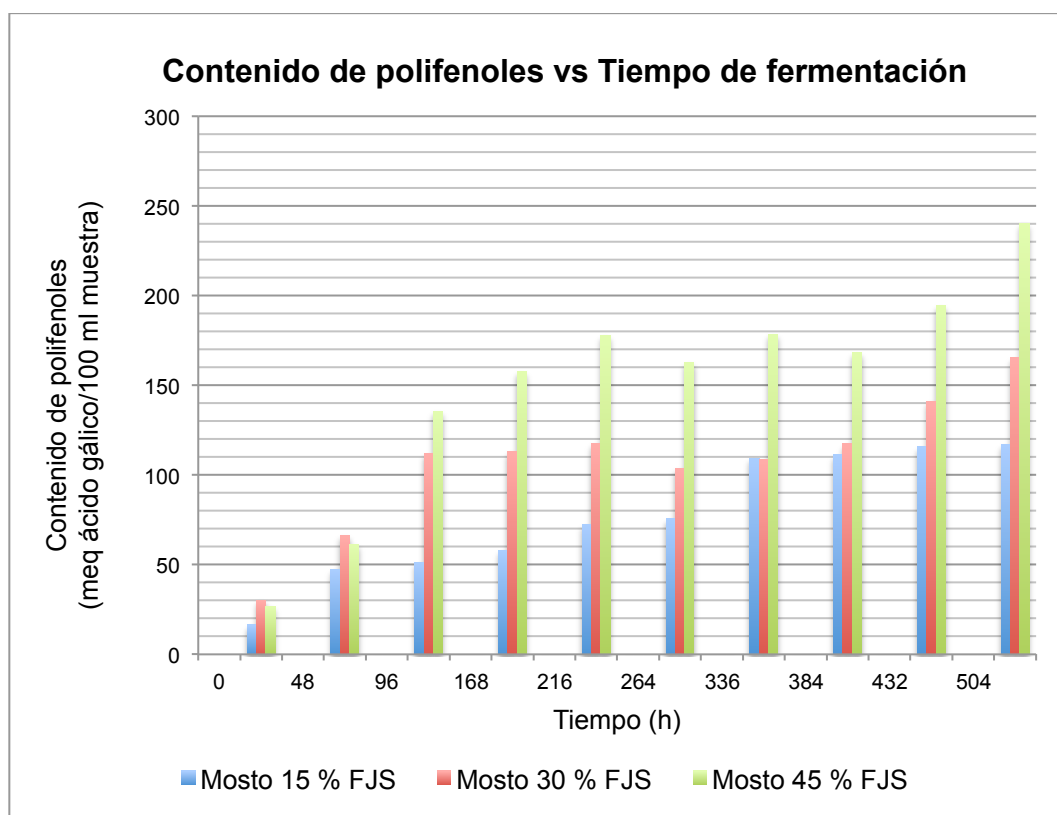


Figura 14. Contenido de polifenoles vs Tiempo de Fermentación

La flor de jamaica tiene un abundante contenido de polifenoles que son transmitidos al producto final durante el proceso de fermentación. Al determinar el contenido de polifenoles presentes en los cálices secos de jamaica se reportó en promedio 518.20 ± 13.20 (meq ácido gálico/100 g de muestra seca), valor aproximado al reportado por Sáyago y Goñi (2010) en su estudio.

Se puede apreciar que el vino que mayor contenido de polifenoles posee es el obtenido del mosto 45 % FJS. De acuerdo al estudio de Ocaña (2012), la condición del mosto es determinante sobre el contenido de polifenoles totales, pues durante la fermentación se produce una extracción de los compuestos fenólicos, este es el motivo por el cual con el transcurso del tiempo los polifenoles totales aumentan. La riqueza en polifenoles permite que el vino tenga mejor sabor, color intenso y acidez marcada, propiedades derivada de la materia prima (Ocaña, 2012).

Estadísticamente se determinó que si existen diferencias significativas entre los diferentes mostos utilizados para el desarrollo de este trabajo de investigación. En la Tabla 6 se muestra el porcentaje de compuestos fenólicos que ganaron los mostos de cálices secos de jamaica.

Tabla 6. Porcentaje de ganancia de polifenoles

TRATAMIENTO	CONTENIDO DE POLIFENOLES (meq ácido gálico/100 ml de muestra)		Porcentaje de Ganancia
	Inicial	Final	
Mosto 15 % FJS	16.37 ± 1.23^e	116.87 ± 9.96^c	613.83 %
Mosto 30 % FJS	30.25 ± 1.33^d	165.30 ± 8.05^b	446.47 %
Mosto 45 % FJS	26.76 ± 2.20^d	240.19 ± 2.11^a	797.73 %

Al inicio de la fermentación, los mostos de 30 y 45 % de cálices secos de jamaica no tienen diferencias significativas respecto al contenido de polifenoles, sin embargo al final del proceso los vinos si reportan diferencias significativas pues la extracción de los compuestos fenólicos tiene relación directa con el porcentaje de materia prima empleado y con el tiempo de fermentación. El metabisulfito de sodio tiene gran importancia en el proceso

de elaboración de vino ya que “evita la pérdida de frescura, activa la maceración de los compuestos presentes en el mosto, facilita la disolución del color y de los diversos polifenoles” (González, 2013).

En la Tabla 7 se indica la formación de los grupos homogéneos que resultaron al analizar el contenido de polifenoles determinados durante la fermentación en el programa estadístico Statgraphics Centurion. Es importante mencionar que se empleó un diferencia mínima significativa de 95.0 %.

Tabla 7. Prueba de múltiple rango para contenido de polifenoles por tratamientos

Tratamientos	Cuenta	Media	Grupos Homogéneos
1	4	16.373	X
5	4	26.755	X
3	4	30.249	X
2	4	116.871	X
4	4	165.299	X
6	4	240.190	X

Se formaron 5 grupos homogéneos, pues los mostos del 30 y 45 % de concentración al inicio de la fermentación reportaron valores similares de contenido de polifenoles.

Se establece que el mejor tratamiento para la obtención de vino de cálices secos de jamaica es usando la mayor concentración de materia prima, Mosto 45 % FJS, para garantizar el mayor contenido de compuestos fenólicos. En el estudio de Camussoni y Carnevali (2004) se determinó que en promedio los vinos tintos de origen argentino tienen 190.40 (meq ácido gálico/100 ml de muestra), con base en esta información es posible concluir que el vino de flor de jamaica contiene más compuestos fenólicos.

En la Figura 15 se muestra la gráfica ANOVA para contenido de polifenoles determinado en los mostos de diferentes concentraciones de jamaica. Se puede evidenciar que los datos tienen una distribución normal.

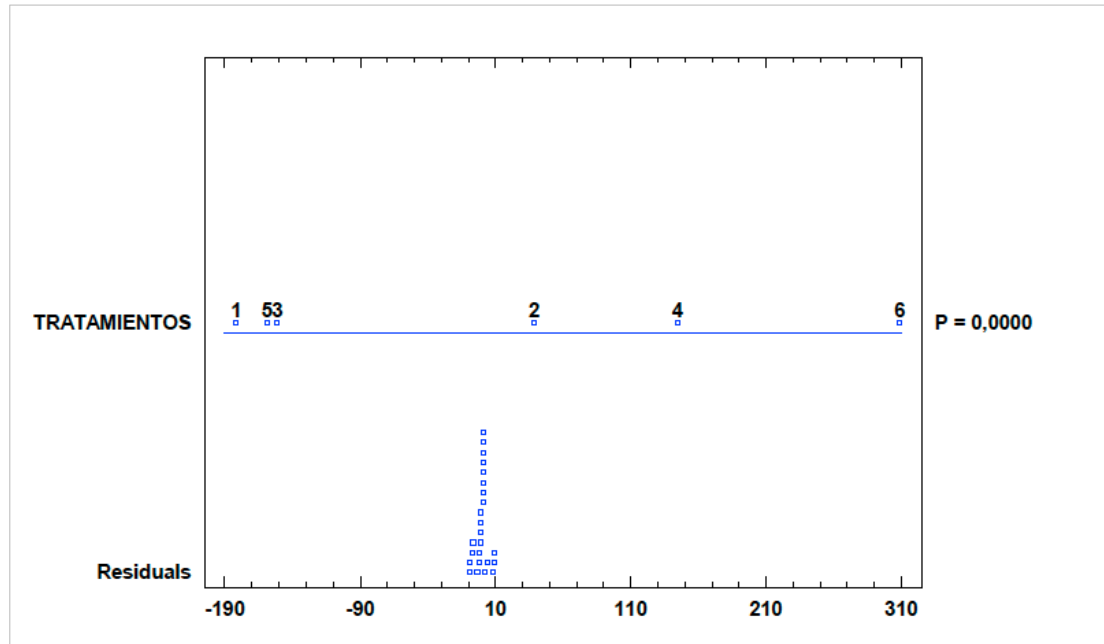


Figura 15. Gráfica ANOVA para contenido de polifenoles

En el estudio de Pérez y Ortiz (2011) se reportó que el té elaborado usando cálices secos de jamaica tiene mayor contenido de polifenoles (121 mg/l) que las bebidas refrescantes; para la elaboración del té se utilizó agua caliente y para las bebidas refrescantes se empleó agua purificada a temperatura ambiente. Se puede por lo tanto concluir que la extracción de los compuestos fenólicos utilizando agua caliente tiene un mayor rendimiento. El método de extracción empleado para la elaboración del vino de flor de jamaica fue el adecuado.

4.3.2 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Para la determinación de la capacidad antioxidante de los vinos de cálices secos de jamaica se analizaron las muestras tomadas al inicio y al final del proceso fermentativo, y se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Capacidad antioxidante inicial y final

TRATAMIENTOS	Capacidad Antioxidante (meq TROLOX/100 ml muestra)		Aumentó en
	Inicial	Final	
Mosto 15 % FJS	63.86 ± 3.84 ^d	351.10 ± 12.93 ^c	449.79 %
Mosto 30 % FJS	127.32 ± 10.65 ^d	773.15 ± 56.26 ^b	507.23 %
Mosto 45 % FJS	133.20 ± 12.79 ^d	1507.14 ± 32.33 ^a	1031.47 %

Como se puede apreciar, todos los tratamientos tuvieron al final de la fermentación un incremento en la capacidad antioxidante debido a la extracción de los compuestos fenólicos a lo largo del proceso. Los principales compuestos fenólicos del vino (ácidos fenólicos y flavonoides) son sintetizados por una vía metabólica común a partir de la fenilalanina (Casares, 2010).

En la Figura 16 se puede apreciar gráficamente los cambios respecto a la capacidad antioxidante que experimentaron los mostos de cálices secos de jamaica.

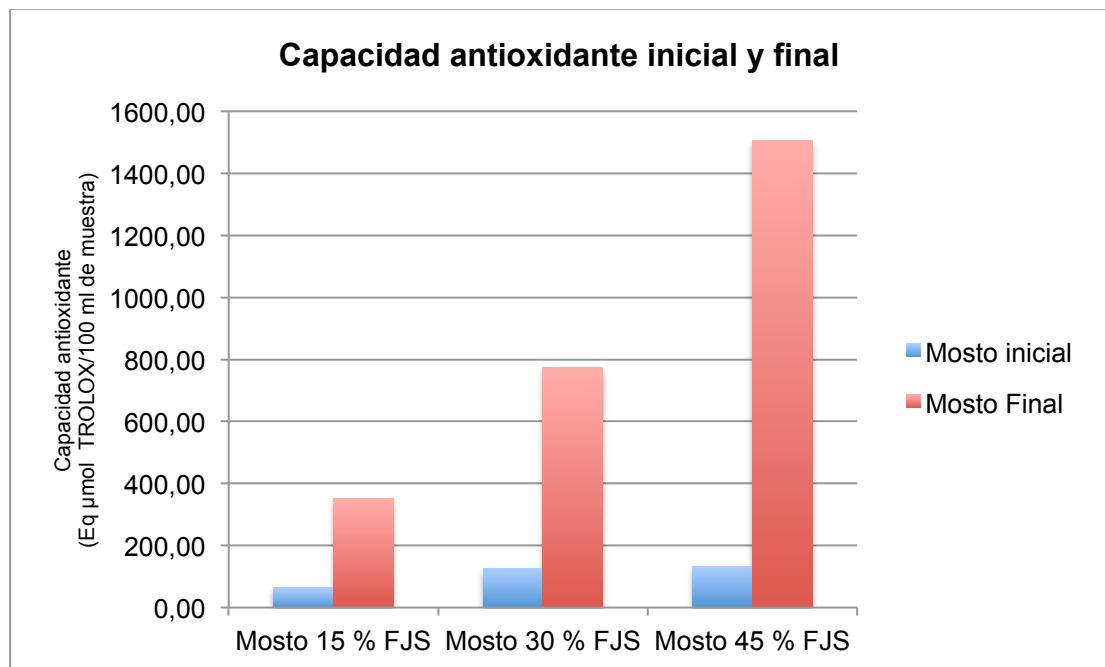


Figura 16. Capacidad antioxidante inicial y final

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con los de Ocaña (2012) quien concluye que la capacidad antioxidante en los vinos de mora es menor cuando poseen menor concentración de fruta. El vino obtenido a partir de mosto 45 % FJS reporta una capacidad antioxidante de 1507.14 (Eq μmol TROLOX/100 ml de muestra), mayor que los otros dos tratamientos.

Los cálices secos de flor de jamaica son una fuente de compuestos antioxidantes cuya concentración depende de la variedad de la planta. La mayoría de compuestos antioxidantes que se encuentran en un vino provienen de la materia prima y del proceso fermentativo como tal. Los principales compuestos fenólicos con capacidad antioxidante presentes en el vino son: derivados de ácidos fenólicos, ácidos cinámicos y tirosina, estilbenos y flavonoides (Camussoni & Carnevali, 2004).

Según Flanzky (2003), la capacidad antioxidante tiene relación directa con el contenido de polifenoles, sin embargo es necesario mencionar que ésta va a depender de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos. Ocaña (2012) menciona en su investigación que la capacidad antioxidante de los vinos tintos deriva principalmente de los hollejos de la materia prima debido a que contiene abundantes taninos.

La capacidad antioxidante también aumenta en el vino elaborado por González (2013), quien utilizó mora de castilla. La capacidad antioxidante del vino de cálices secos de jamaica es superior a los resultados presentados en la literatura de cualquier otro vino de frutas, incluso supera al vino de uva como se puede apreciar en la Tabla 9. González reportó una capacidad antioxidante de 42.65 (Eq μmol TROLOX/100 g de muestra), como se puede apreciar existe una gran diferencia respecto al vino obtenido en esta investigación.

Tabla 9. Capacidad antioxidante determinada en vinos producidos en Perú

Variedad/Zona	Máxima inhibición (%)	TEAC (nM)
Tanta-Petit Verdot (Ica)	86.06 ± 0.11	17.61 ± 0.023
Malbec-Cabernet Sauvignon (Ica)	83.76 ± 0.11	17,15 ± 0.023
Malbec-Merlot (Chincha)	80.28 ± 0.20	16.45 ± 0.040
Cabernet-Sauvignon (Chincha)	77.71 ± 0.20	15.93 ± 0.040
Malbec- Tannat-Petit-Verdot (Ica)	67.13 ± 0.30	13.80 ± 0.061
Tempranillo-malbec-cabernet-Sauvignon (Ica)	67.13 ± 0.30	13.77 ± 0.061
Malbec (Ica)	53.45 ± 0.20	11.06 ± 0.040
Grenache-Malbec (Río Chillón-Lima)	47.40 ± 0.30	9.84 ± 0.061
Barbera-Malbec (Cañete)	45.56 ± 0.20	9.47 ± 0.040
Bodega Santa Gabriela (Chincha Alta)	45.04 ± 0.11	9.37 ± 0.023
Borgoña (Cañete)	31.89 ± 0.30	6.72 ± 0.061
Cepa de Viñedo Mendoza Argentina	19.00 ± 0.11	4.13 ± 0.023
Oporto (Chincha)	10.59 ± 0.11	2.44 ± 0.023

(Muñoz, Fernández, Ramos, & Alvarado, 2007)

Según el análisis estadístico existen diferencias significativas entre los tratamientos al final del proceso y las determinaciones iniciales y finales. Sin embargo al inicio de la fermentación todos los mostos reportaron una capacidad antioxidante equivalente. En la Tabla 10 se puede observar la prueba de múltiple rango y las medias calculadas al analizar la capacidad antioxidante de los mostos de cálices secos de jamaica en el programa estadístico Statgraphics Centurion.

Tabla 10. Prueba de múltiple rango para capacidad antioxidante por tratamientos

Tratamientos	Cuenta	Media	Grupos Homogéneos
1	4	63,860	X
2	4	127,324	X
3	4	133,202	X
4	4	351,096	X
5	4	773,146	X
6	4	1507,140	X

Las determinaciones iniciales de los mostos de cálices secos de jamaica comparten grupo homogéneo pues se determina que no existen diferencias significativas entre ellos, pero al final de la fermentación se puede observar que las diferencias son bien marcadas pues se ha logrado extraer de la materia prima los compuestos fenólicos y también la fermentación ha aportado con la formación de compuestos secundarios con capacidad antioxidante.

Utilizando un diagrama de dispersión se han graficado las medias calculadas respecto a la capacidad antioxidante determinada en los vinos de cálices secos de flor de jamaica, véase la Figura 17.

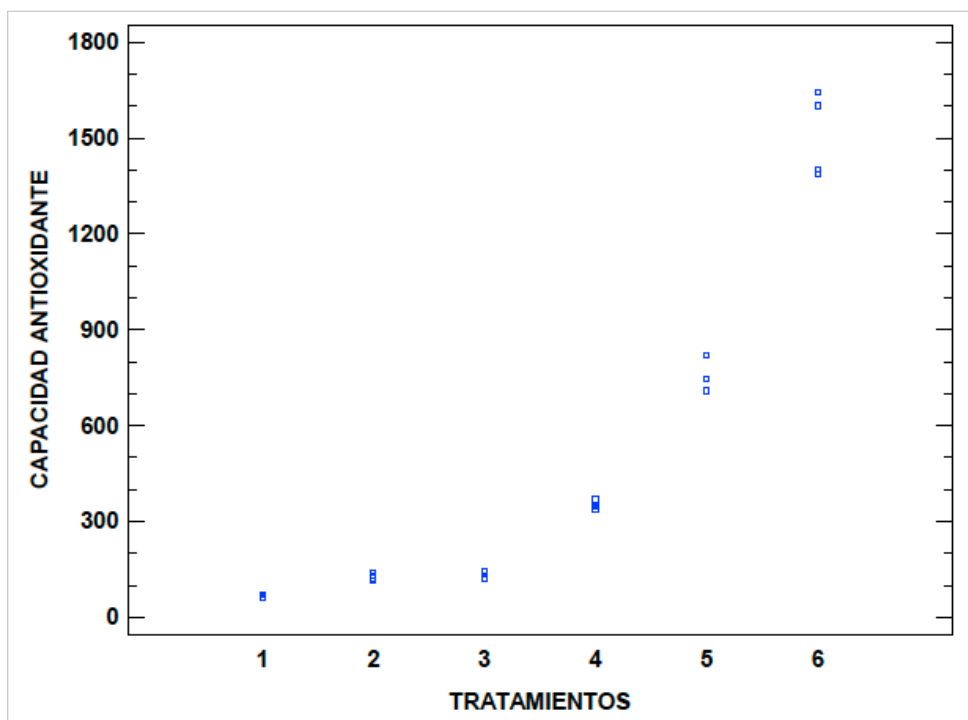


Figura 17. Diagrama de dispersión de las determinaciones de capacidad antioxidante

Con base en estos resultados se establece que se obtiene un vino con mayor capacidad antioxidante al utilizar mayor concentración de materia prima. En la Figura 18 se puede apreciar la gráfica ANOVA para la capacidad antioxidante de los vinos obtenidos a partir de cálices secos de jamaica. Nótese que existe una distribución normal de los datos.

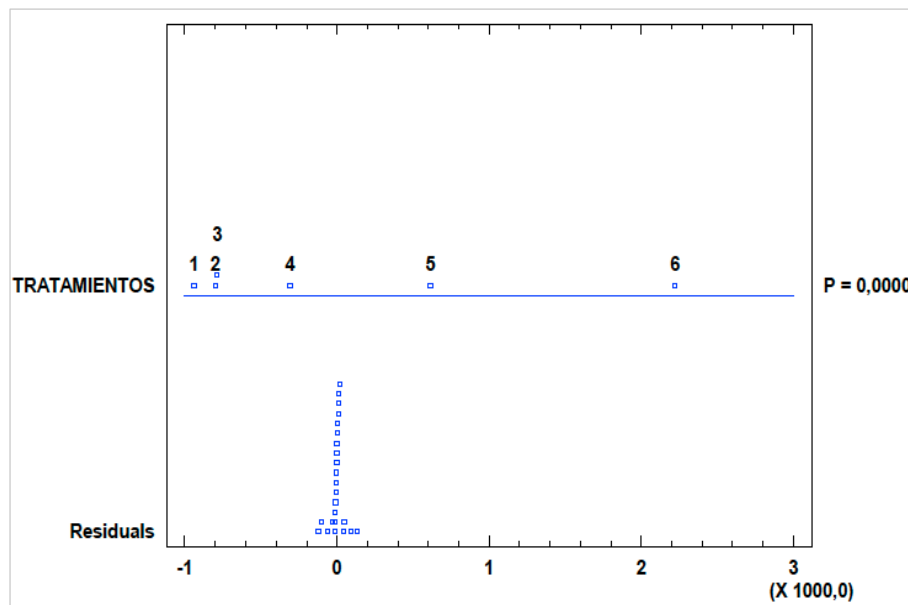


Figura 18. Gráfica ANOVA para capacidad antioxidante

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Se procedió a realizar el análisis químico en un laboratorio certificado de análisis de alimentos de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

En la Tabla 11 se muestran los resultados de los análisis instrumentales realizados de acuerdo a lo que establece la Norma Técnica Ecuatoriana para vinos NTE INEN 0 374:1987 (INEN, 1987).

Tabla 11. Resultados instrumentales del vino de cálices secos de jamaica

Parámetros	Unidad	Resultado	Método Interno	Método de Referencia
Grado alcohólico	°GL	10	MIN-42	INEN 360
Metanol	mg/100 ml alcohol anhidro	< 0.01	MIN-24	CG
Anhídrido Sulfuroso Libre	g/l	0.02	MIN-167	INEN 357
Anhídrido Sulfurosa Total	g/l	0.06	MIN-201	INEN 357

En la Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos al analizar las características físico-químicas del vino de cálices secos de jamaica:

Tabla 12. Resultados físico-químicos del vino de cálices secos de jamaica

Parámetros	Unidad	Resultado	Método Interno	Método de Referencia
Cenizas	%	0.17	MFQ-03	AOAC 923.03
Cloruro de Sodio	%	0.16	MFQ-28	AOAC 930.23

Con base en los resultados obtenidos se determinó que el vino de cálices secos de flor de jamaica cumple con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para vinos de frutas NTE INEN 0 374:1987 (INEN, 1987).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La cálices secos de flor de jamaica satisfacen los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para hierbas aromáticas al presentar una humedad de 6.96 % y 1.03 % de cenizas insolubles en ácido.
- Las cinéticas del contenido de sólidos solubles, pH y acidez indican que las fermentaciones que se llevaron a cabo en los tres mostos de cálices secos de flor de jamaica no tuvieron alteraciones.
- La concentración de cálices secos es determinante en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del vino de cálices secos de jamaica. A mayor concentración mayor es la cantidad de las variables dependientes.
- En esta investigación se pudo determinar que el proceso óptimo para elaborar vino de jamaica es a partir de mosto con 45 % de concentración de cálices secos pues al determinar el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante se reportaron los siguientes valores: 240.19 ± 2.11^a (meq ácido gálico/100 ml de muestra) y 1507.14 ± 32.33^a (Eq μmol TROLOX/100 ml de muestra), respectivamente, superiores a los reportados por los vinos con menor concentración de materia prima.
- El vino de cálices secos de flor de jamaica es una fuente de antioxidantes.

- El vino resultado de esta investigación satisface los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para vinos de frutas NTE INEN 0 374:1987 (INEN, 1987) al reportar 10 °GL, 0.17 % de cenizas, 0.16 % de cloruro de sodio, < 0.01 mg/100 ml de alcohol anhidro, 0.02 g/l de anhídrido sulfuroso libre y 0.06 g/l de anhídrido sulfuroso total.

5.2 RECOMENDACIONES

- Estudiar las características organolépticas del vino de flor de jamaica obtenido a partir de cálices secos.
- Realizar un estudio comparativo del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante entre el vino de jamaica obtenido con cálices frescos y aquel obtenido a partir de cálices deshidratados.
- Realizar un estudio de mercado para determinar la aceptación de los vinos obtenidos a diferentes concentraciones de cálices secos de flor de jamaica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (2000). *Método Oficial AOAC 942.15 - Determinación de acidez total en productos de frutas*. Gaithersburg: Association of Analytical Communities International.
- AOAC. (2012). *Método Oficial AOAC 932.12 - Sólidos Solubles*. Gaithersburg: Association of Analytical Communities International.
- AOAC. (2012). *Método Oficial AOAC 960.19 - pH de Vinos*. Gaithersburg: Association of Analytical Communities International.
- Araya, L., Clavijo, C., & Herrera, C. (2006). *Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56(4), 361.
- Arozarena, I. (2007). *Elaboración de vinos de frutas*. Obtenido de Seminarios Internacionales UTA.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. México: PEARSON Educación .
- Bedoya, D., Gómez, E., Luján, D., & Salcedo, J. (2005). *Producción de vino de naranja dulce (Citrus sinensis Osbeck) por fermentación inducida comparando dos cepas de Saccharomyces cerevisiae*. Revista Temas Agrarios, 10(2), 26-34.
- Camussoni, G., & Carnevali, E. (2004). *Determinación comparativa del contenido de polifenoles en vinos tintos de origen argentino*. Invenio, 7(13), 151-159.
- Cárdenas, I. (2015). *Respuesta del cultivo de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes a tres dosis en la parroquia Teniente Hugo Ortiz*. Tesis de Grado previa la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

- Carvajal, O., Hayward, P., Orta, Z., Nolasco, C., Barradas, D., Aguilar, M., & Pedroza, M. (2009). *Effect of Hibiscus sabdariffa L. dried calyx ethanol extract on fat absorption-excretion, and body weight implication in rats*. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 1-5.
- Carvajal, O., Waliszewski, S., & Infanzón, R. (2006). *Los usos y maravillas de la Jamaica*. La Ciencia y el Hombre, 19(2).
- Casares, A. (2010). *Análisis de polifenoles en los vinos mediante técnicas de separación*. Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Química. Barcelona: UPC.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos* (Vol. II). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Castañeda, W. (2002). *Caracterización de 10 introducciones de flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en Pocora, Limón, Costa Rica*. Guácimo, Costa Rica: Universidad Earth.
- Chávez, R., & González, A. (2004). *Plan de negocios para la creación de una empresa elaboradora de vino de frutas tradicionales y exóticas en la zona de Los Santos*. Cartago, Costa Rica: Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa.
- Cid, S., & Guerrero, J. (2012). *Propiedades funcionales de la jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 47-63.
- CORFO-Chile. (2009). *Antioxidantes: Definición, Clasificación y Conceptos Generales*. Recuperado el 07 de 01 de 2015, de PortalAntioxidantes.com:
<http://www.portalantioxidantes.com/antioxidantes/>
- Coronel, M. (2011). *Estandarización y optimización de procesos de vino de mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Planta Piloto de Alimentos - Área de Biotecnología Alimentaria. Quito: UTE.

- De Dios, A., Montalvo, E., Andrade, I., & Gómez, J. (2011). *Inducción de antocianinas y compuestos fenólicos en cultivos celulares de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) in vitro*. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 17(2), 77-87.
- Doffinger, D., Vieira, M., Nazari, A., Lima, C., Doffinger, D., & Oliveira, T. (2011). *Antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa L. in function of spacing between plants and organic fertilization*. Ciencia Rural, 41(8), 1331-1336.
- Flanzy, C. (2003). *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. Madrid: AMV Ediciones.
- Florentino de Lecanda. (05 de mayo de 2015). *La promoción del vino en 2015*. Recuperado el 10 de junio de 2016, de Bodegas Florentino de Lecanda: <http://bodegaslecanda.com/la-promocion-del-vino-en-2015/>
- Fundación para la Cultura del Vino. (2005). *Gestión de pH en el Vino de Calidad*. Madrid: Fundación para la cultura del vino.
- García, L., García, L. V., Rojo, D., & Sánchez, E. (2001). *Plantas con propiedades antioxidantes*. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas , 20(3).
- George, S., Alter, P., & Amiot, M. (2005). *Determinación Rápida de Polifenoles y Vitamina C en productos derivados de plantas*. Revista de Química Agrícola y Alimentaria.
- González, C. (2013). *Determinación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en el proceso de vinificación de la Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito: Facultad de Ciencias de la Ingeniería.
- Hernández, J. (2012). *Evento demostrativo de las 64 variedades de Jamaica*. Jamaica cultivada en la UAN. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic.
- Hidalgo, J. (2010). *Tratado de enología (2T) 2/E*. México: Ediciones Mundi-Prensa.

- HIPERURICEMIA. (16 de noviembre de 2011). *Conviviendo con el ácido úrico*. Recuperado el 10 de junio de 2016, de HIPERURICEMIA: <http://www.hiperuricemia.es/2011/11/el-acido-urico-ha-sido-considerado.html>
- INEN. (1987). *NTE INEN 0 374: Bebidas Alcohólicas. Vino de Frutas. Requisitos*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2007). *NTE INEN 2 392: Hierbas Aromáticas. Requisitos*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Jínez, T., Cortés, A., Ávila, E., Casaubón, M. T., & Salcedo, R. (1998). *Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en dietas para pollos sobre comportamiento productivo funcionamiento hepático*. *Vet. Méx.*, *1*(29), 35-36.
- Martínez, N., Volcanes, A., Fontaines, K., Massip, V., & Berti, L. (25 de 06 de 2014). *Prototipo de bebida (vino refrescante) a base de Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) para las personas con padecimiento de hipertensión*. U.E.C. "Don Bosco". Bolívar: Ministerio del Poder Popular para "La Educación". Recuperado el 07 de enero de 2015, de SlidesShare: <http://es.slideshare.net/Michellefontaines/vino-a-base-de-hibiscus-sabdariffaflor-de-jamaica>
- Mayorga, M. (2012). *Estudio del efecto de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante del mortiño*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ingeniería de Alimentos, Quito.
- Medina, R., Sumaya, M., Machuca, M., Sánchez, L., Balois, R., & Jiménez, E. (2013). *Actividad antioxidante de extractos de cálices deshidratados de 64 variedades de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en función de fonólicos y antocianinas totales*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *22*, 41-44.
- Meza, P. (2012). *Guía: Flor de Jamaica (hibiscus sabdariffa L.) e (Hibiscus cruentus Bertol)*. Asociación para el desarrollo Eco-Sostenible ADEES.

- Mounigan, P., & Badrie, N. (2006). *Roselle/sorrel (Hibiscus sabdariffa L.) wines with varying calyx puree and total soluble solids: sensory acceptance, quantitative descriptive and physicochemical analysis*. Journal of Foodservice, 17, 102-110.
- Mounigan, P., & Badrie, N. (2007). *Physicochemical and sensory quality of wines from red sorrel/roselle (Hibiscus sabdariffa L.) calyces: effects of pretreatments of pectolase and temperature/time*. International Journal of Food Science and Technology, 42, 469-475.
- Muñeton, L. (27 de mayo de 2009). *Asesoría en el Cultivo de Flor de Jamaica*. Recuperado el 05 de junio de 2016, de Cultivo Flor de Jamaica: <http://cultivoflordejamaica.blogdiario.com/tags/flor/>
- Muñoz, A., Fernández, A., Ramos, F., & Alvarado, C. (2007). *Evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en vinos producidos en Perú*. Revista de la Sociedad Química del Perú, 73(1).
- Naranjo, A. (2013). *Evaluación de la actividad diurética y cuantificación de polifenoles de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) cultivada en Pomona, Pastaza - Ecuador*. Recuperado el 02 de octubre de 2015 de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://hdl.handle.net/123456789/2693>
- Navarro, C. (18 de abril de 2011). *El proceso de elaboración de vinos*. Recuperado el 07 de 01 de 2015, de Vinos, por Carlos Navarro: <http://carlosnavarro.com.ar/2011/04/18/el-proceso-de-elaboracion-de-vinos/>
- Ocaña, I. (2012). *Estudio del vino de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) elaborado a tres porciones distintas de fruta: agua y tres niveles de dulzor*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. Ambato: UTA.

- Ortiz, S. (2009). *Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de Jamaica cultivada en el estado de Monagas*. Revista Voces: Tecnología y pensamiento, 61-75.
- Pérez, D., & Ortiz, Y. (2011). *Determinación de la capacidad antioxidante de bebidas de flor de jamaica y tamarindo*. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 21(1), 31-33.
- Pineda, D., Salucci, M., Lázaro, R., Maiani, G., & Ferro, A. (1999). *Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos*. Revista Cubana Aliment Nutr, 13(2), 104-11.
- Quimbiulco, Y. (2014). *Efecto de la Deshidratación sobre la Capacidad Antioxidante y Contenido de Polifenoles de la Pulpa Concentrada de Tomate de Árbol Amarillo (Solanum Betaceum)*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. Nutrición Hospitalaria, 27(1), 76-89.
- Ramírez, B., Caro, F., Valdivia, M., Ramírez, M., & Machuca, M. (2011). *Cambios en tamaño y características químicas de cálices de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) durante su maduración*. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 17(2), 19-31.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*. Free Radical Biology & Medicine, 26, 1231-1237.
- Rodríguez, J., Menéndez, J., & Trujillo, Y. (2001). *Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo*. Revista Cubana de Medicina Militar, 30(1).
- Sáyago, S., & Goñi, I. (2010). *Hibiscus sabdariffa L.: Fuente de fibra antioxidante*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 60, 79-84.

- Terán, D. (2011). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de vino de mora de castilla*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quito: UTE.
- Ubani, C., Joshua, P., & Oraeki, A. (2010). *Influence of aqueous extract of Hibiscus sabdariffa calyces on lipid profile of phenobarbitone induces wistar albino rats*. Journal of Pharmacy Research, 3(2), 319-324.
- Venereo, J. (2002). *Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes*. Revista Cubana de Medicina Militar, 31(2).
- Vine, R. (1997). *Wine appreciation* (Vol. 2). Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Wacher, C. (1993). *Alimentos y bebidas fermentados tradicionales*. Biotecnología alimentaria, 312-349.
- Zurita, P. W. (2011). *Elaboración de vino de frutas (pitahaya hylocereus Triangularis y Carambola averrhoa l.) En 3 diferentes Concentraciones de mosto y con 2 tipos de Levaduras del género Saccharomices (s. Cereviceae y s. Ellipsoideus)*. Universidad Técnica de Cotopxi. Latacunga: Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales.

ANEXOS

ANEXO 1

MATERIA PRIMA



Cálices secos de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)

ANEXO 2

CARACTERIZACIÓN MATERIA PRIMA

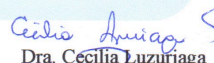


Orden de trabajo # 162000
Hoja 1 de 1

NOMBRE:	Daniela Erazo
DIRECCIÓN:	Antonio Herrera N27-55 y Selva Alegre
MUESTRA:	Flor de Jamaica
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Fruto entero color rojo
FECHA DE RECEPCIÓN:	10 de mayo del 2016
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	10 de mayo del 2016
LOTE:	---
ENVASE:	Doypack metalizado
REFERENCIA:	162000
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:	12 - 18 de mayo del 2016
MUESTREO POR:	El laboratorio
CONDICIONES AMBIENTALES:	25°C 35%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Humedad (%)	PEE/LA/02 INEN 1114	6.96
Cenizas insolubles en ácido (%)	INEN 1118	1.03


 Dra. Cecilia Luzuriaga
 GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo # 162000
Hoja 1 de 1

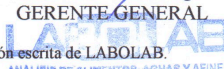
NOMBRE: Daniela Erazo
DIRECCIÓN: Antonio Herrera N27-55 y Selva Alegre
MUESTRA: Flor de Jamaica
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Fruto entero color rojo
FECHA DE RECEPCIÓN: 10 de mayo del 2016
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 10 de mayo del 2016
LOTE: ---
ENVASE: Doypack metalizado
REFERENCIA: 162000
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 12 - 17 de mayo del 2016
MUESTREADO POR: El laboratorio
CONDICIONES AMBIENTALES: 24°C 52%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)*	PEEMi/LA/20 INEN 1529-7	< 1.0 x 10
Recuento de Mohos (upm/g)*	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	1.6 x 10 ²
Recuento de Levaduras (upl/g)*	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	1.0 x 10
Detección de Salmonella (25g)	PEEMi/LA/05 INEN 1529- 15	Ausencia
Recuento de Enterobacterias (ufc/g)*	PEEMi/LA/14 AOAC 2003.01	< 1.0 x 10
Detección de Shigella (25g) *	PEEMi/LA/27 INEN 1529-16	Ausencia

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE IC 06-001"

* "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

Cecilia Luzuriaga S
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
 Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412
 e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

ANEXO 3

ELABORACIÓN DE MOSTOS



Pesaje materia prima



Homogenización del mosto



Mostos homogenizados

ANEXO 4

FERMENTACIÓN DE MOSTOS



Mostos de cálices secos de jamaica 15 % - 30 % - 40 % de concentración



Toma de muestra para
análisis químico

ANEXO 5

RESULTADOS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE LOS MOSTOS DE CÁLCICES SECOS DE JAMAICA

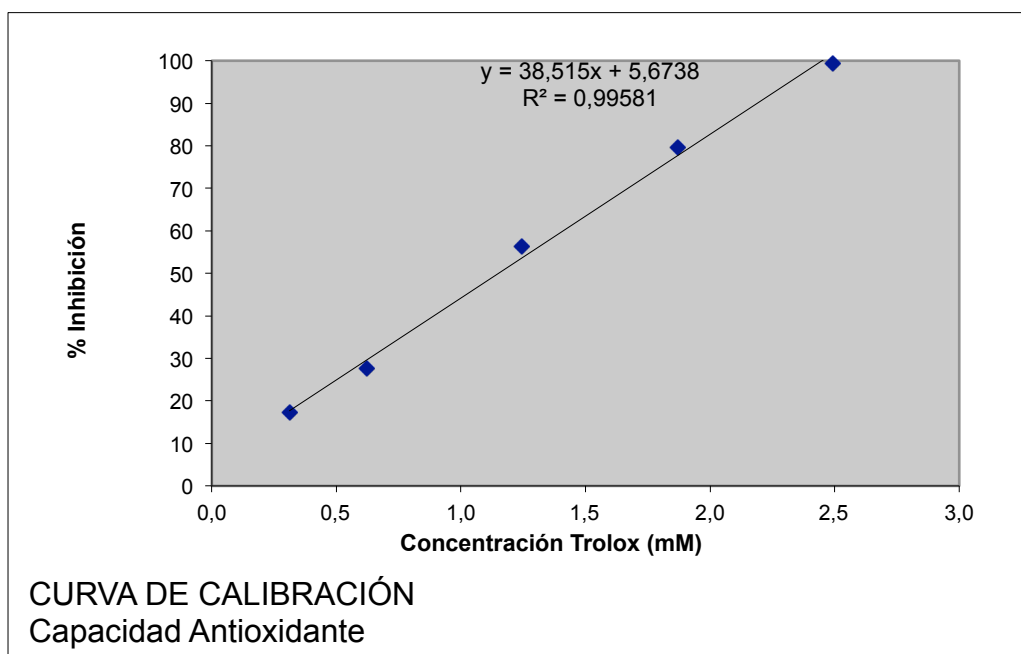
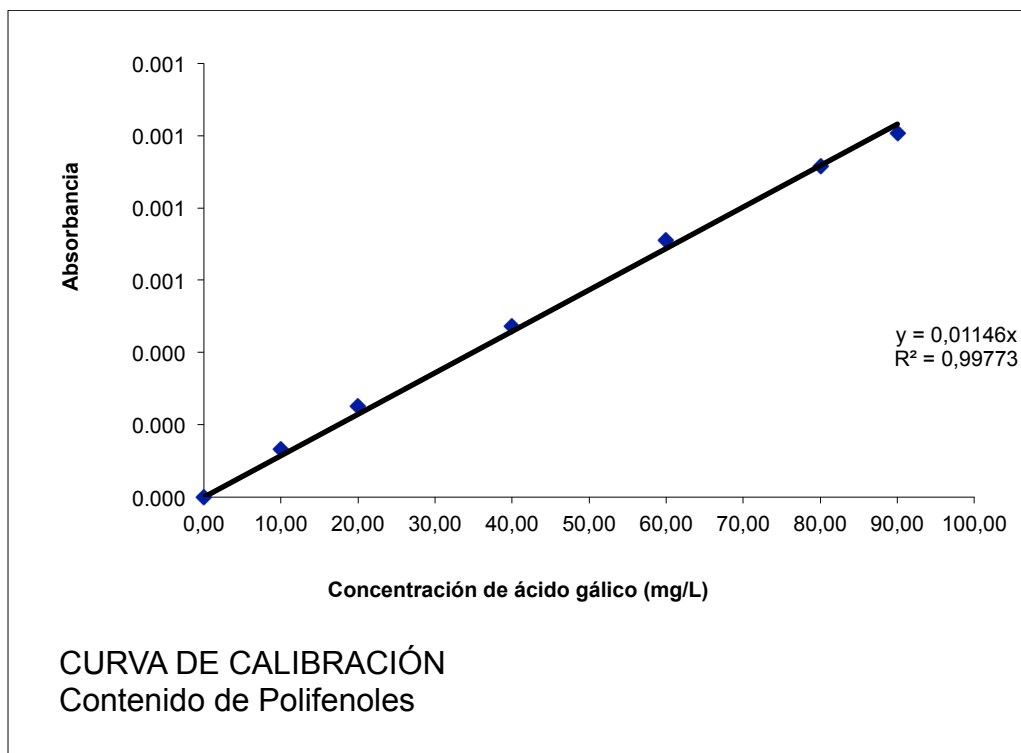
Sólidos Solubles	Tiempo de fermentación (h)									
	MUESTRA	0	48	96	168	216	264	336	384	432
FJS-15	23.90	23.00	22.10	20.05	19.75	19.05	18.70	17.35	16.65	14.90
FJS-15R	23.05	22.05	21.70	20.65	19.75	18.45	16.55	16.00	15.15	14.45
Promedio	23.48	22.53	21.90	20.35	19.75	18.75	17.63	16.68	15.90	14.68
Des. Est.	0.60	0.67	0.28	0.42	0.00	0.42	1.52	0.95	1.06	0.32
Error	2.56	2.98	1.29	2.08	0.00	2.26	8.63	5.72	6.67	2.17
FJS-30	23.60	23.10	20.95	19.75	19.50	18.15	17.70	17.35	16.95	16.25
FJS-30R	23.30	22.50	21.30	19.80	19.55	19.15	18.50	16.65	17.05	16.75
Promedio	23.45	22.80	21.13	19.78	19.53	18.65	18.10	17.00	17.00	16.50
Des. Est.	0.21	0.42	0.25	0.04	0.04	0.71	0.57	0.49	0.07	0.35
Error	0.90	1.86	1.17	0.18	0.18	3.79	3.13	2.91	0.42	2.14
FJS-45	23.40	23.20	20.40	19.65	19.65	19.35	19.40	18.00	18.70	18.05
FJS-45R	24.00	24.15	22.95	19.90	20.75	20.65	20.25	18.90	19.50	19.55
Promedio	23.70	23.68	21.68	19.78	20.20	20.00	19.83	18.45	19.10	18.80
Des. Est.	0.42	0.67	1.80	0.18	0.78	0.92	0.60	0.64	0.57	1.06
Error	1.79	2.84	8.32	0.89	3.85	4.60	3.03	3.45	2.96	5.64

pH	Tiempo de fermentación (h)									
	MUESTRA	0	48	96	168	216	264	336	384	432
FJS-15	3.40	3.17	3.10	3.07	2.88	2.76	2.82	2.76	2.76	2.74
FJS-15R	3.49	3.14	2.70	2.68	2.62	2.63	2.64	2.62	2.60	2.61
Promedio	3.44	3.15	2.90	2.87	2.75	2.70	2.73	2.69	2.68	2.67
Des. Est.	0.06	0.02	0.28	0.28	0.18	0.09	0.13	0.10	0.11	0.09
Error	1.75	0.67	9.77	9.72	6.70	3.41	4.80	3.68	4.22	3.44
FJS-30	3.50	3.21	2.97	2.84	2.71	2.53	2.63	2.61	2.48	2.51
FJS-30R	3.13	2.82	2.57	2.53	2.46	2.47	2.46	2.45	2.44	2.44
Promedio	3.31	3.01	2.77	2.68	2.59	2.50	2.54	2.53	2.46	2.48
Des. Est.	0.27	0.28	0.28	0.22	0.18	0.05	0.12	0.12	0.03	0.05
Error	8.00	9.27	10.09	8.18	6.84	1.84	4.73	4.62	1.29	2.00
FJS-45	3.33	3.06	2.87	2.76	2.67	2.49	2.52	2.44	2.43	2.43
FJS-45R	3.33	2.63	2.47	2.39	2.33	2.34	2.33	2.31	2.30	2.32
Promedio	3.33	2.84	2.67	2.57	2.50	2.41	2.42	2.38	2.36	2.37
Des. Est.	0.00	0.31	0.28	0.26	0.24	0.11	0.14	0.09	0.09	0.08
Error	0.11	10.82	10.47	10.18	9.48	4.54	5.69	3.87	3.74	3.43

Acidez Titulable	Tiempo de fermentación (h)									
	0	48	96	168	216	264	336	384	432	504
MUESTRA										
FJS-15	0.46	1.30	1.34	0.91	1.02	1.07	1.27	1.05	0.91	1.26
FJS-15R	0.52	1.39	1.27	0.97	1.01	1.08	1.27	1.09	0.90	1.32
Promedio	0.49	1.35	1.31	0.94	1.02	1.08	1.27	1.07	0.90	1.29
Des. Est.	0.04	0.06	0.05	0.04	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.04
Error	8.05	4.62	3.89	4.56	0.78	0.53	0.09	2.65	1.25	3.06
FJS-30	0.63	1.38	1.90	1.70	1.94	1.82	1.79	1.68	1.81	2.05
FJS-30R	0.56	1.50	1.66	1.68	1.79	1.81	1.66	1.55	1.67	1.98
Promedio	0.59	1.44	1.78	1.69	1.87	1.82	1.72	1.62	1.74	2.01
Des. Est.	0.05	0.09	0.16	0.02	0.11	0.01	0.10	0.09	0.10	0.05
Error	8.18	6.29	9.22	1.00	5.88	0.62	5.58	5.60	5.80	2.53
FJS-45	1.04	2.62	2.80	2.61	2.51	2.62	2.71	2.60	2.38	2.48
FJS-45R	0.90	2.43	2.54	2.62	2.62	2.72	2.57	2.35	2.19	2.24
Promedio	0.97	2.53	2.67	2.61	2.57	2.67	2.64	2.48	2.29	2.36
Des. Est.	0.09	0.13	0.19	0.01	0.08	0.07	0.10	0.18	0.14	0.17
Error	9.68	5.28	7.00	0.22	3.08	2.76	3.86	7.08	5.93	7.10

ANEXO 6

CURVAS DE CALIBRACIÓN



ANEXO 7

CARACTERIZACIÓN PRODUCTO FINAL



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.19955

	SA	29920a
Cliente:	ERAZO DANIELA	Lote:
Dirección:	LAS CASAS	Fecha Elaboración:
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:
Muestra de:	VINO	Fecha Recepción:
Descripción:	VINO DE FLOR DE JAMAICA	Hora Recepción:
		Fecha Análisis:
		Fecha Entrega:
		Código:

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Líquido
Contenido Declarado:	1L
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO INSTRUMENTAL

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
GRADO ALCOHÓLICO	°GL	10	MIN-42	INEN 360
METANOL	mg/100 ml alcohol anhidro	< 0,01	MIN-24	CG
ANHIDRIDO SULFUROSO LIBRE	g/l	0.02	MIN-167	INEN 357
ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL	g/l	0.06	MIN-201	INEN 357




 Dra. Pamela Jácome
 GERENTE TECNICO

SA

29921a

Cliente:	ERAZO DANIELA	Lote:	---
Dirección:	LAS CASAS	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	04/07/2016
Descripción:	VINO DE FLOR DE JAMAICA	Hora Recepción:	13:08
		Fecha Análisis:	05/07/2016
		Fecha Entrega:	14/07/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	LIQUIDO
Contenido Declarado:	1L
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
CENIZA	%	0.17	MFQ-03	AOAC 923.03
CLORURO DE SODIO	%	0.16	MFQ-28	AOAC 930.23



Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO