



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Industrialización de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación”

Pantoja Chamba, Marlon Javier

Departamento de ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero
Agropecuario

PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

11 de marzo 2022

Reporte de verificación de contenido

The screenshot shows a COpYLEAKS report for the document 'Final Integración Curricular_Pasoja.pdf', scanned on 18:45 March 11, 2022 UTC. The report includes a summary of findings and a detailed list of matches.

Summary:

- Overall Similarity Score: 6.3%
- Results found: 109
- Total Words in Text: 18885

Word Match Statistics:

Identical Words	60
Words with Minor Changes	170
Single Character Changes	278
Orphaned Words	0

Results:

The results section lists 28 matches, each with a similarity score and a status indicator (e.g., 'Identical', 'Minor Changes', 'Single Character Changes'). The matches include various document titles and content snippets, such as 'Tarea 1000000000.pdf', 'Programa de Integración de la práctica profesional', and 'COPYLEAKS - Webinars | Education | Business'.

Firma:



PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

DIRECTORA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular, “INDUSTRIALIZACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) CONSIDERANDO PARÁMETROS AGROCLIMÁTICOS PARA GENERAR VALOR AGREGADO MEDIANTE TRANSFORMACIÓN” fue realizado por el señor **Pantoja Chamba, Marlon Javier** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 11 de marzo del 2022



PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

C. C.: 12053488673



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Pantoja Chamba Marlon Javier**, con cédula/cédulas de ciudadanía n°1719093039, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: es de mi autoría y responsabilidad, "**Industrialización de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación**" cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 11 de marzo del 2022

Firma

.....
Pantoja Chamba Marlon Javier

C.C.: 1719093039



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Pantoja Chamba Marlon Javier**, con cédula de ciudadanía n° 1719093039, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Industrialización de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 11 de marzo del 2022

Firma

.....
Pantoja Chamba Marlon Javier

C.C.:1719093039

Dedicatoria

Particularmente a Dios, ya que con su palabra y sus bendiciones me ha guiado por el buen camino, un camino que muchas de las veces estuvieron llenas obstáculos que eran muy difíciles de sobre llevar, por lo tanto, este trabajo se lo dedico por permitirme llegar al objetivo final de mi carrera.

A mi familia, especialmente a mi madre Carolina Chamba que fue la base fundamental para yo poder seguir adelante.

A mi hermano Bryan Pantoja por estar conmigo en las buenas y en las malas y brindándome su apoyo incondicional.

A mi hermana Katherine Mantuano y su hijo que son una pieza importante que son una pieza importante en mi vida.

A mi tío Raúl Pantoja y su esposa Luzdary Mena por su amabilidad en mi trayectoria estudiantil.

A primo Erik Pantoja y Sandra Estrella que fueron que siempre estuvieron ahí para sacarme una sonrisa.

A mi padre Fernando Pantoja por brindarme su apoyo.

A mis queridos amigos Daniel, Luis, Carlos y Lipe del grupo Los Benjamin's y también a Fernando, Joao, Cristian, Omar, Byron, Edison, Jonathan, Yadira y Jessenia por brindarme su apoyo en mi etapa educativa.

ESTE ESFUERZO ES POR USTEDES.

Marlon J. Pantoja Ch.

Agradecimiento

A mi Dios, por haberme otorgado sabiduría y paz a lo largo de mi carrera estudiantil, ya que en los momentos más difíciles siempre hubo una señal para no rendirme y seguir levantando de cada obstáculo que se presentaba.

A la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo por brindarme unos buenos conocimientos especial al Dr. Vicente Anzules al Ing. Patricio Vaca y la Dra. Nubia Grijalva

A mi tutora, la Dra. Sungey Sánchez y Dr. Juan Neira, por brindarme sus conocimientos y su vez por prestarme mucha paciencia a lo largo de la elaboración de mi trabajo.

A mi Madre, Carolina Chamba que con su carácter de una mujer luchadora ha formado un hombre de bien y hoy le digo que sus esfuerzos de trabajar duro para pagar mis estudios no fueron en vanos.

A mi Hermano, Bryan Pantoja que siempre fue como un padre para yo llegar a ser una persona correcta y no desviarme por el mal camino.

A mi Hermana, Katherine por brindarme su apoyo incondicional.

A mi compañera Fernanda Bastidas, por la paciencia y el apoyo en la realización de mi proyecto.

A mi compañera y amiga Jessenia Quezada, por brindarme su apoyo a lo largo del desarrollo de mi proyecto.

A mi compañera Roció Guamán por darme una mano amiga para poder culminar este proyecto.

MIS ETERNOS AGRADECIMIENTOS

Marlon J. Pantoja Ch.

Índice de contenido

Caratula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas	14
Índice de Figuras.....	17
Resumen.....	19
Capítulo I.....	21
Introducción.....	21
Objetivos	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Hipótesis	24
Hipótesis para el factor A (Zonas de obtención).....	24
Hipótesis para el factor B (Aprovechamiento industrial)	24
Capítulo II.....	25
Revisión de Literatura.....	25
Origen de la flor de Jamaica	25

Clasificación taxonómica.....	25
Locación geográfica.....	26
Fases Fenológicas.....	26
Parámetros agroclimáticos.....	26
Importancia, uso y aplicaciones	27
Valor Nutricional	30
Composición química.....	31
Fermentación de la flor de Jamaica	32
Extracción de colorante.....	33
Capítulo III.....	34
Metodología	34
Ubicación del Área de investigación	34
Ubicación Política.....	34
Ubicación Geográfica	34
Ubicación ecológica.....	35
Materiales.....	36
Elaboración del vino a partir de la Flor de Jamaica.....	36
Determinación de acidez titulable	36
Determinación de Grados alcohólicos.....	37
Determinación de pH	37
Recuento de poblaciones de microbianas.....	37
Determinación de densidad relativa	38
Determinación de cenizas.....	38

	10
Determinación de espacios libres	39
Determinación de grados alcohólicos.....	39
Determinación de acidez total	39
Determinación de pruebas toxicológicas para observar la presencia de metanol.	40
Determinación la absorbancia.....	40
Métodos	41
Obtención de la materia prima para la zona del Tena	41
Obtención de la materia prima para la zona de Cotacachi	41
Extracción del jugo de la Flor de Jamaica	41
Elaboración de Vino de Flor de Jamaica	41
Análisis Físico- Químico del vino y del alcohol etílico de la Flor de Jamaica	42
Extracción de colorante de la Flor de Jamaica	42
Análisis Físico – Químico del colorante.....	42
Diseño experimental.....	46
Factores de estudio	46
Unidades experimentales.....	47
Tipo de diseño	48
Análisis estadístico	48
Esquema de análisis de varianza	48
Análisis funcional	49
Variables evaluadas.....	49
Determinación de pH en vino y colorante	49
Determinación de acidez titulable	49

Determinación de grados alcohólicos para vino y alcohol etílico	50
Determinación de densidad relativa de vino y alcohol etílico	50
Conteo de poblaciones microbianas de vino.	51
Determinación de acidez en alcohol etílico.....	52
Determinación de espacios libres en alcohol etílico.....	54
Determinación de cenizas en alcohol etílico	54
Determinación de metanol en alcohol etílico atreves de pruebas toxicológicas	55
Determinación de la absorbancia en colorante.....	57
Determinación de rendimiento de vino	57
Determinación de rendimiento de alcohol etílico.....	57
Determinación de rendimiento de colorante	58
Capítulo IV	59
Resultados	59
Análisis de Varianza para el vino	59
Análisis de varianza para la variable rendimiento en vino.....	59
Análisis de varianza para la variable densidad relativa en vino	59
Análisis de varianza para la variable acidez en vino.....	60
Análisis de varianza para la variable pH en vino.....	60
Análisis de varianza para el variable grado alcohólico en vino	61
Análisis de varianza para la variable recuento de bacterias aerobias en vino...	62
Análisis de varianza para la variable recuento de poblaciones de levadura en vino	62

Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zonas de obtención)	63
Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (tipo de Levadura)	65
Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas para el vino.....	68
Análisis de varianza para el alcohol etílico	70
Análisis de varianza para la variable rendimiento en alcohol etílico	70
Análisis de varianza para la variable acidez total en alcohol etílico.	71
Análisis de varianza para la variable cenizas en alcohol etílico.	71
Análisis de varianza para la variable densidad relativa en alcohol etílico.....	72
Análisis de varianza para la variable espacios libre en alcohol etílico.....	72
Análisis de varianza para la variable grado alcohólico en alcohol etílico.....	73
Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zonas de obtención) en la evaluación del Etanol	74
Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (Tipo de Levadura), para el estudio del Etanol	76
Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas.....	78
Análisis de varianza para el colorante	82
Análisis de varianza para la variable rendimiento en colorante.....	82
Análisis de varianza para la variable pH en colorante.....	82
Análisis de varianza para la variable absorbancia en colorante.....	83

Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zona) en el colorante de Jamaica	84
Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (Tipo de solvente) en el colorante de Jamaica	85
Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en la obtención del colorante proveniente de la flor de Jamaica	87
Capítulo V	89
Discusión.....	89
Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica	89
Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica.....	91
Colorante extraído de la flor de Jamaica.....	93
Capítulo VI	96
Conclusiones.....	96
Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica	96
Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica.....	97
Colorante extraído de la flor de Jamaica.....	98
Recomendaciones.....	99
Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica	99
Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica.....	99
Colorante extraído de la flor de Jamaica.....	100
Capítulo VII	101
Bibliografía	101

Índice de tablas

Tabla 1 Efectos de Extractos de Diferentes partes de la Flor de Jamaica.	28
Tabla 2 Valor nutricional.....	30
Tabla 3 Composición química.	31
Tabla 4 Componentes utilizados para la elaboración del vino.	36
Tabla 5 Componentes utilizados para la determinación de la acidez titulable en vino.	36
Tabla 6 Componentes utilizados para la determinación de grados alcohólicos en vino.	37
Tabla 7 Componentes utilizados para la determinación del pH vino y colorante. ...	37
Tabla 8 Componentes utilizados para el recuento de poblaciones microbianas en vino.	37
Tabla 9 Componentes utilizados para de la determinación de la densidad relativa en vino y etanol.	38
Tabla 10 Componentes utilizados para la determinación de cenizas del alcohol....	38
Tabla 11 Componentes utilizados para la determinación de espacios libres en alcohol.....	39
Tabla 12 Componentes utilizados para la determinación de los grados alcohólicos.	39
Tabla 13 Componentes utilizados para la determinación de acidez total en etanol.	39
Tabla 14 Componentes utilizados en las respectivas pruebas de toxicológicas para alcoholes.	40
Tabla 15 Componentes para la determinación de la absorbancia en colorante.....	40
Tabla 16 Factores y niveles a probar en el estudio de la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de vino y alcohol etílico.....	46

Tabla 17 Factores y niveles a probar en el estudio de la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante	46
Tabla 18 Unidades experimentales (Tratamientos) a comparar en la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención vino y alcohol etílico.	47
Tabla 19 <i>Unidades experimentales (Tratamientos) a comparar en la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante.....</i>	47
Tabla 20 Esquema de análisis de varianza para la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de vino y alcohol etílico.....	48
Tabla 21 Esquema de análisis de varianza para la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante	48
Tabla 22 <i>Análisis de varianza, para rendimiento.</i>	59
Tabla 23 Análisis de Varianza, para la variable densidad relativa	59
Tabla 24 Análisis de Varianza, para la variable Acidez.	60
Tabla 25 Análisis de Varianza, para la variable pH.	60
Tabla 26 Análisis de Varianza, para la variable grado alcohólico.	61
Tabla 27 Análisis de Varianza, para la variable recuento de bacterias aerobias. ...	62
Tabla 28 Análisis de Varianza, para la variable recuento de poblaciones de levadura.	62
Tabla 29 Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A.	63
Tabla 30 Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B.	65
Tabla 31	68
Tabla 32	70
Tabla 33 Análisis de Varianza, para la variable acidez total.	71

Tabla 34	Análisis de Varianza, para la variable ceniza.	71
Tabla 35	Análisis de Varianza, para la variable densidad relativa.	72
Tabla 36	Análisis de Varianza, para la variable espacios libres.....	72
Tabla 37	Análisis de Varianza, para la variable grado alcohólico.	73
Tabla 38	Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A.	74
Tabla 39	Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B, en el estudio de alcohol etílico.....	76
Tabla 40	78
Tabla 41	Análisis de Varianza, para la variable rendimiento.	82
Tabla 42	Análisis de Varianza, para la variable pH.	82
Tabla 43	Análisis de Varianza, para la variable absorbancia.....	83
Tabla 44	Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A, para el colorante de Jamaica.	84
Tabla 45	Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B, para el colorante de Jamaica.....	85
Tabla 46	87

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del lugar de donde se extrajo la materia prima y el lugar de donde se desarrolló la investigación.	35
Figura 2 Diagrama de flujo de la obtención del vino de la flor de Jamaica y alcohol etílico.	43
Figura 3 Diagrama de flujo de la obtención del vino adaptado a la flor de Jamaica y alcohol.	44
Figura 4 Diagrama de flujo de la obtención de colorante con diferentes tipos de solventes.	45
Figura 5 Coloración obtenida para la determinación de metanol a través del reactivo de Schiff	56
Figura 6 Verificación de metanol por el ensayo de yodo e hidróxido de sodio	57
Figura 7 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A. ..	64
Figura 8 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B. ..	66
Figura 9 Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas.	69
Figura 10 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A en la evaluación del alcohol etílico	75
Figura 11 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B, en el análisis del alcohol etílico	77
Figura 12 Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en el alcohol etílico.	80
Figura 13 Imagen de los resultados, al aplicar el reactivo Schiff en alcohol etílico. 81	81
Figura 14 Ensayo de yodo e hidróxido de sodio en alcohol etílico	81
Figura 15 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A, del colorante proveniente de la flor de Jamaica.	84

Figura 16 Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B, del colorante proveniente de la flor de Jamaica.....	86
Figura 17 Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en la obtención del colorante proveniente de la flor de Jamaica.....	88

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo industrializar la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación, en la obtención de colorante natural y utilizando el aporte del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* para la elaboración de vino y posteriormente por métodos de separación obtener etanol, la investigación se ejecutó en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, ubicada en la parroquia Luz de América km 24 vía a Quevedo. El diseño experimental utilizado se presenta mediante un DBCA con arreglo factorial (A x B) y tres replicas y para la comparación en tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Las variables a evaluar en la elaboración del vino fueron rendimiento, densidad, acidez titulable, pH, grado alcohólico y análisis de microbiológico, mientras que en el etanol se evaluó rendimiento, ceniza, densidad, acidez total, grados alcohólicos, espacios libres y pruebas toxicológicas y finalmente en el colorante se evaluó rendimiento, pH y absorbancia. Se determinó que los mejores resultados evaluados por los diferentes métodos físicos - químicos y microbiológicos tanto del vino como en la extracción del etanol se dieron en la zona del Tena utilizando *Saccharomyces cerevisiae* adaptado a la flor de Jamaica (S.C.A.D.J.) con rendimientos del 95,06 y 25,24 % respectivamente y de igual manera en la obtención del colorante con rendimientos 88,23 %.

PALABRAS CLAVES

- **FLOR DE JAMAICA**
- **INDUSTRIALIZACIÓN**
- **ZONAS DE OBTENCIÓN**
- **LEVADURA**

Abstract

This research work aims to industrialize the Flower of Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considering agroclimatic parameters to generate added value through transformation, in obtaining natural coloring and using the contribution of the microorganism *Saccharamyces cerevisiae* for the production of wine and subsequently by separation methods to obtain ethanol, the research was carried out at the facilities of the University of the Armed Forces "ESPE" Santo Domingo, located in the Luz de América parish, km 24 on the road to Quevedo. The experimental design used was a DBCA with a factorial arrangement (A x B) and three replicates, and the Tukey test ($p > 0.05$) was used for the comparison of treatments. The variables to be evaluated in winemaking were yield, density, titratable acidity, pH, alcohol content and microbiological analysis, while in ethanol, yield, ash, density, total acidity, alcohol content, free spaces and toxicological tests were evaluated, and finally in the colorant, yield, pH and absorbance were evaluated. It was determined that the best results evaluated by the different physical-chemical and microbiological methods for both wine and ethanol extraction were obtained in the Tena zone using *Saccharamyces cerevisiae* adapted to Jamaica flower (S.C.A.D.J.) with yields of 95.06 and 25.24 % respectively, and likewise in obtaining the dye with yields of 88.23 %.

KEYWORDS

- **JAMAICA'S FLOWER**
- **INDUSTRIALIZATION**
- **PRODUCTION AREAS**
- **YEAST**

Capítulo I

Introducción

La flor de Jamaica es una especie de planta de la familia Malvácea, que puede crecer hasta 2 metros de altura con una densidad de población de 8.547 a 10.000 plantas/hectáreas con un espacio entre plantas de 90 cm y un espacio entre hileras de 130 cm, es decir, 1 m x 1 m. Respectivamente y dependiendo de la zona de producción, se necesitan alrededor de 13 kilos de semilla por hectárea para obtener de 13 a 14 quintales de flores frescas y de 7 a 8 quintales de flores deshidratadas (Galicia, 2019). También conocida como rosa de Jamaica, rosa de Abisinia o flor de Jamaica es originaria de África tropical, aunque su cultivo se extiende a México, América Central y el sur y sureste de Asia (Morton, 2017).

En Ecuador, la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es un cultivo que presenta baja industrialización. Para elevar su competitividad es importante considerar parámetros agroclimáticos y así generar valor agregado mediante transformación, la cual tenga presentes las demandas del consumidor. Las propiedades aromáticas, nutricionales, funcionales de un alimento pueden darle valor agregado (Chávez, 2018). Las flores de Jamaica se encuentran entre las más estudiadas por su alto contenido de moléculas antioxidantes como vitaminas E y C, compuestos fenólicos, ácidos polifenólicos, flavonoides, ácido ascórbico, entre muchos otros; los cuales le otorgan actividad antioxidante y otros efectos benéficos para la salud (Cid-Ortega & Guerrero, 2018). Dichos compuestos pueden valorizarse al formar parte de alimentos funcionales con alto valor agregado.

Dentro del Ecuador, la producción de flores de Jamaica se ha extendido en la Amazonía debido a las condiciones óptimas de temperatura de 15°C a

38°C, convirtiéndose en una alternativa para el desarrollo económico sostenible de los pueblos (Chavarria, 2015); sin embargo, dado que se trata de un producto de baja industrialización que se comercializa en pequeñas cantidades. El éxito de la producción de cultivos depende principalmente del manejo de las plantas en el campo y las propiedades físicas y químicas del suelo que controlan el crecimiento y la función de las raíces. En la producción de cultivos es necesario aportar los nutrientes en forma que sean de fácil absorción y equilibrio, por lo que al planificar la fertilización para el cultivo es necesario establecer el equilibrio adecuado de nutrientes para asegurar un buen crecimiento de la planta y una buena producción (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2014).

Este estudio tiene como objetivo industrializar la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación, evaluando la calidad de la flor y distintas zonas de siembra para su industrialización (etanol, aceite esencial y colorante) determinando las características de los productos obtenidos, asegurando así la calidad de estos para posteriormente realizar el estudio de factibilidad.

De esta manera, el estudio se encuentra constituido por cuatro capítulos: el primero corresponde a la revisión de la literatura o estado del arte donde se presenta información respecto al tema de investigación; el segundo hace referencia a la metodología, dentro del cual, se abordará el tipo y diseño de investigación, la población y muestra seleccionada; el tercero concierne al análisis de los resultados obtenidos, los mismos que servirán para proceder con la discusión, finalmente, en el cuarto capítulo se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

Objetivos

Objetivo General

Industrializar la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) considerando parámetros agroclimáticos para generar valor agregado mediante transformación.

Objetivos Específicos

Evaluar la calidad de la Flor de Jamaica, considerando distintas zonas de producción para su industrialización.

Aplicar distintas alternativas para la industrialización de la Flor de Jamaica (Etanol, vino y colorante) a fin de lograr su aprovechamiento integral.

Mediante análisis fisicoquímicos determinar las características de los productos obtenidos (Etanol, vino y colorante) para el aseguramiento de la calidad.

Determinar el rendimiento de cada uno de los procesos empleados en la flor de Jamaica para los diferentes aprovechamientos industriales.

Hipótesis

Hipótesis para el factor A (Zonas de obtención)

Ha: Las diferentes zonas de obtención de la flor de Jamaica influyen en el rendimiento de industrialización para generar un valor agregado.

Ho: Las diferentes zonas de obtención de la flor de Jamaica no influyen en el rendimiento de industrialización para generar un valor agregado.

Hipótesis para el factor B (Aprovechamiento industrial)

Ho: Los diferentes parámetros de aprovechamiento industrial influyen en las características físicas, químicas y microbiológicas de la Industrialización de la Flor de Jamaica.

Ha: Los diferentes parámetros de aprovechamiento industrial influyen en las características físicas, químicas y microbiológicas de la Industrialización de la Flor de Jamaica.

Capítulo II

Revisión de Literatura

Origen de la flor de Jamaica

El origen de la flor de Jamaica, roselle, rosa de Abisinia o flor de Jamaica, es bastante controvertido. Por un lado, se menciona que, la flor de Jamaica es una planta originaria de la región de la India que se extiende hasta Malasia, es apreciada por los pulposos cálices de sus flores, grandes, rojos y de un refrescante sabor y fue llevada en tiempos remotos a África, desde ahí transportada con el tráfico de esclavos, llegó a Jamaica a principios del siglo XVIII (León, 2000). Mientras que en Asia se han hallado datos de cultivos desde hace tres siglos, luego fue adaptado en zonas tropicales y subtropicales en diferentes partes de Sudamérica. También se dice que esta planta ha tomado una considerable atención de los investigadores, principalmente por sus propiedades alimenticias y medicinales lo que la hace aceptable en diferentes lugares del planeta, sin importar el clima, se lo toma en forma de té o refresco (Morton & Moyao, 2016).

Clasificación taxonómica

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Malvales
- Familia: Malvaceae
- Subfamilia: Malvoideae
- Género: Hibiscus
- Especie: *Hibiscus sabdariff*

Locación geográfica

Desde su origen, la flor de Jamaica se ha extendido a Egipto, Sudán e incluso Senegal, debido a sus propiedades medicinales, también se cultiva con éxito en América Central. Especialmente en México, el Caribe, el sur y sureste de Asia hasta el sur de China (Molina, 2010).

En Ecuador no es habitual, por lo que se limita a algunas zonas de la Amazonía, se puede encontrar en las provincias: Napo, Tena, Pastaza; en parroquias como: Pomona-Teniente Hugo Ortiz y en Morona Santiago en la zona de Sucúa (Cárdenas, 2015).

Fases Fenológicas

Fase inicial: Esto se manifiesta por el rápido aumento de materia seca, ya que la planta intercambia energía y la invierte en la formación de nuevos tejidos para la absorción y la fotosíntesis, lo que ocurre alrededor de 5-8 días después de la siembra (Boareto & Muroaka, 1997).

Fase vegetativa: Persiste después de la primera etapa, este período se caracteriza por un aumento más lento de la materia seca, por lo que la floración termina y dura de 25 a 30 días (Coque, 2000).

Fase reproductiva: Parte con el inicio de la fructificación y dura entre 20 y 30 días, lo cual los frutos extraen de la planta los nutrientes elementales en el crecimiento y maduración (Boareto & Muroaka, 1997).

Parámetros agroclimáticos

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) menciona que la flor de Jamaica crece en clima cálido con una temperatura entre 25° y 30°. El pH que requiere oscila entre 4.0 – 5.8. El frío representa un factor

determinante en el crecimiento de la Jamaica (Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura, 2006).

- Precipitación: la precipitación anual que requiere esta entre 1300 – 1500 mm. Es una planta resistente a la sequía, por lo que se puede producir bajo condiciones semidesérticas o desérticas, no tolerando los encharcamientos (IICA, 2006).
- Piso altitudinal: La planta se desarrolla en zonas de altitud comprendida entre los 200 y 400 msnm (IICA, 2006).
- Temperatura: el rango óptimo para el crecimiento de las plantas es de 25°C a 30°C (IICA, 2006).
- Suelo: esta planta crece bien en diferentes tipos de suelo y con un bajo contenido de nutrientes. Con una pendiente no mayor al 50% pero los suelos arenosos y arcillosos son ideales, con una fertilidad moderada principalmente en nitrógeno para así evitar que la planta crezca demasiado y produzca mayor número de cálices. Debe evitarse su cultivo en suelos susceptibles de inundaciones pues es sensible al ataque de nemátodos, por ello se prefieren los suelos de topografía plana a levemente ondulada (IICA, 2006).
- Fotoperíodo: es una planta exigente en luz, considerada de día largo con un fotoperíodo de 11 a 12 horas luz durante los primeros 4-5 meses del crecimiento es esencial para prevenir el florecimiento prematuro. Se adapta perfectamente a los climas tropicales y subtropicales, no sobrevive a las heladas (IICA, 2006).

Importancia, uso y aplicaciones

La Jamaica se utiliza de diferentes maneras, siendo la más común como planta medicinal para bajar el colesterol, los triglicéridos y para disminuir el peso corporal, estimula el funcionamiento del hígado y los riñones, colabora en la absorción de ciertos minerales. Los cálices se utilizan para la fabricación de jugos, refrescos, bebidas hidrolizadas, gelatinas, mermeladas, licores y en pastelerías. Sus

características bioquímicas, fitoquímicas y antioxidantes permiten la obtención de aceites esenciales. También se usa como una planta textil, en la cordelería cuya fibra es fuerte y sedosa conocida con el nombre de cáñamo de roselli, es similar al yute (Zambrano, 2019).

Tabla 1

Efectos de Extractos de Diferentes partes de la Flor de Jamaica.

Parte	Disolvente	Actividad biológica
Semilla	Agua	Antioxidantes
	Metanol	
Hoja	Agua	Anticancerígeno
	Metanol	Antioxidante
Tallo	Agua	Antioxidante
	Metanol	
Cáliz		Anti-obesidad
		Hipertensión
		Antihiperlipémico
	Agua	Antioxidante
		Anticancerígeno
		Anti-Hipercolesterolemia
	Anti-Hipertensión	
	Metano	Antioxidante
		Anticancerígeno
	Hexano	Antioxidante
	Etano	Antimutagénico

Quimiopreventivo

Acetato de etilo

Antioxidante

Acetona

Nota. La tabla presenta los diferentes usos que se le puede dar a la flor de Jamaica cuando son sometidos a diferentes solventes, generando diferentes actividades biológicas. Camelo (2013)

- **Hojas de flor de Jamaica**

Las hojas tiernas de la flor de Jamaica se pueden comer en ensaladas, junto con el tallo y los sépalos, para preparar sopas y salsas. También se utiliza como alimento para pájaros y como abono orgánico (Arrascue, 2018).

- **Tallo de flor de Jamaica**

De su tallo se extrae la fibra y con ella se elaboran cordones que sustituyen al cáñamo o al yute (Arrascue, 2018).

- **Raíz y cáliz de la flor de Jamaica**

Con la raíz y cálices de la Jamaica se obtienen vinos, licores, bebidas hidrolizadas (Arrascue, 2018).

- **Colorante**

Como colorante vegetal, las flores de Jamaica son muy utilizadas en textiles, cosméticos, perfumes, medicina, cocina, artesanías e incluso como planta ornamental (Arrascue, 2018).

- **Sales minerales**

Su riqueza en sales minerales ha permitido que la flor de Jamaica se utilice para elaborar una bebida hidratante ideal para deportistas, o como remedio en caso

de deshidratación provocada por un consumo excesivo de alcohol o fiebre (Arrascue, 2018).

- **En decoración**

La flor de Jamaica se utiliza para decorar el lugar, ya que se destaca por su forma colorida y deslumbrante. Los jardines destacan por sus hermosas y abundantes flores (Arrascue, 2018).

Valor Nutricional

Tabla 2

Valor nutricional.

Flor de Jamaica	Valor Nutricional por cada 100 g
Carbohidratos	11.31 g
Grasas	0.64 g
Proteínas	0.96 g
Retinol (Vitamina A)	14 µg (2%)
Tiamina (Vitamina B1)	0.011 mg (1%)
Riboflavina (Vitamina B2)	0.028 mg (2%)
Niacina (Vitamina B3)	0.31 mg (2%)
Vitamina C	12 mg (20%)
Calcio	215 mg (22%)
Hierro	1.48 mg (12%)
Magnesio	51 mg (14%)
Fosforo	37 mg (5%)
Potasio	208 mg (4%)

Sodio 6 mg (0%)

Nota. La tabla muestra los aportes nutricionales de la flor de Jamaica, con el valor nutricional por cada 100 g y un porcentaje diario para una persona adulta.

Composición química

La composición en los cálices de Jamaica varia, principalmente, de acuerdo con la variedad, color y diferencias genéticas. Respecto al contenido de compuestos bioactivos (principalmente fenoles y antocianinas), este varía de acuerdo con la variedad de la flor de Jamaica, así como al método de extracción utilizado (Suliman, Ali, Babalola, & Idriss, 2011).

Tabla 3

Composición química.

Elemento	Tipos de calice		
	Frescos	Rojos	Rojo/Obscuros
Humedad	9.20	86.50	85.30
Proteínas Cruda %	1.15	7.40	8.60
Extractos Etéreo (%)	2.61	2.10	2.90
Fibra Cruda (%)	12.00	8.50	9.80
Cenizas (%)	6.90	6.50	6.80
Carbohidratos (%)	68.15	65.50	7.90
Ácido ascórbico (mg/100g)	6.70	63.50	54.80
Caroteno (mg/100g)	0.03	-	-
Tiamina (mg/100g)	0.12	-	-

Riboflavina (mg/100g)	0.28	-	-
Niacina (mg/100g)	3.77	-	-

Nota. La siguiente tabla nos muestra los aspectos químicos de la flor de Jamaica en sus tres importantes tipos de calice como son el fresco, rojos y rojos-oscuros.

Suliman et al. (2011).

Fermentación de la flor de Jamaica

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico llevado a cabo por levaduras y algunas bacterias. Estos microorganismos convierten los azúcares en alcohol etílico y dióxido de carbono. La fermentación del vino es uno de los procesos más estudiados e implementados ya que es un proceso fundamental para la obtención de un producto de alta calidad. La fermentación alcohólica comienza después de que la glucosa ingresa a la célula. La glucosa se hidroliza a ácido pirúvico. Este ácido pirúvico luego se convierte en dióxido de carbono y etanol. (Fuentes, 2005).

El etanol es el solvente más utilizado ya que presenta varias ventajas como disolvente de extracción:

- No es tóxico
- Económico
- Capacidad de extracción similar a la del solvente generalmente utilizado (metanol). En cuanto al contenido de compuestos biológicamente activos (principalmente fenoles y antocianinas), varía según la variedad de la flor de Jamaica, así como el método de extracción utilizado (Camelo, 2013).

El uso de etanol con dióxido de azufre a 200-220 ppm brinda un mayor rendimiento de extracción, lo que da como resultado extracciones con hasta el doble de poder de mezcla de color en comparación con el etanol solo (Fuentes, 2005).

Extracción de colorante

Debido al color distintivo que exhibe el extracto de flor de Jamaica actualmente es interesante ver qué tan estable es este pigmento. A escala industrial, los extractos se están comenzando a utilizarse en la producción de colorantes y saborizantes para alimentos, cosméticos y medicamentos.

Un estudio realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2007, encontró que el pigmento del extracto de la flor de Jamaica mostraba la misma consistencia que el rojo sintético #40, por lo que puede usarse como alternativa de consumo para reemplazarlo. el exterior. Mediante el análisis estadístico de un modelo ANOVA, se determinó que las condiciones óptimas de estabilidad para el extracto de rosa de Jamaica fueron a 30 °C y pH 5 (Arriaga, 2007).

En Ecuador existen más de 400 especies de plantas con propiedades colorantes conocidos, sabiendo que 124 de ellas son industrializadas para generar colorantes y posteriormente ser comercializadas, se considera solo un fragmento de lo que existe en el país.

Capítulo III

Metodología

Ubicación del Área de investigación

Ubicación Política

País	:	Ecuador
Provincia	:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	:	Santo Domingo
Parroquia	:	Luz de América
Sector	:	Vía Quevedo, km 24

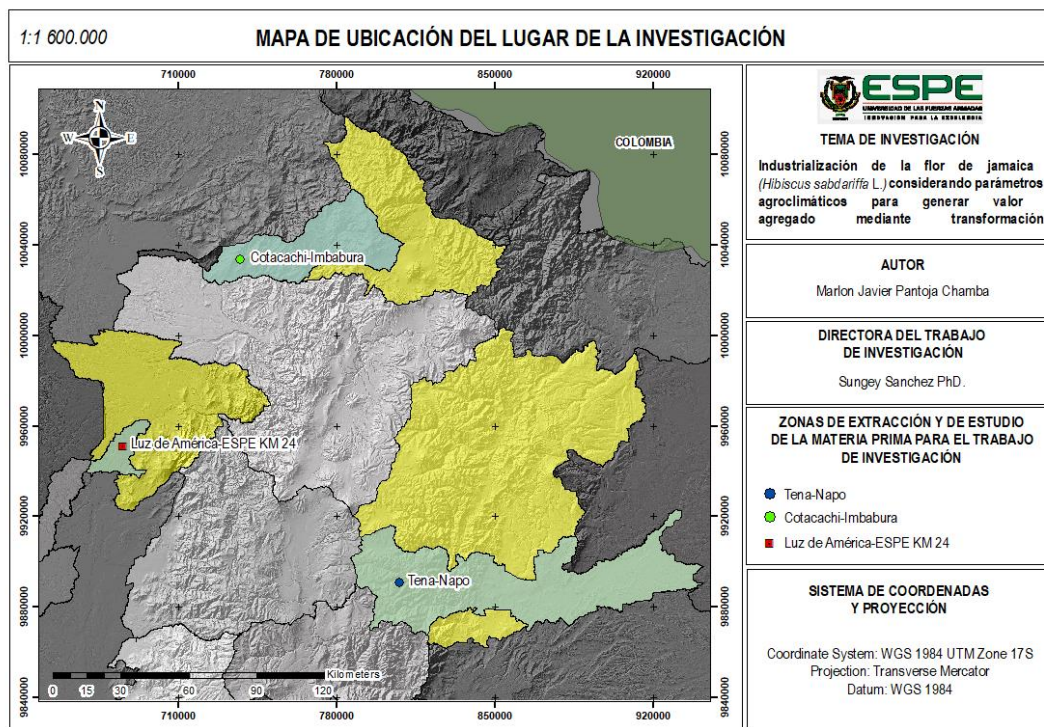
Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo, en la parroquia Luz de América, km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo, en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Latitud	:	00° 24´ 36"
Longitud	:	79° 18´ 43"
Altitud	:	270 m.s.n.m.

Figura 1

Mapa de ubicación geográfica del lugar de donde se extrajo la materia prima y el lugar de donde se desarrolló la investigación.



Nota: Elaborado por: Marlon J. Pantoja Ch.

Ubicación ecológica

Zona de vida	:	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Altitud	:	224 m.s.n.m.
Temperatura media	:	24,6°C
Precipitación	:	2860 mm/año
Humedad relativa	:	85%
Luminosidad	:	680 horas luz/año
Suelos	:	Franco arenosos

Fuente: Estación Meteorológica Puerto Ila, Vía Quevedo km 34

Materiales

Elaboración del vino a partir de la Flor de Jamaica

Tabla 4

Componentes utilizados para la elaboración del vino.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Cocina	Ollas	<i>Saccharomyce cerevisiae</i>	Flor de Jamaica de Tena, Cotacahi (Frescas)
Termómetro digital	Botellas ámbar de vidrio 1L	<i>Agua</i>	
Balanza	Mangueras 0.50 m		
Refractómetro	Tapas de plástico		
Licuadora	Tela de lienzo		
Extractor de Jugos	Cernidor		

Determinación de acidez titulable

Tabla 5

Componentes utilizados para la determinación de la acidez titulable en vino.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica	Agitadores	Agua destilada	Vino de la flor de Jamaica
Medidor de pH	Matraz Erlenmeyer	Hidróxido de sodio 0,1N	Vino de la flor de Jamaica adaptado

Determinación de Grados alcohólicos

Tabla 6

Componentes utilizados para la determinación de grados alcohólicos en vino.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos
Alcoholímetro	Probetas de 50 mL	Vino de la flor de Jamaica Vino de la flor de Jamaica adaptado

Determinación de pH

Tabla 7

Componentes utilizados para la determinación del pH vino y colorante.

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Medidor de pH	Vaso de precipitación de 50 mL	Vino de la flor de Jamaica Vino de la flor de Jamaica adaptado Colorante de la FJ en inmersión con agua destilada Colorante de la FJ en inmersión con alcohol al 96%

Recuento de poblaciones de microbianas

Tabla 8

Componentes utilizados para el recuento de poblaciones microbianas en vino.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Laminas Petri Film	Medio de Cultivo PDA	Vino de la flor de Jamaica
Autoclave	Mechero	Hidróxido de sodio 0,1N	Vino de la flor de Jamaica adaptado

Cámara de flujo laminar	Tubo de ensayo
Estufa	Pipeta volumétrica de 10 mL
Micropipetas	Puntas de 1 mL

Determinación de densidad relativa

Tabla 9

Componentes utilizados para de la determinación de la densidad relativa en vino y etanol.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica	Picnómetros	Agua destilada	Vino de la flor de Jamaica
Baño maría	Vaso de precipitación 50 mL		Vino de la flor de Jamaica adaptado
Termómetro			Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica

Determinación de cenizas

Tabla 10

Componentes utilizados para la determinación de cenizas del alcohol.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica	Cápsula de porcelana	Agua destilada	Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica
Reverbero eléctrico	Vasos de precipitación		
Baño maría	Pinzas para crisol		
Mufla	Pipetas		

Determinación de espacios libres

Tabla 11

Componentes utilizados para la determinación de espacios libres en alcohol.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica	Vasos de precipitación	Agua destilada	Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica
	Botellas de vidrio de 500 mL		
	Marcador		

Determinación de grados alcohólicos

Tabla 12

Componentes utilizados para la determinación de los grados alcohólicos.

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Alcoholímetro	Probeta de 50 ml	Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica

Determinación de acidez total

Tabla 13

Componentes utilizados para la determinación de acidez total en etanol.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Agitador electrónico	Bureta	Agua destilada	Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica
	Matraz Erlenmeyer de 500 mL	Fenolftaleína	
	Marcador	Hidróxido de sodio 0,1 N	

Determinación de pruebas toxicológicas para observar la presencia de metanol.

Tabla 14

Componentes utilizados en las respectivas pruebas de toxicológicas para alcoholes.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica	Vasos de precipitación	Hidróxido de sodio al 1%	Alcohol etílico a partir de la flor de Jamaica
	Pipetas	Fucsina básica	
	Tubos de ensayo	Ácido clorhídrico	
	Matraces	Solución de Ácido oxálico sobre saturado	
		Ácido sulfúrico puro	
		Permanganato de potasio al 1%	
		Yodo	
		Bisulfito de sodio	

Determinación la absorbancia

Tabla 15

Componentes para la determinación de la absorbancia en colorante.

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Espectrofotómetro	Vaso de precipitación de 100 mL	Colorante de FJ en inmersión con alcohol al 96%
		Colorante de FJ en inmersión con agua destilada

Métodos

Obtención de la materia prima para la zona del Tena

La flor de Jamaica para la zona de la Tena se obtuvo en la propiedad del Sr. Stalin Molina que está ubicada en el km 48 de la vía Puyo –Tena en el reciento San Jorge del cantón Santa Clara provincia de Pastaza.

Obtención de la materia prima para la zona de Cotacachi

La flor de Jamaica en esta zona se obtuvo a través de la empresa Jamaica de los Andes que está ubicada en la Hacienda Villadora a 20 min del Valle del Intag

Extracción del jugo de la Flor de Jamaica

Obtener la flor de Jamaica de consistencia frescas se pesa y posteriormente se lava con el fin de eliminar cualquier tipo de impurezas (insectos, polvo etc.), una vez eliminada las impurezas extraemos las semillas, de tal manera que solo quede los pétalos de la flor, la misma que va ser licuada con poca cantidad de agua.

Elaboración de Vino de Flor de Jamaica

Una vez obtenido el jugo de la flor de Jamaica se pasa por un colador y posteriormente por la tela de lienzo, seguidamente se realiza una pasteurización de 30 min se dejar enfría y colocar azúcar hasta alcanzar los 19º Brix con ayuda de un refractómetro, rápidamente se agrega la levadura en una dosis de 1gr /L, procedemos a fermentar por un tiempo de 19 días en una botella de color ámbar y conectado a una trampa fermentativa, en la presente investigación se realizó la trampa fermentativa con una manguera la cual va ser conectada a un frasco de agua.

Por otro lado, en la realización del vino adaptado a la Flor de Jamaica, se sigue el mismo proceso anterior, una vez obtenido el nuevo vino se extrae el vino

anterior de la botella y se deja el mosto del vino anterior, finalmente se coloca el nuevo vino realizado y se deja fermentar 19 días con la misma trampa fermentativa.

Análisis Físico- Químico del vino y del alcohol etílico de la Flor de Jamaica

Tras a ver transcurrido el tiempo de fermentación se realizó los respectivos análisis de grados alcohólicos, acidez, densidad relativa, pH provenientes de las normas INEN del Instituto Ecuatoriano y de la misma manera se realizó los respectivos análisis para el alcohol obtenido por métodos físicos de separación, los cuales se determina las cenizas, densidad relativa, espacios libres, grados alcohólicos, acidez total y las respectivas pruebas toxicológica en bebidas alcohólicas.

Extracción de colorante de la Flor de Jamaica

Se recolecto la flor de Jamaica de las distintas zonas del Tena y Cotacachi, se pesó y posteriormente se realizó un lavado, seguidamente se extrae la semilla dejando los pétalos de la flor libres, luego se pesa de nuevo para fines de rendimiento y se adiciona etanol al 96% y por lado se adiciona aguda destilada para los diferentes tratamientos y evaluaciones, una vez agregado el solvente, calentar hasta llegar a una temperatura de 50°C y reposar por 48 horas

Análisis Físico – Químico del colorante

Tras haber transcurrido las 48 horas de reposo se elimina las flores que se puso a macerar en los distintos solventes y se extrae el colorante, se lleva al laboratorio de bromatología de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, y se determina el pH y la absorbancia del colorante.

Figura 2

Diagrama de flujo de la obtención del vino de la flor de Jamaica y alcohol etílico.

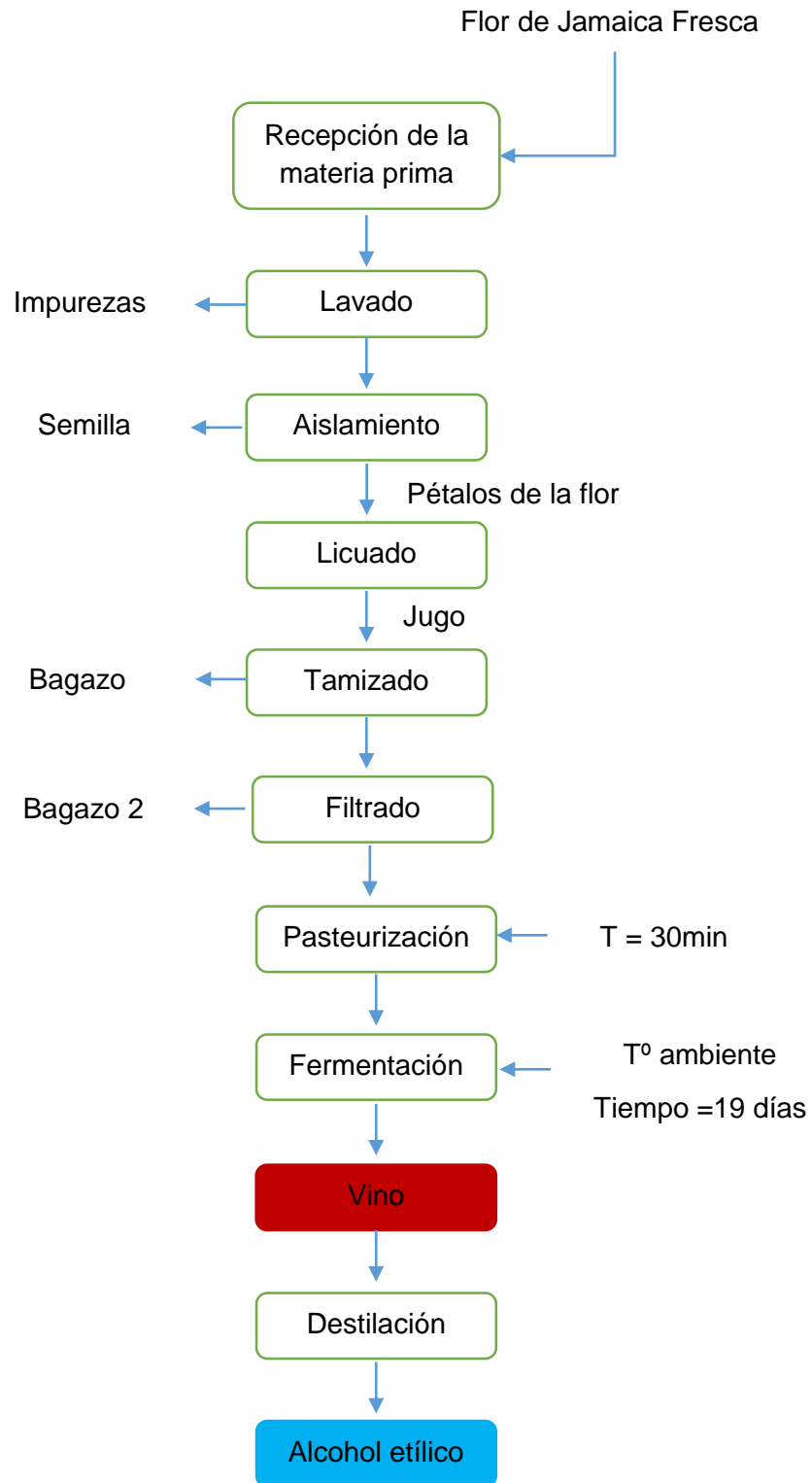


Figura 3

Diagrama de flujo de la obtención del vino adaptado a la flor de Jamaica y alcohol.

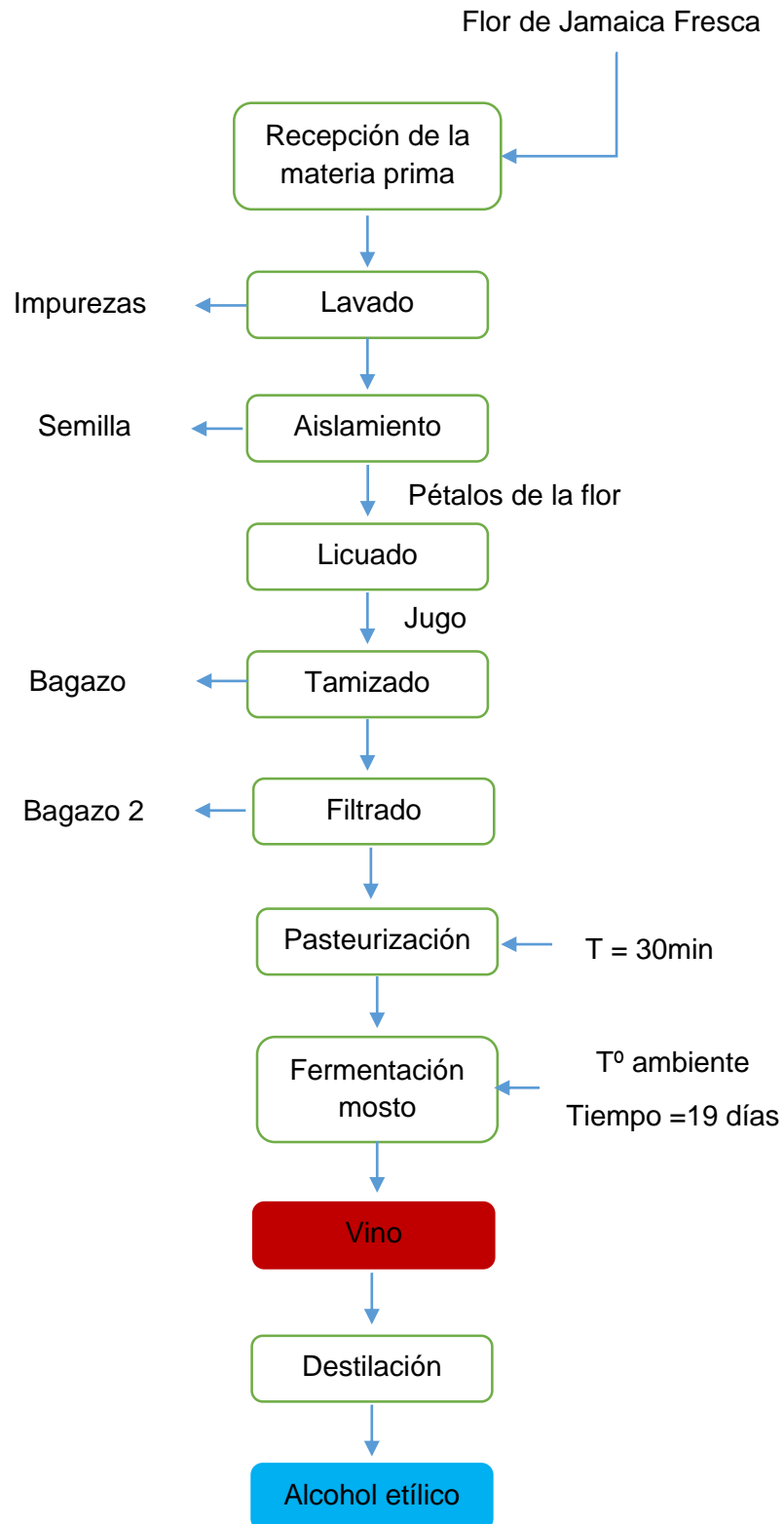
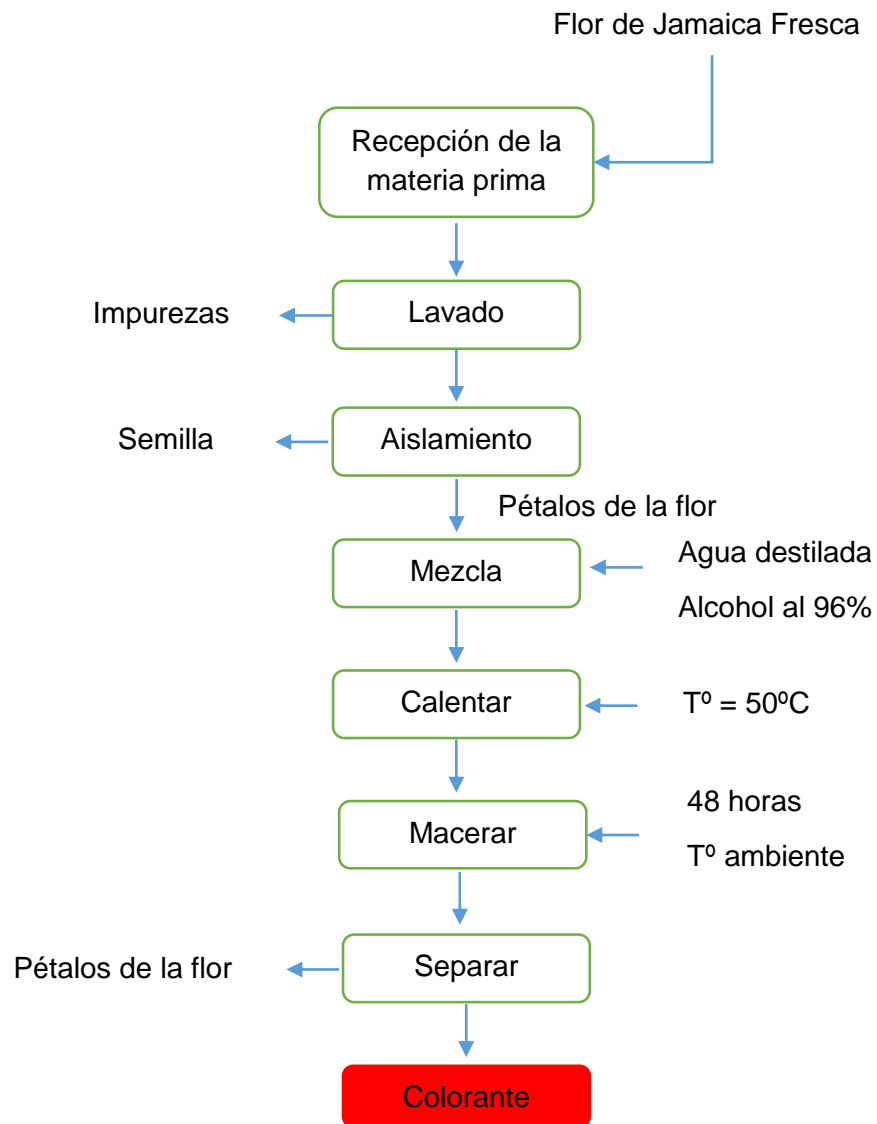


Figura 4

Diagrama de flujo de la obtención de colorante con diferentes tipos de solventes.



Diseño experimental

Factores de estudio

Tabla 16

Factores y niveles a probar en el estudio de la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de vino y alcohol etílico.

Factores	Niveles
Zonas de obtención (A)	a1 = Tena
	a2 = Cotacachi
Tipo de levadura (B)	b1 = <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (S.C.)
	b2 = <i>Saccharomyces cerevisiae</i> adaptado a la flor de Jamaica (S.C.A.F.J)

Tabla 17

Factores y niveles a probar en el estudio de la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante

Factores	Niveles
Zonas de obtención (A)	a1 = Tena
	a2 = Cotacachi
Tipo de Solvente (B)	b1 = Alcohol 96%
	b2 = Agua destilada

Unidades experimentales

Tabla 18

Unidades experimentales (Tratamientos) a comparar en la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención vino y alcohol etílico.

N° de Tratamiento	Unidades experimentales	Descripción
T1	a ₁ b ₁	Tena + S.C
T2	a ₁ b ₂	Tena + S.C.A.F.J
T3	a ₂ b ₁	Cotacachi + S.C.
T4	a ₂ b ₂	Cotacachi + S.C.A.F.J

Tabla 19

Unidades experimentales (Tratamientos) a comparar en la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante.

N° de Tratamiento	Unidades experimentales	Descripción
T1	a ₁ b ₁	Tena + Alcohol al 96%
T2	a ₁ b ₂	Tena + Agua destilada
T3	a ₂ b ₁	Cotacachi + Alcohol al 96%
T4	a ₂ b ₂	Cotacachi + Agua destilada

Tipo de diseño

La presente investigación se aplicó un ANOVA DBCA con un modelo factorial A X B, con tres repeticiones por tratamiento con un total de 12 unidades experimentales para la elaboración del vino y posteriormente por procesos de separación obtener alcohol etílico y finalmente 12 unidades experimentales para la obtención del colorante.

Análisis estadístico

Esquema de análisis de varianza

Tabla 20

Esquema de análisis de varianza para la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de vino y alcohol etílico.

Fuente de variación		Grados de libertad
Zonas de Obtención (A)	a-1	1
Tipo de Levadura (B)	b-1	1
Zonas de Obtención x Tipo de Levadura	(a-1)(b-1)	1
Réplica	b-1	2
Error experimental		6
Total		11

Tabla 21

Esquema de análisis de varianza para la industrialización de la flor de Jamaica considerando distintas zonas de obtención para la obtención de colorante

Fuente de variación		Grados de libertad
Zonas de Obtención (A)	a-1	1
Tipo de solvente (B)	b-1	1

Zonas de Obtención x Tipo de Solvente	(a-1)(b-1)	1
Réplica	b-1	2
Error experimental		6
Total		11

Análisis funcional

Los resultados que reflejan valores significativos, se empleó la prueba de significancia de Tukey al 5%. Utilizando el software estadístico Statgraphics.

Variables evaluadas

Determinación de pH en vino y colorante

En la determinación de pH se hizo uso de la norma técnica (INEN 389, 1986) donde detalla lo siguiente:

Se hizo uso de una solución buffer de pH 4 a una temperatura de 30°C con el fin de observar si el equipo está en correcto estado, una vez comprobada la efectividad del equipo se coloca 10 mL de la muestra y 100 mL de agua destilada y se agito suavemente y rápidamente se introduce el electrodo del equipo en el vaso de precipitación y se procede a la lectura del pH.

Determinación de acidez titulable

En la determinación de la acidez titulable se hizo uso de la norma técnica (INEN 381, 1985) donde detalla los siguiente:

Se colocó 25 cm³ del vino de la flor de Jamaica en un matraz Erlenmeyer de 250 cm³. Se adiciono 50 mL de agua destilada hervida y enfriada. Se Mezcló e introducir el electrodo del medidor de pH para tomar la primera lectura. Se añadió hidróxido de sodio 0,1 N hasta alcanzar un pH 6 determinado por el medidor de pH. Se siguió añadiendo por gotas hidróxido de sodio 0,1 N hasta alcanzar un pH 7. Se continuó añadiendo varias gotas de la solución base de hidróxido de sodio 0,1N

hasta obtener un pH 8,3 determinado por el potenciómetro. Se realizó una interpolación con el fin de determinar el volumen exacto de la solución base, establecida en un pH 8,1.

La acidez titulable se determina bajo la siguiente fórmula

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Siendo:

A = g de ácido en 1000 cm³ de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N₁ = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido considerando como referencia (ácido cítrico).

V₂ = volumen de la alícuota tomada para el análisis.

Determinación de grados alcohólicos para vino y alcohol etílico

En la determinación de los grados alcohólicos se hizo uso de la norma técnica (INEN 340, 1994) donde detalla los siguientes:

En una probeta de 50 mL agregar 50 mL de la muestra que se obtuvo, posteriormente introducir el alcoholímetro dentro de la probeta por un tiempo de 10 minutos y observar el nivel del menisco.

Determinación de densidad relativa de vino y alcohol etílico

En la determinación de la densidad relativa se hizo uso de la norma técnica (INEN 391, 1986) donde detalla los siguientes:

En una balanza analítica de aproximación 0,1 mg se pesó el picnómetro limpio, seco y vacío y se registró el valor, posteriormente se llena el picnómetro con agua destilada que se encuentra a una temperatura de 15 a 18 °, procurando que se

forme burbujas de aire y finalmente se procede a tapar el picnómetro. Seguidamente se sumergió en baño maría $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 30 minutos. Tras haber pasado el tiempo se pesó en la balanza analítica y se registra el dato, el mismo picnómetro limpio y seco se colocó la muestra que se obtuvo (vino o alcohol) y se pesó y se registró el valor.

La densidad relativa a $20/20^{\circ}\text{C}$ se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Siendo:

d = densidad relativa a $20/20^{\circ}\text{C}$.

m_1 = masa del picnómetro vacío, en gramos.

m_2 = masa del picnómetro con agua, en gramos.

m_3 = masa del picnómetro con la muestra, en gramos.

Conteo de poblaciones microbianas de vino.

Por medio de soluciones seriadas, se colocó 9 mL de solución de peptona al 5% de concentración, en cada uno de los tubos de ensayo con tapa rosca, posteriormente se realizó diluciones de 10^{-4} y 10^{-3} , una vez terminada las diluciones se tomó 1 mL y se sembró en las láminas de Petri Film correspondiente a bacterias aeróbicas y microorganismos de moho - levadura, las mismas que van hacer incubadas a 38°C por 48 horas y 72 horas a temperatura ambiente, respectivamente, tras haber pasado el tiempo mencionado se realiza un conteo de las colonias presentes en las láminas de Petri Film .

Para la determinación de unidades formadoras de colonias (UFC) se usó la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{UFC}{ml}\right) = \frac{\text{Número de colonias por placa} * \text{Factor de dilución}}{\text{volumen inoculado en la placa}}$$

Determinación de acidez en alcohol étílico

En la determinación de acidez se hizo uso de la norma técnica (INEN 341, 1978) donde detalla lo siguiente:

- Determinación de acidez total

En un matraz Erlenmeyer de 500 cm³, se colocó 250 cm³ de agua destilada recientemente hervida y neutralizada, luego, se añadió 25 cm³ de muestra y 5 gotas de fenolftaleína, por último, se procedió a titular utilizando la bureta con la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio.

La determinación de acidez total en bebidas alcohólicas se efectuó mediante la siguiente fórmula:

$$AT = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Siendo:

AT = acidez total, expresada en ácido acético (g/100 cm³ de alcohol anhídrido).

V₁ = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en titulación (cm³).

G = grado alcohólico de la muestra.

- Determinación de la acidez fija

En un crisol de porcelana se colocó 25 cm³ de muestra, luego, se evaporó a sequedad dicha muestra sobre un baño de vapor. Una vez evaporado el contenido del crisol, se procedió a colocar en la estufa a una temperatura de 100°C durante 30 minutos. Transcurrido el tiempo descrito se retiró el crisol de la estufa, se disolvió y

transfirió el residuo seco empleando porciones de alcohol neutro (25 cm³) a un matraz de 500 cm³ que previamente se colocó 250 cm³ de agua destilada. Finalmente se adicionó 5 gotas de fenolftaleína y se procedió a titular utilizando la bureta con la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio.

La determinación de acidez fija en bebidas alcohólicas se efectuó mediante la siguiente fórmula:

$$AF = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Siendo:

AF = acidez fija, expresada en ácido acético (g/100 cm³ de alcohol anhídrido).

V₂ = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en titulación (cm³).

G = grado alcohólico de la muestra.

- Determinación de la acidez volátil

La acidez volátil se determinó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$AV = AT - AF$$

Siendo:

AV = acidez volátil

AT = acidez total

AF = acidez fija

Determinación de espacios libres en alcohol etílico

En la determinación de los espacios libres se hizo uso de la norma técnica (INEN 359, 1978) donde detalla lo siguiente:

Se colocó la muestra de etanol en una botella la misma que ser colocada sobre una superficie totalmente plana, se observó y se determinó la distancia que existe entre el nivel del contenido superior y borde del envase, cuidadosamente se extrajo el alcohol contenido dentro del envase y hace una limpieza de tal manera que se deja totalmente limpio y seco el envase, por lo que ahora se agrega agua destilada a $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hasta el borde del envase, con una balanza analítica se toma el peso, con una pipeta volumétrica se retiró el agua hasta el nivel que ocupada el alcohol y se registró el peso. Finalmente se registra el peso del envase totalmente vacío.

Para la determinación del espacio libre en envases que contienen bebidas alcohólicas se aplicó la siguiente fórmula:

$$EL = 100 \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1}$$

Siendo:

EL = espacio libre, en porcentaje de volumen.

m_1 = masa del envase vacío, en gramos.

m_2 = masa del envase lleno de agua destilada, en gramos.

m_3 = masa del envase con agua destilada, hasta el nivel ocupado anteriormente por el producto, en gramos.

Determinación de cenizas en alcohol etílico

En la determinación de cenizas se hizo uso de la norma técnica (INEN 348, 1978) donde detalla lo siguiente:

Se pesó con aproximación al 0,1 mg la cápsula de porcelana, misma que fue colocada sobre la mufla calentada a $525^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos. Luego, se colocó 20 cm³ de muestra en la cápsula y se evaporó en el baño María hirviente. A continuación, se calentó a temperatura moderada el extracto obtenido sobre un reverbero eléctrico hasta carbonizar el producto. Una vez que el residuo dejó de emitir vapores, se colocó la cápsula en la mufla y se calcinó durante 5 minutos a $525^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$. Se procedió a retirar la capsula y su contenido de la mufla, se dejó enfriar y se colocó 5 cm³ de agua destilada, inmediatamente, se evaporó el contenido sobre el baño María hirviente, seguidamente, se procedió a colocar nuevamente la cápsula sobre la mufla a $525^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de combustión, se retiró la cápsula de la mufla, se dejó enfriar y finalmente se pesó la cápsula con su contenido con aproximación a 0,1 mg. Para la determinación del contenido de cenizas en bebidas alcohólicas se usó la siguiente formula:

$$C = 1000 \frac{m_2 - m_1}{V}$$

Siendo:

C = contenido de cenizas (g/1000 cm³ de muestra).

m₁ = masa de la cápsula vacía, en gramos.

m₂ = masa de la cápsula con cenizas, en gramos.

V = volumen de la muestra analizada, en cm³.

Determinación de metanol en alcohol etílico atreves de pruebas toxicológicas

- **Reactivo de SCHIFF**

Según (Aguilar, 2016) En la determinación de metano en alcohol etílico se utilizó la siguiente metodología.

Para la preparación de la solución de Fuxina bisulfatada se tomó un vaso de precipitación de 250 ml, se pesó 0,1 g de fucsina básica que fue disuelta en 37,5 mL de agua destilada a una temperatura de 80 °C. Se dejó enfriar y se agregó 1,5g de bisulfito de sodio y se procedió a disolver, posteriormente, se agregó 0,75 mL de HCl concentrado, luego se afora a 50 mL con agua destilada.

Por otro lado, se tomó 1 mL de la muestra alcohólica y se añadió 1mL de permanganato de potasio al 1% de concentración, se mezcló y se adicionó 5 gotas de H₂SO₄ al 98% y de dejó reposar durante 3 minutos. Posteriormente, se añadió 10 gotas de solución saturada de ácido oxálico, observar que cambia que la solución cambia a un color madera, luego se agregó 5 gotas de H₂SO₄ al 98%. Finalmente se agregó 1 mL de la solución de fuxina bisulfata por lo se torna una coloración negativa o positiva como se muestra en figura:

Figura 5

Coloración obtenida para la determinación de metanol a través del reactivo de Schiff



Nota: Tomado de (Aguilar, 2016).

- **Ensayo con yodo e hidróxido de sodio**

En un tubo de ensayo se agregó 10 gotas de la muestra, luego se añadió 25 gotas de yodo y 10 gotas de hidróxido de sodio al 1% y mover lentamente el tubo de ensayo y se dejó reposar por 2 minutos. Tras a ver transcurrido el tiempo se observó

los cambios y reconocer si hay presencia de metanol tal como se muestra en la figura.

Figura 6

Verificación de metanol por el ensayo de yodo e hidróxido de sodio



Nota: Tomado de (Aguilar, 2016).

Determinación de la absorbancia en colorante

Se colocó en un vaso de precipitación 50 mL de colorante obtenido, posteriormente, se agrega con un gotero el colorante a la celda del espectrofotómetro se calibra el equipo y se analiza la longitud de onda expresada en nanómetros.

Determinación de rendimiento de vino

Se midió el volumen inicial que se colocó a fermentar en los frascos ámbar, posteriormente haber transcurrido los 19 días se mide el volumen que se obtiene y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{ml vino final}}{\text{ml de vino a fermentar}} \times 100$$

Determinación de rendimiento de alcohol etílico

Se midió el volumen inicial que se colocó a destilar en el embudo de destilación, posteriormente, medir el volumen obtenido del destilado (alcohol etílico).

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{ml alcohol destilado}}{\text{ml del vino a destilar}} \times 100$$

Determinación de rendimiento de colorante

Se pesó la flor de Jamaica que se utilizó para la elaboración del colorante, posteriormente, el volumen obtenido del colorante se pesa y se aplicó la siguiente la formula.

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{gramos de peso final}}{\text{gramos de peso inicial}} \times 100$$

Capítulo IV

Resultados

Análisis de Varianza para el vino

Análisis de varianza para la variable rendimiento en vino

Tabla 22

Análisis de varianza, para rendimiento.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	26,1075	1	26,1075	104,63	0,0001
B: Levadura	6,2208	1	6,2208	24,93	0,0025
Réplica	0,0072	2	0,0036	0,01	0,9857
AB	0,1365	1	0,1365	0,55	0,4874
Error	1,4971	6	0,2495		
Error total	33,9692	11			

Como se puede apreciar en la tabla 22, existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona) y B (Levadura), bajo un Valor-P = 0,0001 y 0,0025 respectivamente, sin embargo, en las réplicas y la interacción de los factores A*B, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable densidad relativa en vino

Tabla 23

Análisis de Varianza, para la variable densidad relativa

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0002	1	0,0002	18,75	0,0049
B: Levadura	0,0001	1	0,0001	6,75	0,0408
Réplica	0,0001	2	0,0000	3,00	0,1250

AB	0,0007	1	0,0007	60,75	0,0002
Error	0,0001	6	0,0000		
Error total	0,0011	11			

Mediante la tabla 23, se expone una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura) y la interacción de los factores A*B, corroborado por el Valor-P = 0,0049; 0,0408 y 0,0025 respectivamente, de forma contraria en la réplica, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable acidez en vino

Tabla 24

Análisis de Varianza, para la variable Acidez.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0445	1	0,0445	2,44	0,1696
B: Levadura	0,0632	1	0,0632	3,46	0,1123
Réplica	0,0390	2	0,0195	1,07	0,4015
AB	0,0027	1	0,0027	0,15	0,7125
Error	0,1097	6	0,0183		
Error total	0,2591	11			

Como se visualiza en la tabla 24, no existió diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura), la interacción de los factores A*B y réplica, bajo un Valor-P mayor a 0,05 en todos los casos.

Análisis de varianza para la variable pH en vino

Tabla 25

Análisis de Varianza, para la variable pH.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0137	1	0,0137	5,31	0,0607

B: Levadura	0,0023	1	0,0023	0,88	0,3840
Réplica	0,0055	2	0,0028	1,07	0,4001
AB	0,0005	1	0,0005	0,18	0,6844
Error	0,0154	6	0,0026		
Error total	0,0374	11			

De acuerdo a lo expuesto en la tabla25, no existió diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura), la interacción de los factores A*B y réplica, bajo un Valor-P mayor a 0,05 en todos los casos.

Análisis de varianza para el variable grado alcohólico en vino

Tabla 26

Análisis de Varianza, para la variable grado alcohólico.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	3,3391	1	3,3391	133,74	0,0000
B: Levadura	12,1807	1	12,1807	487,88	0,0000
Réplica	0,6962	2	0,3481	13,94	0,0056
AB	0,0037	1	0,0037	0,15	0,7145
Error	0,1498	6	0,0250		
Error total	16,3694	11			

Mediante la tabla 26, se muestra una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura) y la réplica, bajo un Valor-P = 0,0000; 0,0000 y 0,0056 respectivamente, mientras que en la interacción de los factores A*B, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable recuento de bacterias aerobias en vino

Tabla 27

Análisis de Varianza, para la variable recuento de bacterias aerobias.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0025	1	0,0025	586,84	0,0000
B: Levadura	0,0139	1	0,0139	3280,02	0,0000
Réplica	0,0000	2	0,0000	2,49	0,1632
AB	0,0018	1	0,0018	412,25	0,0000
Error	0,0000	6	0,0000		
Error total	0,0182	11			

De acuerdo a la tabla 27, puede identificar que existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura) y la interacción de los factores A*B, bajo un Valor-P = 0,0000 en todos los casos, mientras que en la réplica, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable recuento de poblaciones de levadura en vino

Tabla 28

Análisis de Varianza, para la variable recuento de poblaciones de levadura.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,000003	1	0,000003	9,00	0,0240
B: Levadura	0,000000	1	0,000000	0,00	1,0000
Réplica	0,000002	2	0,000001	3,00	0,1250
AB	0,000000	1	0,000000	0,00	1,0000
Error	0,000002	6	0,000000		
Error total	0,000007	11			

En la tabla 28 se muestra, que no se presentó diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura), la interacción de los factores A*B y réplica, bajo un Valor-P mayor a 0,05 en todos los casos.

Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zonas de obtención)

Tabla 29

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A.

	Rendimiento (%)	Densidad relativa (g/cc)	Acidez titulable (g/ml)	pH (%)	Grado alcohólico (%)	Aerobios (UFC/mL)	Moho y Levadura (UFC/mL)
Cotacachi	92,723 ^b	1,042 ^b	0,456 ^a	2,378 ^a	8,475 ^b	0,036 ^b	0,002 ^a
Tena	95,673 ^a	1,05 ^a	0,578 ^a	2,445 ^a	9,53 ^a	0,065 ^a	0,001 ^b

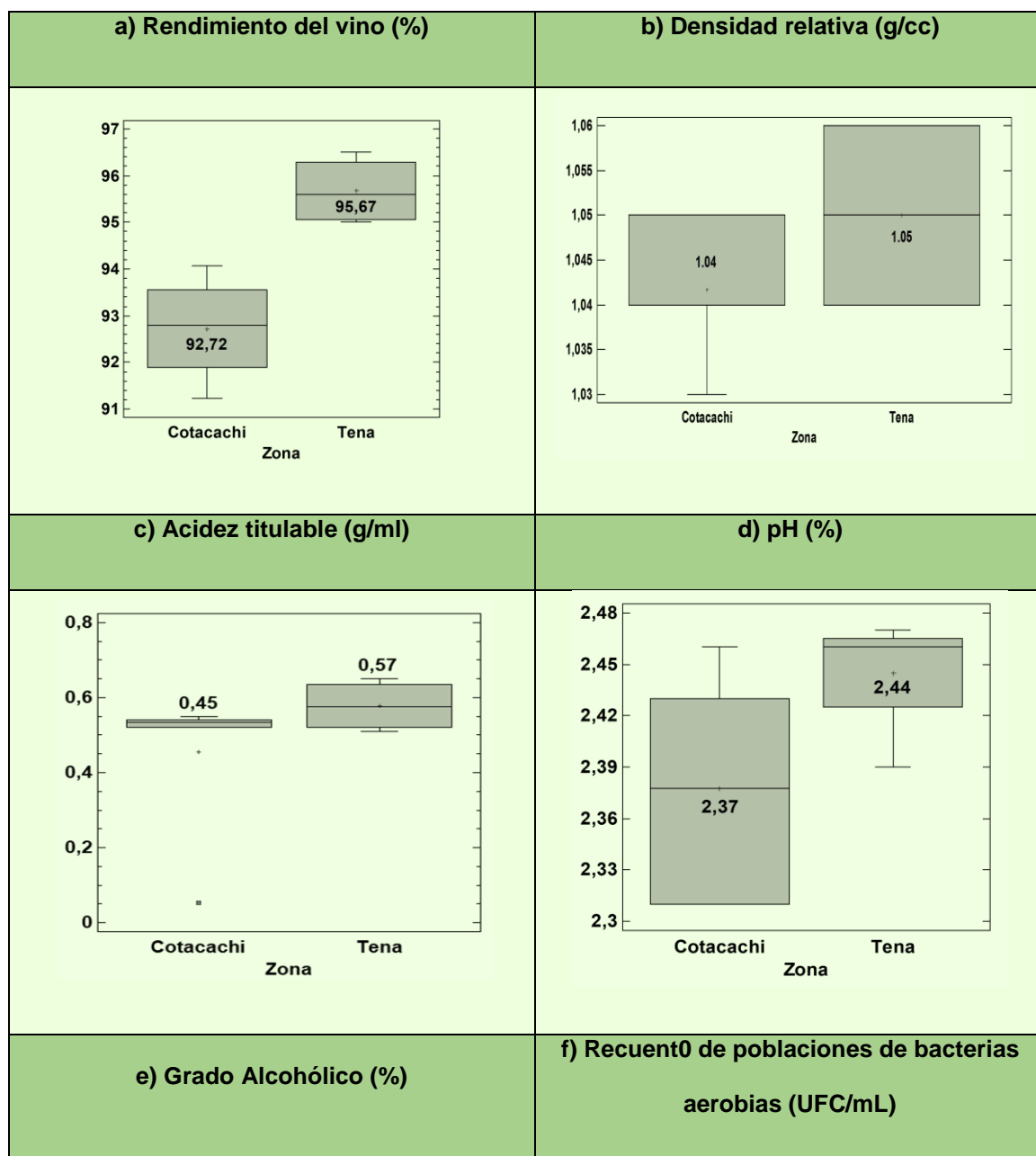
*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

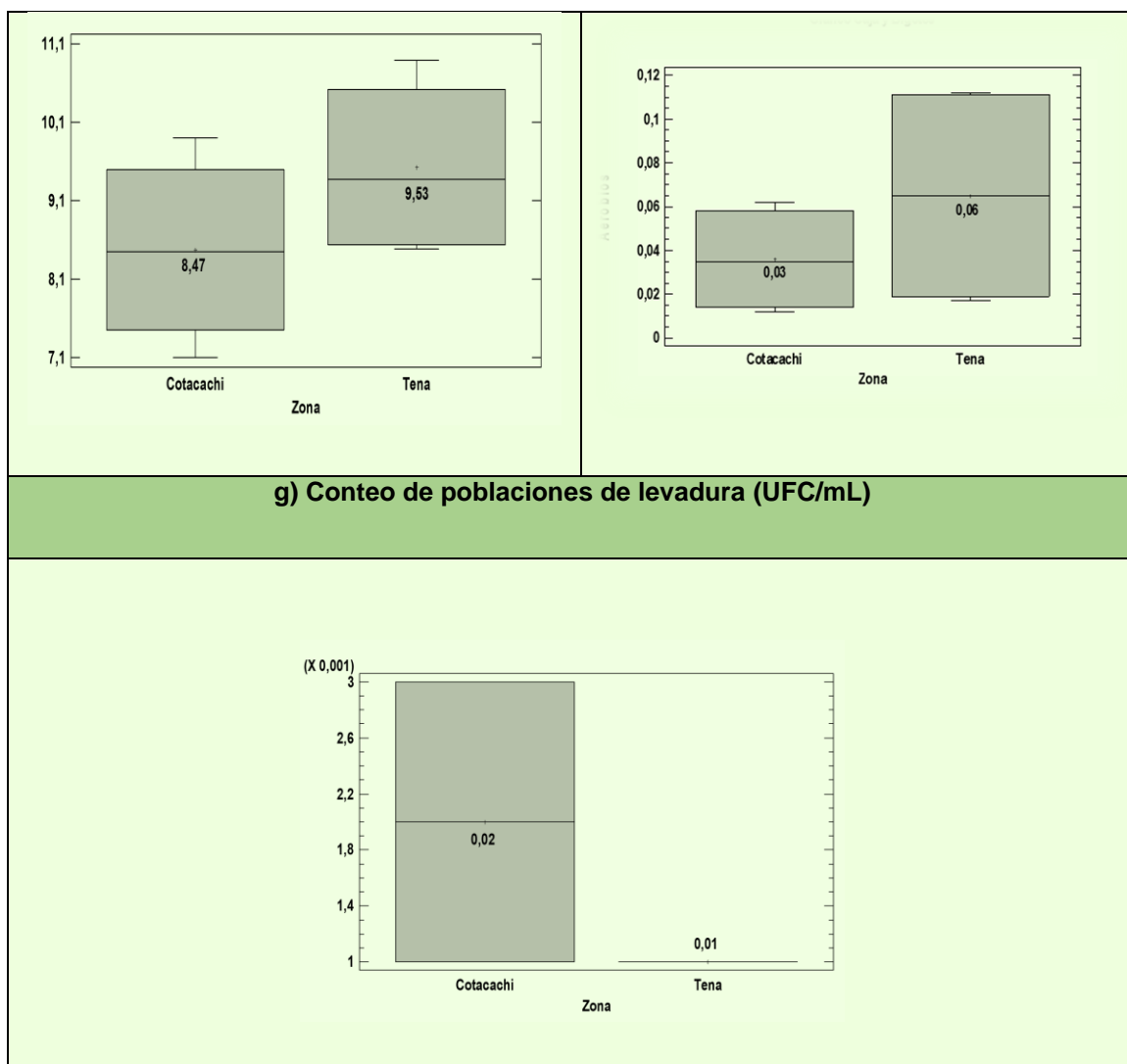
En la tabla 29 y la figura 7, mediante el análisis de Tukey se exponen los resultados generados en cuanto al factor A (Zona), en donde se ha logrado identificar que: en cuanto a rendimiento de flor de Jamaica procedente de El Tena (95,673 %) presentó mejor rendimiento que la producida en Cotacachi (92,723%), en lo que respecta a densidad relativa la flor de Jamaica producida en El Tena (1,05g/cc), presenta mejores valores que la de Cotacachi (1,042g/cc), en grados alcohólicos, se observó mejores resultados en el producto proveniente de El Tena (9,53%), mientras que la flor de Jamaica procedente de Cotacachi (8,475 en %) presentó los valores más bajos, al considerar los Aerobios la zona de El Tena logró obtener 0,065 UFC/ml estableciéndose como la mejor opción, al presentar los más altos resultados, de forma contraria Cotacachi presentó los valores más reducidos en dicha variable (0,036 UFC/ml). Finalmente Moho y Levadura, fue la variable donde Cotacachi presentó los valores más elevados (0,002 UFC/ml), en comparación con

El Tena (0,001 UFC/ml). Cabe recalcar que no existió diferencia significativa en cuanto a las variables acidez titulable y el pH del vino, existiendo valores similares estadísticamente en las dos localidades.

Figura 7

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A.





Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (tipo de Levadura)

Tabla 30

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B.

	Rendimiento (%)	Densidad relativa (g/cc)	Acidez titulable (g/ml)	pH (%)	Grado alcohólico (%)	Aerobios (UFC/mL)	Moho y Levadura (UFC/mL)
S.C.	93,478 ^b	1,043 ^b	0,444 ^a	2,425 ^a	7,995 ^b	0,016 ^b	0,002 ^a
S.C.A.F.J.	94,918 ^a	1,048 ^a	0,589 ^a	2,3975 ^a	10,01 ^a	0,085 ^a	0,002 ^a

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

*S.C.= *Saccharomyces cerevisiae*

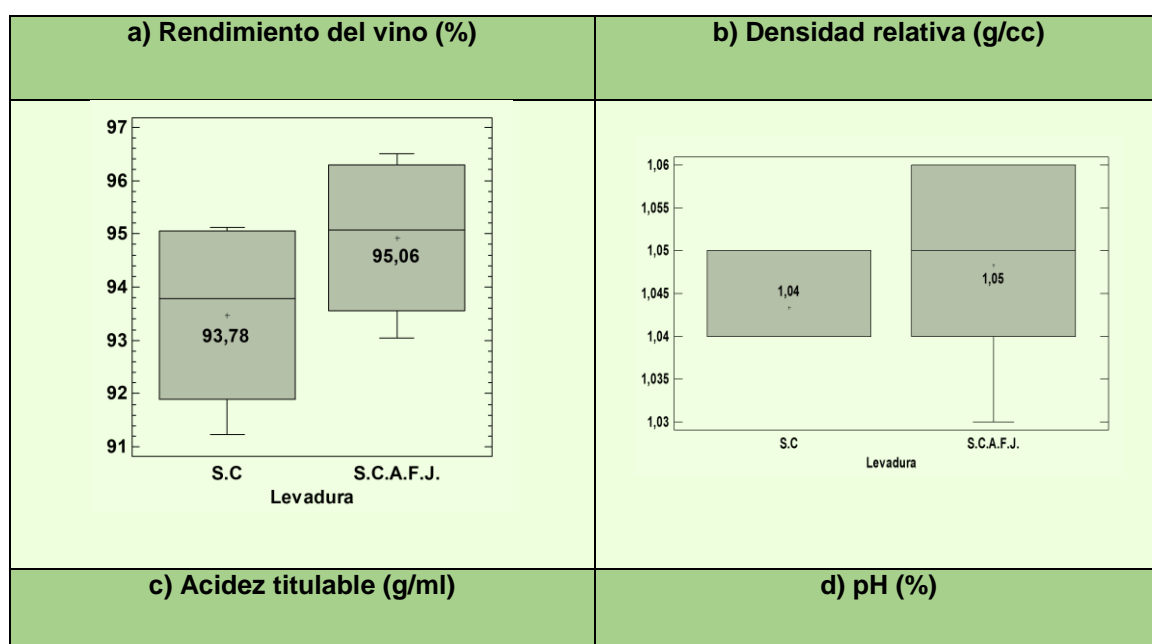
*S.C.A.F.J.= *Saccharomyces cerevisiae* adaptado a la flor de Jamaica

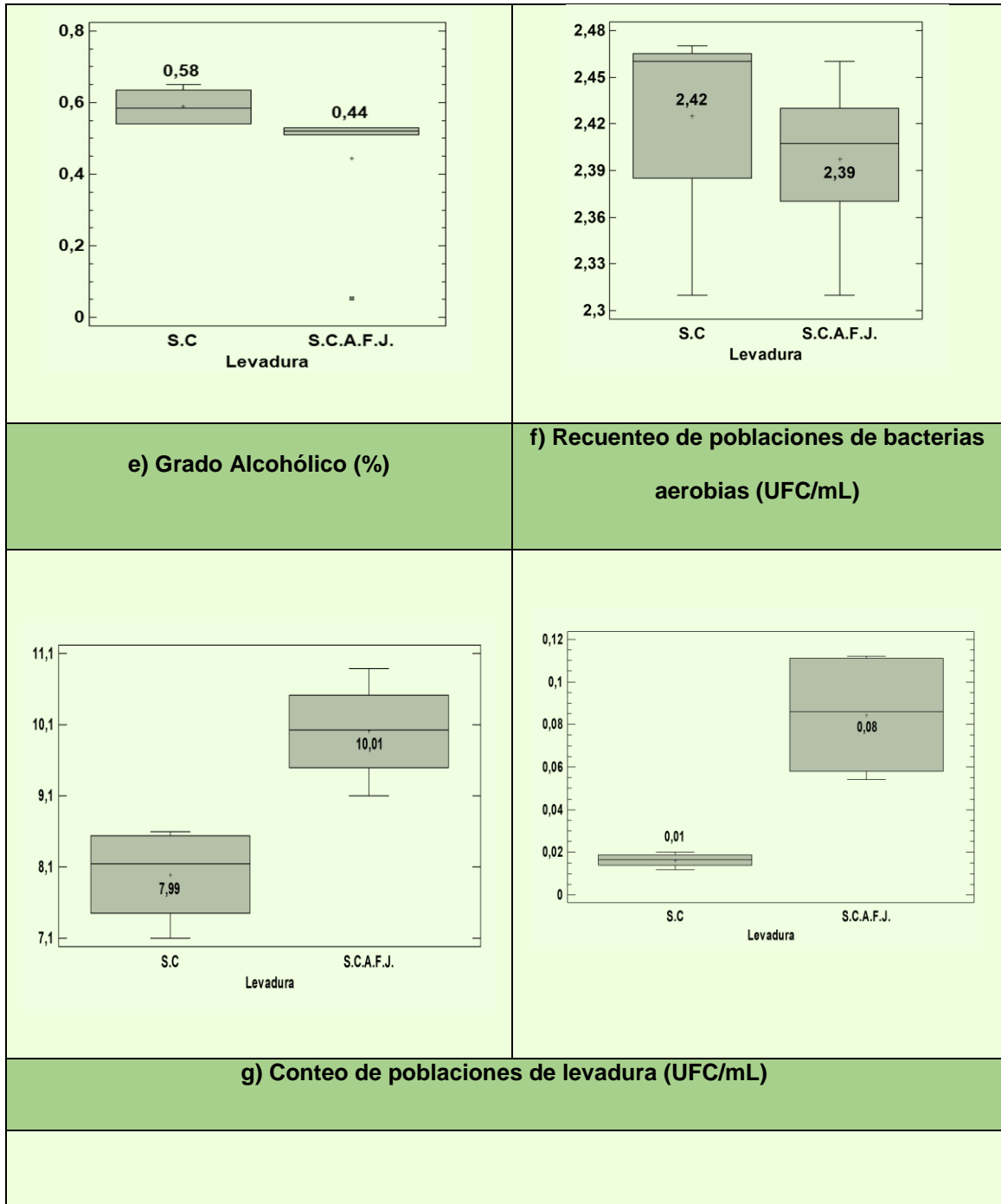
La tabla 30 y figura 8, se permitió identificar, que no hay diferencia significativa en cuanto a las variables acidez titulable, pH y moho y levadura, es decir el tipo de levadura estudiado, no influye en las mencionadas variables, en el proceso de obtención del vino de Jamaica.

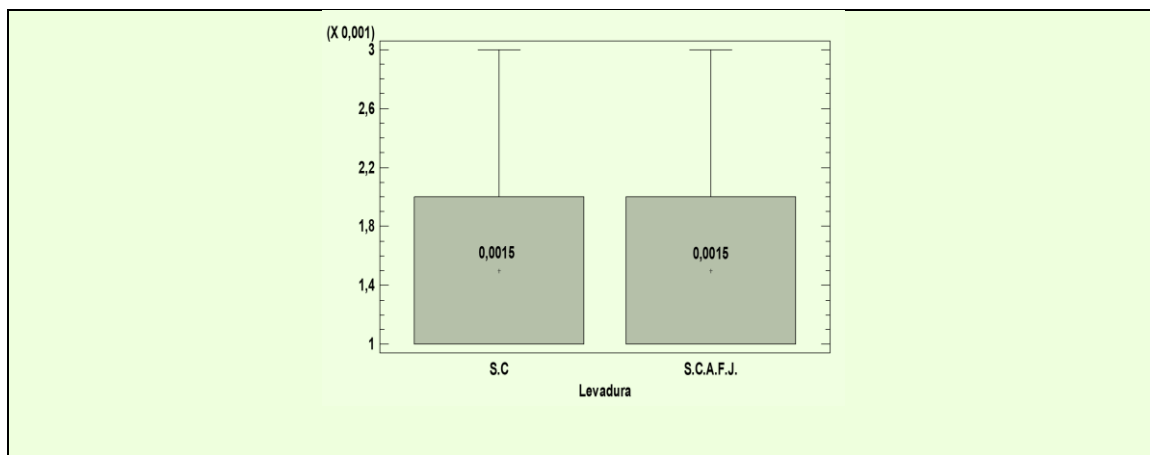
Por otra parte, en cuanto a las variables rendimiento S.C.A.F.J. (94,918%), presentó los mejores resultados que *Saccharomyces cerevisiae* (93,478%), mientras que en la densidad relativa S.C.A.F.J. (1,048g/cc) presentó los mejores valores, mientras que S.C. obtuvo los niveles más bajos (1,043g/cc), de la misma manera al considerar el grado alcohólico S.C.A.F.J. (10,01%) logró obtener los más altos resultados, por ende S.C. expresó los menores grados de alcohol (7,995%), así mismo en cuanto a la presencia de aerobios S.C.A.F.J. (0,085 UFC/ml), expuso los valores más altos, que S.C. (0,016 UFC/ml).

Figura 8

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B.







Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas para el vino.

Tabla 31

Tabla de interacciones de los factores A y B

Factor A (Zona)	Factor B (Levadura)	Rendimiento (%)	Densidad relativa (g/cc)	Acidez titulable (g/ml)	pH (%)	Grado alcohólico (%)	Aerobios (UFC/mL)	Moho y Levadura (UFC/mL)
Cotacachi	S.C.	91,90 ^a	1,05 ^b	0,54 ^a	2,39 ^a	7,45 ^a	0,014 ^a	0,002 ^a
Cotacachi	S.C.A.F.J.	93,55 ^b	1,04 ^a	0,37 ^a	2,37 ^a	9,50 ^c	0,058 ^b	0,002 ^a
Tena	S.C.	95,06 ^c	1,04 ^{ab}	0,64 ^a	2,47 ^a	8,54 ^b	0,019 ^a	0,001 ^a
Tena	S.C.A.F.J.	96,29 ^c	1,06 ^c	0,52 ^a	2,43 ^a	10,52 ^d	0,111 ^c	0,001 ^a

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

Como se puede visualizar en la tabla 31 y la figura 9, en cuanto a la variable rendimiento, se aprecia que la interacción de El Tena*S.C.A.F.J. generó los mejores rendimientos (96,29%), seguidos de El Tena*S.C. (95,06%), de forma contraria, la interacción de Cotacachi*S.C, expuso los más bajos rendimientos (91,90%).

En el caso de la densidad relativa, la interacción de El Tena*S.C.A.F.J. presentó los mejores resultados (1,06 g/cc), seguido de Cotacachi*S.C. (1,05 g/cc), mientras que las restantes interacciones generaron valores aparentes.

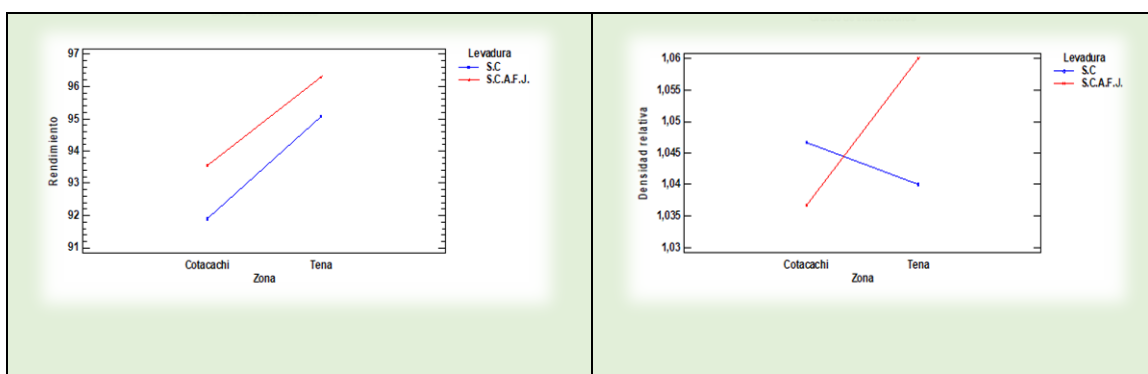
Así mismo en la variable que mide el grado alcohólico del vino, la interacción de El Tena*S.C.A.F.J., mostró los más altos grados dentro del ensayo (10,52%), seguido de la interacción de Cotacachi* S.C.A.F.J. (9,50%), por otra parte, se estableció a la interacción de Cotacachi* S.C., como la que menos grados de alcohol genera (7,45%).

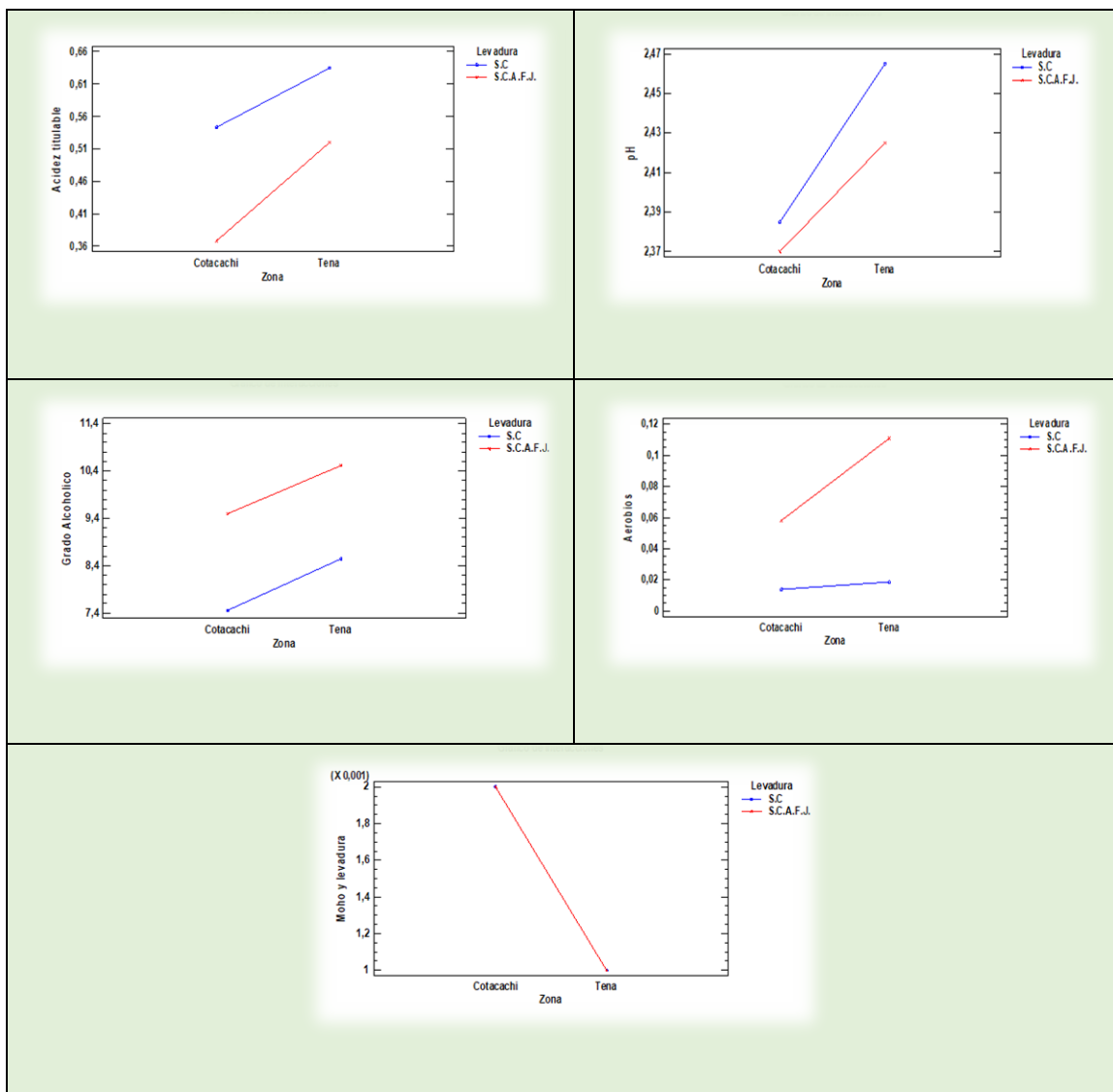
Dentro de la evaluación de los aerobios, se logró identificar que la interacción de El Tena*S.C.A.F.J., generó la mayor concentración de aerobios (0,111 UFC/ml), de forma contraria las interacciones de Cotacachi* S.C. (0,014 UFC/ml) y El Tena *S.C.A.F.J. (0,019 UFC/ml) se establecieron como las que presentaron menores cantidades de aerobios.

Por otra parte, en las variables acidez titulable, pH y moho-levadura (conteo de microorganismos), no existió diferencia significativa entre las variables y factores evaluados.

Figura 9

*Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas.*





Análisis de varianza para el alcohol etílico

Análisis de varianza para la variable rendimiento en alcohol etílico

Tabla 32

Análisis de Varianza, para la variable rendimiento.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	12,2715	1	12,2715	15,98	0,0071
B: Levadura	78,5664	1	78,5664	102,34	0,0001
Réplica	1,1026	2	0,5513	0,72	0,5253
AB	5,4473	1	5,4473	7,1	0,0373

Error	4,6063	6	0,7677
Error total	101,9940	11	

Como se puede apreciar en la tabla 32, existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona) y B (Levadura), bajo un Valor-P = 0,0071 y 0,0001 respectivamente, sin embargo, en la réplica y la interacción de los factores A*B, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable acidez total en alcohol etílico.

Tabla 33

Análisis de Varianza, para la variable acidez total.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	4,1067	1	4,1067	1162,27	0,0000
B: Levadura	0,0048	1	0,0048	1,36	0,2880
Réplica	0,0032	2	0,0016	0,45	0,6559
AB	0,0027	1	0,0027	0,76	0,4156
Error	0,0212	6	0,0035		
Error total	4,1386	11			

Mediante la tabla 33, se expone una diferencia significativa, solo en el factor A (Zona), lo que es corroborado por el Valor-P = 0,0000, de forma contraria en el factor B, la interacción de los factores A*B y la réplica, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable cenizas en alcohol etílico.

Tabla 34

Análisis de Varianza, para la variable ceniza.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0378	1	0,0378	36,73	0,0009

B:					
Levadura	0,0023	1	0,0023	2,24	0,1847
Réplica	0,0001	2	0,0001	0,05	0,9506
AB	0,0005	1	0,0005	0,44	0,5329
Error	0,0062	6	0,0010		
Error total	0,0468	11			

Como se visualiza en la tabla 34, existió diferencia significativa, en el factor A (Zona), bajo un Valor-P = 0,0009, mientras que en el factor B (Levadura), la interacción de los factores A*B y la réplica, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable densidad relativa en alcohol etílico.

Tabla 35

Análisis de Varianza, para la variable densidad relativa.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0001	1	0,0001	0,90	0,3794
B:					
Levadura	0,0000	1	0,0000	0,00	1,0000
Réplica	0,0000	2	0,0000	0,00	1,0000
AB	0,0001	1	0,0001	0,90	0,3794
Error	0,0005	6	0,0001		
Error total	0,0007	11			

De acuerdo a lo expuesto en la tabla 35, no existió diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura), la interacción de los factores A*B y réplica, bajo un Valor-P mayor a 0,05 en todos los casos.

Análisis de varianza para la variable espacios libre en alcohol etílico.

Tabla 36

Análisis de Varianza, para la variable espacios libres.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
---------------------	-------------------	--------------------	----------------	---------	---------

A: Zona	103,1070	1	103,1070	18,43	0,0051
B: Levadura	132,1690	1	132,1690	23,63	0,0028
Réplica	0,9870	2	0,4935	0,09	0,9167
AB	0,0204	1	0,0204	0,00	0,9538
Error	33,5611	6	5,5935		
Error total	269,8450	11			

Mediante la tabla 36, se muestra una diferencia significativa, en el factor A (Zona) y B (Levadura), bajo un Valor-P = 0,0051 y 0,0028 respectivamente, mientras que en la réplica y la interacción de los factores A*B, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable grado alcohólico en alcohol etílico.

Tabla 37

Análisis de Varianza, para la variable grado alcohólico.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	67,6875	1	67,6875	295,36	0,0000
B: Levadura	82,6875	1	82,6875	360,82	0,0000
Réplica	6,1250	2	3,0625	13,36	0,0062
AB	15,1875	1	15,1875	66,27	0,0002
Error	1,3750	6	0,2292		
Error total	173,0630	11			

De acuerdo a la tabla 37, puede identificar que existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Levadura), réplica e interacción de los factores A*B, bajo un Valor-P menor a 0,05 en todos los casos.

Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zonas de obtención) en la evaluación del Etanol

Tabla 38

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A.

	Rendimiento (%)	Acidez total (g/100 ml)	Ceniza (g/1000 cc)	Densidad relativa (g/cc)	Espacios Libres (%)	Grado alcohólico (%)
Cotacachi	21,67 ^b	0,165 ^b	0,36 ^a	0,95 ^a	62,543 ^b	29,25 ^b
Tena	23,69 ^a	1,335 ^a	0,25 ^b	0,94 ^a	68,405 ^a	34 ^a

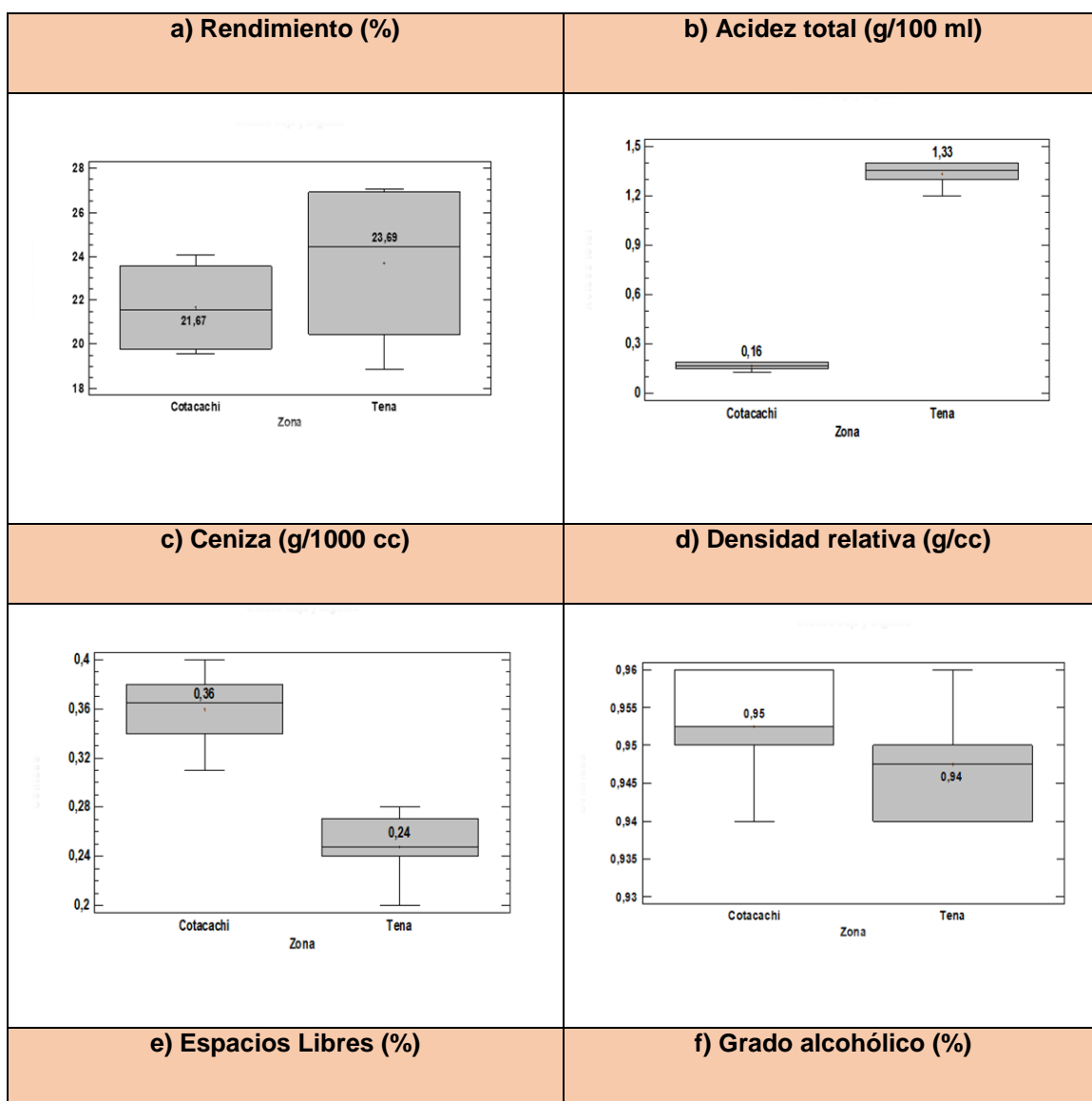
*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

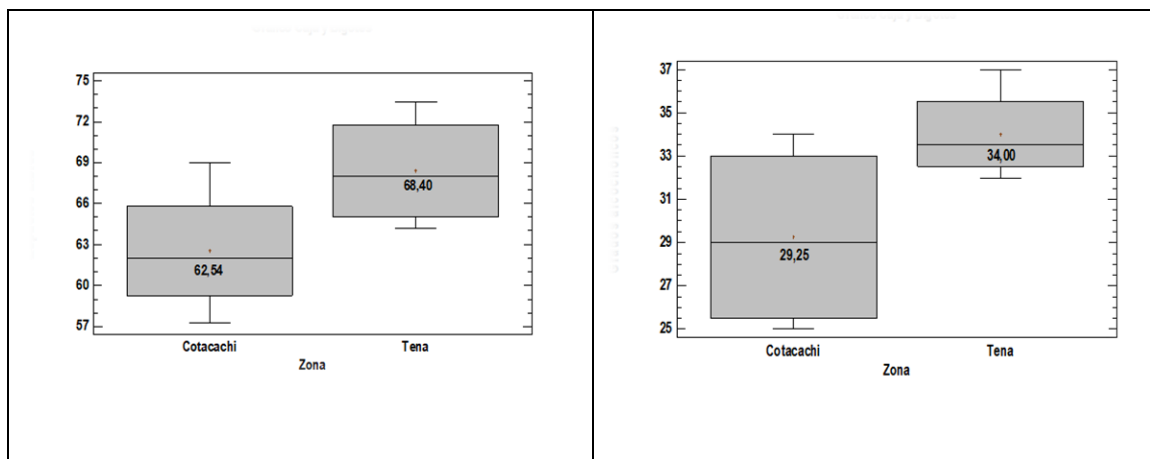
Mediante la tabla 38 y figura 10, se ha logrado identificar, que existe diferencia significativa: en cuanto a la variable rendimiento, El Tena obtuvo los más altos rendimientos de alcohol etílico (23,69%), mientras que la zona de Cotacachi se impuso como la zona con los menores rendimientos obtenidos (21,67%), por otra parte, en cuanto a la acidez total la zona de El Tena también presentó las medias más altas del ensayo (1,335 g/100ml), siendo en este caso Cotacachi la localidad con la menor cantidad de acidez total presentada (0,165 g/100ml), al considerar el contenido de ceniza en el alcohol etílico proveniente del vino de Jamaica se identificó que la zona de Cotacachi, presentó la mayor proporción en el ensayo (0,36 g/100ml), mientras que El Tena genero los más bajos valores (0,25 g/100ml), en cuanto a la proporción de espacios libres, El Tena expuso un mayor grado de espacios libres (68,405%), de forma contraria el menor grado contenido fue generado por Cotacachi (62,543%), al estimar el grado alcohólico del vino de identificó a El Tena como la zona que genera la mayor proporción alcohólica (34%), en comparación con Cotacachi (29,25%).

Finalmente, en la variable densidad relativa, no existió diferencia significativa, afirmando que no importa la zona de donde provenga la materia prima, para la obtención de ceniza en el alcohol etílico proveniente del vino de Jamaica.

Figura 10

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A en la evaluación del alcohol etílico





Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (Tipo de Levadura), para el estudio del Etanol

Tabla 39

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B, en el estudio de alcohol etílico.

	Rendimiento (%)	Acidez total (g/100 ml)	Ceniza (g/1000 cc)	Densidad relativa (g/cc)	Espacios Libres (%)	Grado alcohólico
S.C.	20,12 ^b	0,77 ^a	0,29 ^a	0,95 ^a	62,155 ^b	29 ^b
S.C.A.F.J.	25,24 ^a	0,73 ^a	0,318 ^a	0,95 ^a	68,793 ^a	34,25 ^a

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

*S.C.= *Saccharomyces cerevisiae*

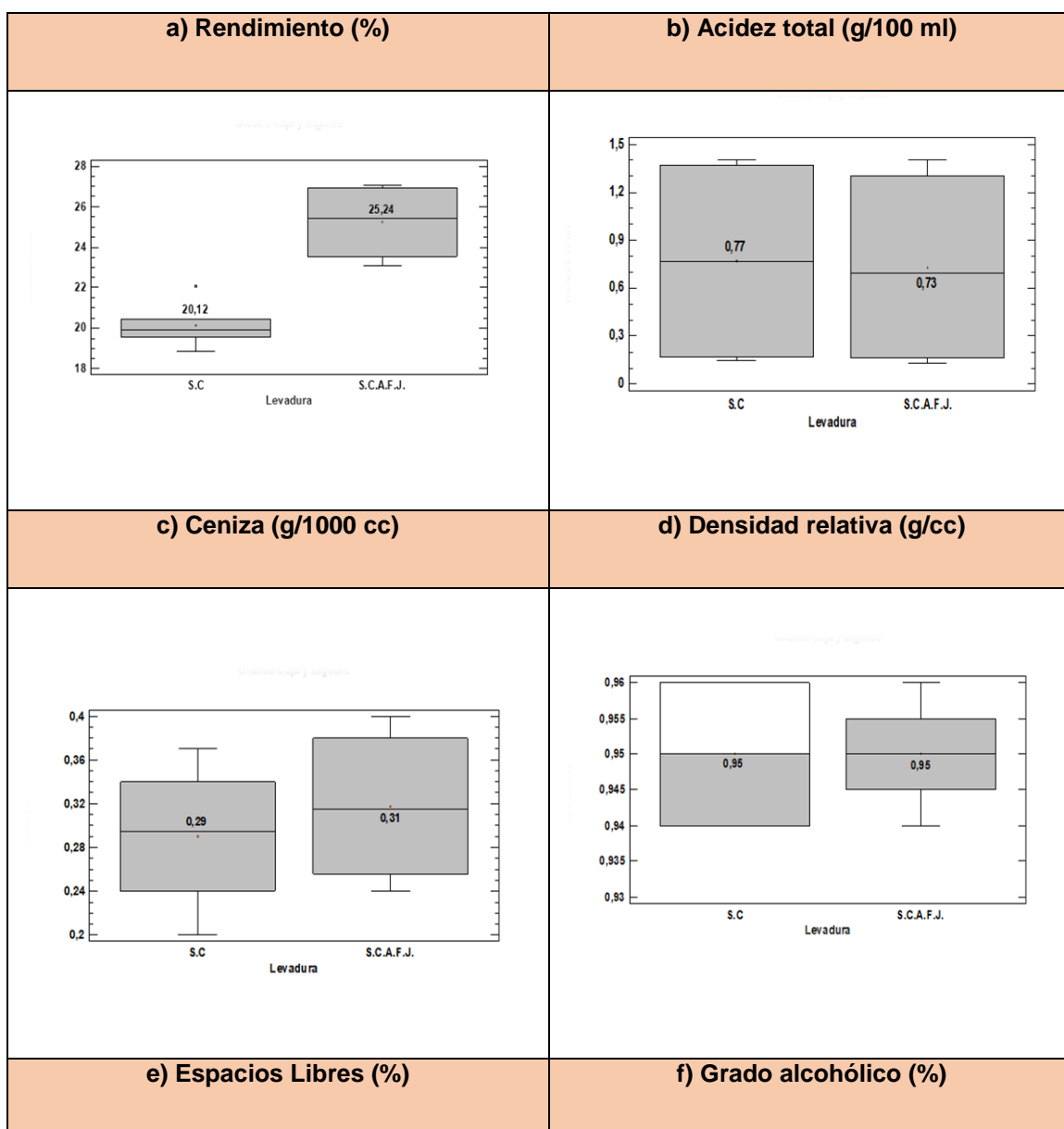
*S.C.A.F.J.= *Saccharomyces cerevisiae* adaptado a la flor de Jamaica

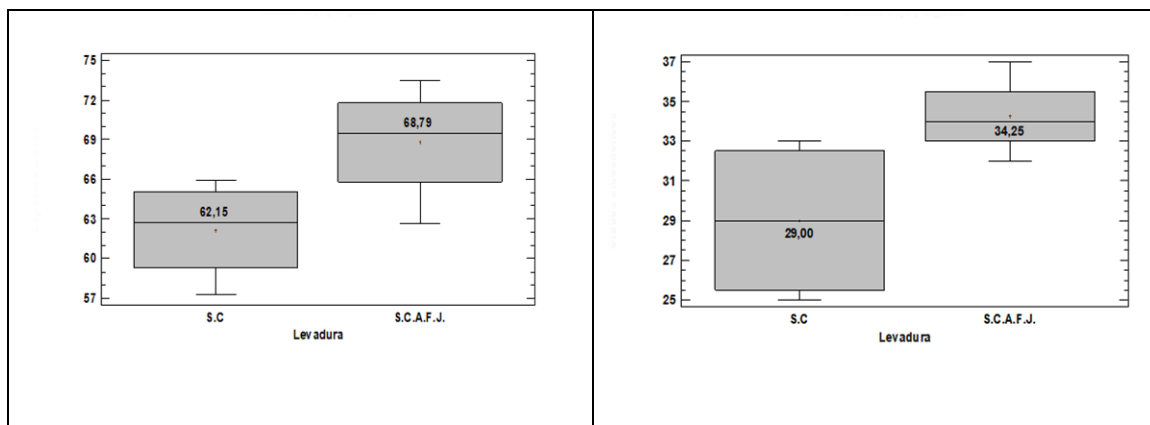
A través de la tabla 39 y figura 11, se ha logrado identificar, que no hay diferencia significativa dentro del factor B, en cuanto a las variables acidez total, ceniza y densidad relativa, de forma contraria existió diferencia significativa en las variables: rendimiento en donde S.C.A.F.J., obtuvo los más altos rendimientos de alcohol etílico (25,24%), mientras que la zona de S.C. generó los menores rendimientos obtenidos (20,12%), por otra parte, en cuanto a la proporción de espacios libres, S.C.A.F.J. expuso un mayor grado de espacios libres (68,793%), de

forma contraria el menor grado contenido fue generado por S.C. (62,155%), finalmente al estimar el grado alcohólico del vino se identificó a S.C.A.F.J. como la zona que genera la mayor proporción alcohólica (34,25%), en comparación con S.C. (29%).

Figura 11

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B, en el análisis del alcohol etílico





Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas.

Tabla 40

Tabla de interacciones de los factores A y B

Factor A (Zona)	Factor B (Levadura)	Rendimiento (%)	Acidez total (g/100 ml)	Ceniza (g/1000 cc)	Densidad relativa (g/cc)	Espacios Libres (%)	Grado alcohólico (%)
Cotacachi	S.C.	19,79 ^a	0,17 ^a	0,34 ^c	0,95 ^a	59,27 ^a	25,50 ^a
Cotacachi	S.C.A.F.J.	23,55 ^b	0,16 ^a	0,38 ^c	0,95 ^a	65,82 ^{ab}	33,00 ^b
Tena	S.C.	20,46 ^a	1,37 ^b	0,24 ^a	0,95 ^a	65,05 ^a	32,50 ^b
Tena	S.C.A.F.J.	26,93 ^c	1,30 ^b	0,25 ^{ab}	0,95 ^a	71,77 ^b	35,50 ^c

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

Como se puede visualizar en la tabla 40 y la figura 12, en cuanto a la variable rendimiento, se aprecia que la interacción de El Tena *S.C.A.F.J. generó los mejores rendimientos (26,93%), seguidos de Cotacachi* S.C.A.F.J. (23,55%), de forma contraria, la interacción restantes interacciones presentaron los más bajos rendimientos.

En el caso de la acidez titulable, la interacción de El Tena tanto S.C., y S.C.A.F.J., presentaron los mejores resultados los cuales fueron de 1,37 y 1,30 g/100ml respectivamente, mientras que la interacción Cotacachi* S.C.A.F.J. (0,16 g/100ml) generó los más bajos resultados.

Así mismo en la variable que mide la cantidad de ceniza del etanol obtenido a partir del vino de Jamaica, la interacción Cotacachi* S.C.A.F.J. mostró los más altos niveles dentro del ensayo (0,38 g/1000cc), seguido de la interacción de Cotacachi* S.C. (0,34 g/1000cc), por otra parte, se estableció a la interacción de El Tena*S.C., como la que menos niveles de ceniza genera (0,24 g/1000cc).

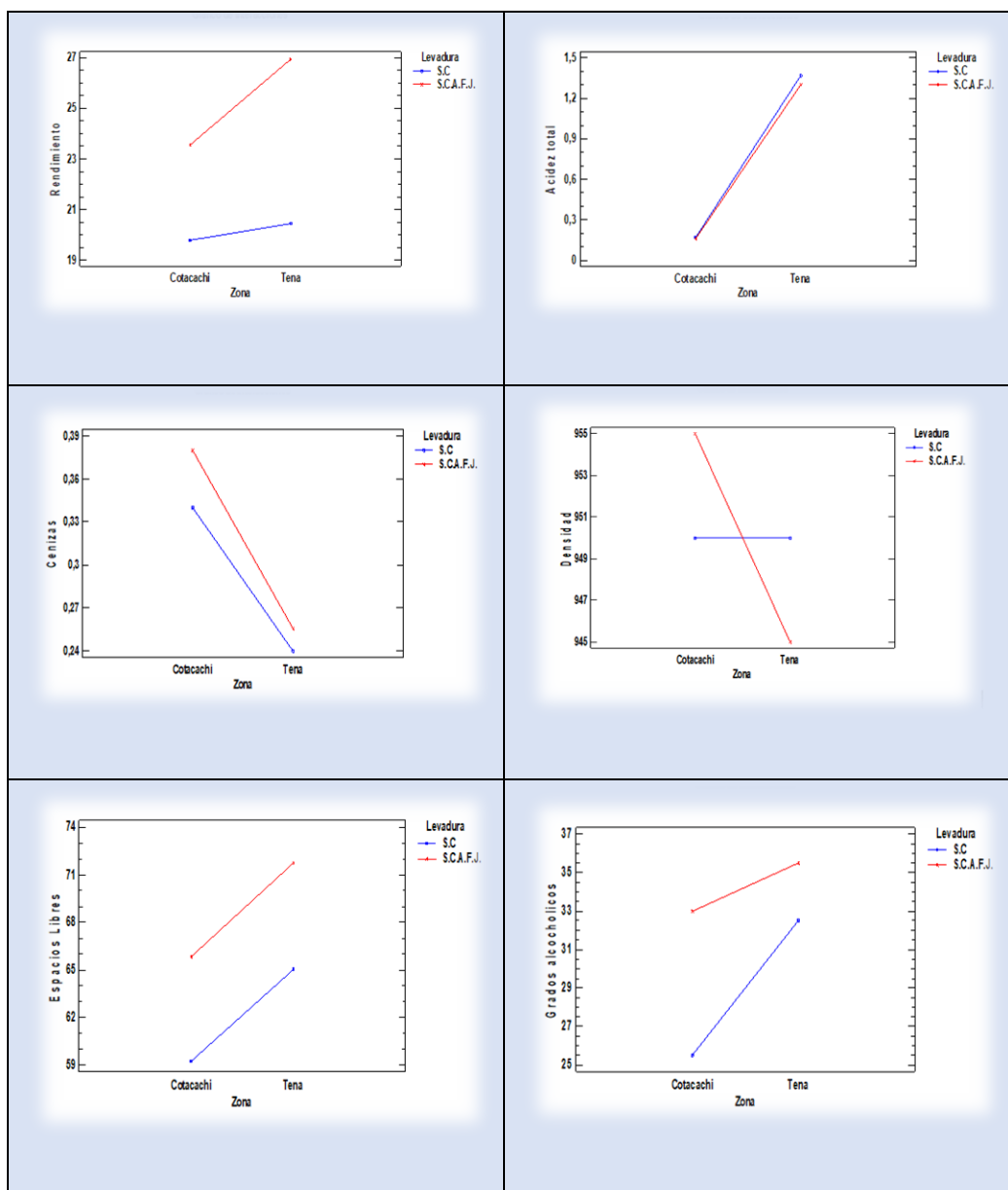
Dentro de la evaluación de los espacios libre, se logró identificar que la interacción de El Tena *S.C.A.F.J., generó la mayor concentración (71,77%), seguido de la interacción de Cotacachi*S.C.A.F.J. (65,82%), de forma contraria la interacción de Cotacachi* S.C. (59,27%) se estableció como las que presentaron menores cantidades de espacio libres.

En cuanto a la variable que mide el contenido alcohólico, la interacción de El Tena* S.C.A.F.J. mostró los más altos niveles dentro del ensayo (35,50%), seguido de la interacción de Cotacachi*S.C.A.F.J. (33,00%), por otra parte, se estableció a la interacción de Cotacachi*S.C., como la que menos niveles de alcohol genera (25,50%).

Por otra parte, en la variable densidad relativa, no existió diferencia significativa entre las variables y factores evaluados.

Figura 12

Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en el alcohol etílico.



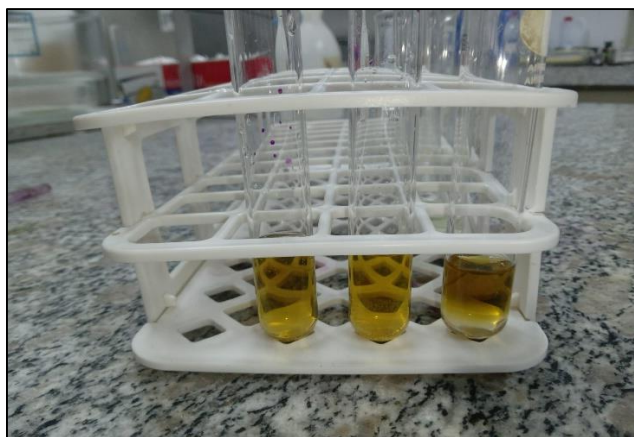
➤ **Evaluación del etanol utilizando el reactivo de Schiff**

En cuanto al uso del reactivo Schiff en Etanol, mediante la presente investigación, se logró identificar una coloración café (leve presencia de metano) como se visualiza en la figura 13, es decir positivo (baja proporción) a la presencia

de metanol, en todas las muestras evaluadas, es decir, no se encontró diferencia, tanto en la zona, como en el tipo de levadura utilizada.

Figura 13

Imagen de los resultados, al aplicar el reactivo Schiff en alcohol etílico.



➤ Prueba de Yodo en el Etanol obtenido a partir del vino de Jamaica.

Como se expone en la figura 14, dentro de las muestras evaluadas, se logró identificar una coloración amarillenta con lo que se confirma la presencia de etanol, quedando descartada la presencia de metanol, en todas las muestras evaluadas, sin importar la zona de procedencia o la levadura usada, en la fermentación.

Figura 14

Ensayo de yodo e hidróxido de sodio en alcohol etílico



Análisis de varianza para el colorante

Análisis de varianza para la variable rendimiento en colorante.

Tabla 41

Análisis de Varianza, para la variable rendimiento.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	202,2940	1	202,2940	65,58	0,0002
B: Solvente	11,3102	1	11,3102	3,67	0,1040
Réplica	9,7020	2	4,8510	1,57	0,2824
AB	2,4210	1	2,4210	0,78	0,4097
Error	18,5069	6	3,0845		
Error total	244,2340	11			

A través de la tabla 41, se expone el análisis de varianza correspondiente al rendimiento del colorante extraído de la flor de Jamaica, se identificó una diferencia significativa, únicamente en el factor A (Zona) bajo un Valor-P = 0,0002 es decir no importa el tipo de solvente que se utilice (Alcohol o Agua destilada), en rendimiento solo depende de la locación proveniente de su materia prima. Mientras que en el factor B, la interacción de los factores A*B y la réplica, no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable pH en colorante.

Tabla 42

Análisis de Varianza, para la variable pH.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,0721	1	0,0721	498,98	0,0000
B: Solvente	2,9304	1	2,9304	20287,44	0,0000
Réplica	0,0005	2	0,0002	1,62	0,2746
AB	0,0547	1	0,0547	378,52	0,0000

Error	0,0009	6	0,0001
Error total	3,0585	11	

Como se puede apreciar en la tabla 42, existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Tipo de diluyente) y la interacción de A*B, bajo un Valor-P = 0,0000 en todos los casos, con lo que se confirma que el colorante extraído de la flor de Jamaica varía significativamente, según la localización de la materia prima y el tipo de líquido con el que se disuelve.

Análisis de varianza para la variable absorbancia en colorante.

Tabla 43

Análisis de Varianza, para la variable absorbancia.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zona	0,1657	1	0,1657	14,73	0,0086
B: Solvente	0,1704	1	0,1704	15,15	0,0080
Réplica	0,0313	2	0,0156	1,39	0,3191
AB	0,6487	1	0,6487	57,69	0,0003
Error	0,0675	6	0,0112		
Error total	1,0835	11			

Mediante la tabla 43, se ha logrado exponer, que existe una diferencia significativa, en el factor A (Zona), B (Tipo de diluyente) y la interacción de A*B, a través de un Valor-P = 0,0086; 0,0080 y 0,0003 respectivamente, con lo que se confirma que el colorante extraído a base de la flor de Jamaica, varía tanto en la localización de su materia prima, como en el tipo de líquido diluyente utilizado.

Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor A (Zona) en el colorante de Jamaica

Tabla 44

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor A, para el colorante de Jamaica.

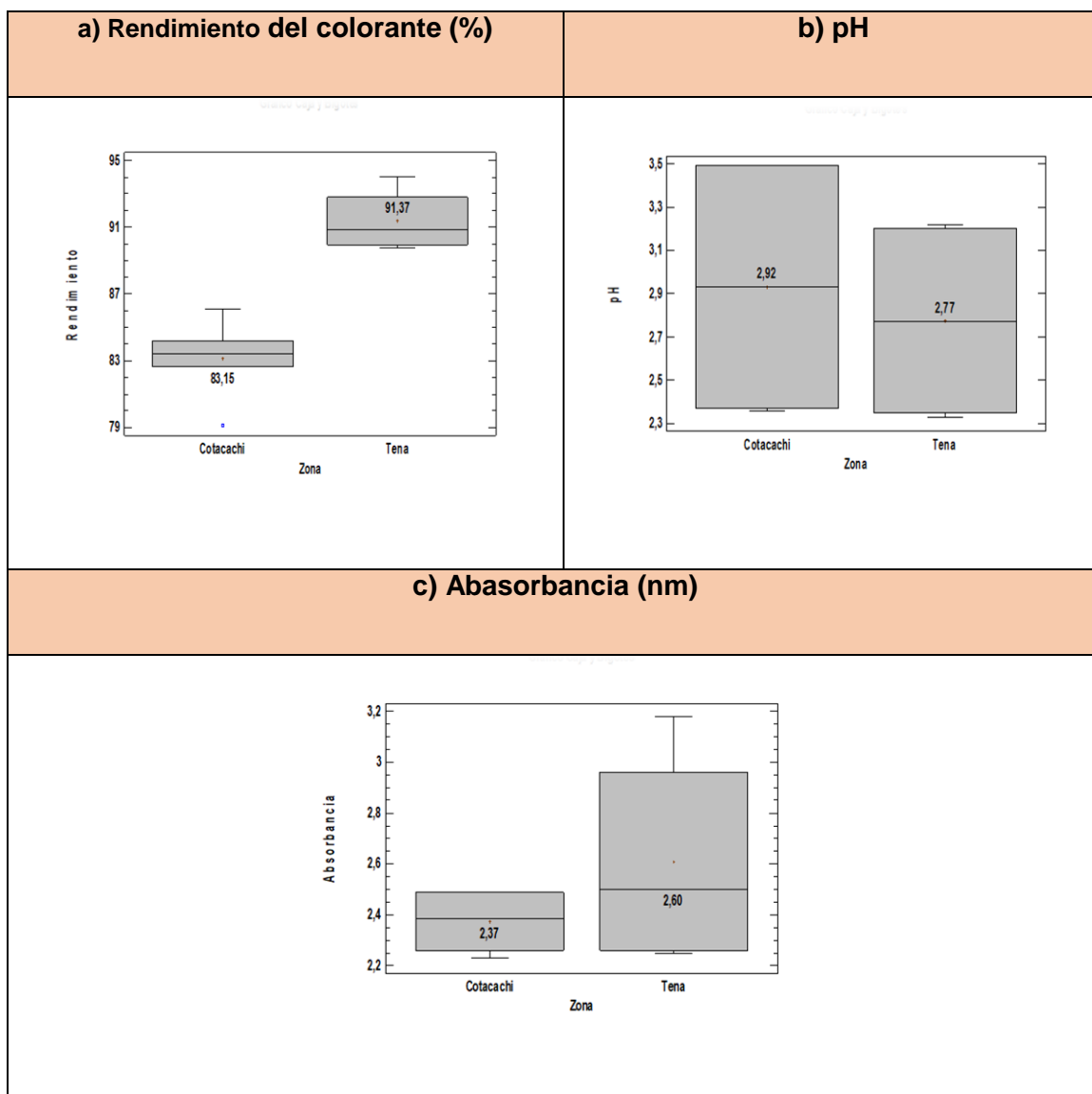
	Rendimiento (%)	pH (%)	Absorbancia (nm)
Cotacachi	83,158 ^b	2,773 ^b	2,373 ^b
Tena	91,37 ^a	2,928 ^a	2,608 ^a

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

Como se aprecia en la tabla 44 y figura 15, en cuanto al factor A (Zona) mediante la prueba de Tukey desarrollada, se ha logrado identificar, que existe una clara diferencia significativa, al comparar las zonas de donde fue proveniente la materia prima, al considerar las variables: rendimiento se identificó a la zona de El Tena como la que presentó los mejores rendimientos (91,37%), en comparación con la zona de Cotacachi (83,158%), en cuanto al pH de la misma forma El Tena, impuso los más altos valores (2,938%), siendo Cotacachi la zona con el pH más bajo en la evaluación (2,773%), finalmente en la variable absorbancia la zona de El Tena obtuvo los mejores resultados obtenidos (2,608nm), mientras que Cotacachi expuso los niveles más reducidos del ensayo (2,373nm), con lo que se confirma, que la mejor calidad de colorante fue proveniente de la zona del Tena.

Figura 15

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor A, del colorante proveniente de la flor de Jamaica



Resultados del análisis de Tukey (Valor-P <0,005), para el Factor B (Tipo de solvente) en el colorante de Jamaica

Tabla 45

Resultados del análisis de Tukey aplicado en el Factor B, para el colorante de Jamaica

	Rendimiento (%)	pH (%)	Absorbancia (nm)
Agua destilada	86,293 ^a	2,357 ^b	2,372 ^b

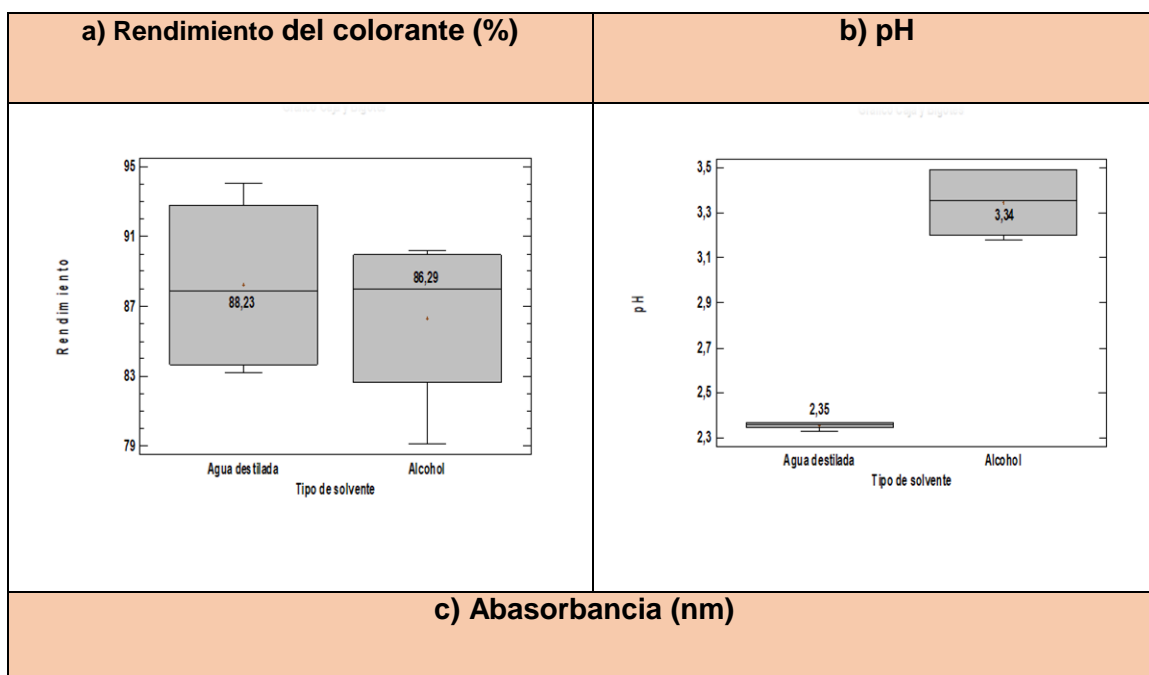
Alcohol	88,235 ^a	3,345 ^a	2,61 ^a
---------	---------------------	--------------------	-------------------

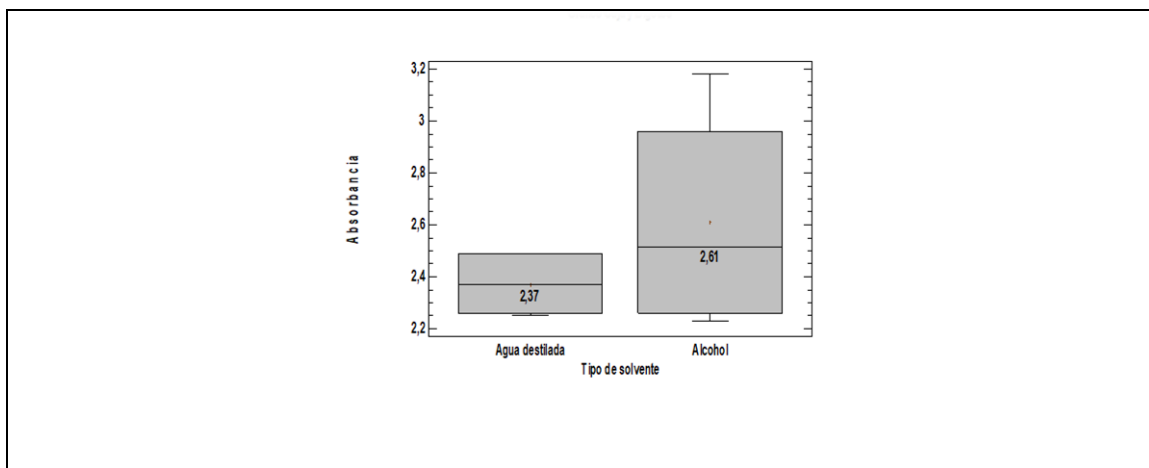
*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

A través de la tabla 45 y figura 16, se ha logrado identificar, que existe diferencia significativa en cuanto al factor B (Tipo de solvente), al considerar la variable pH, en donde se identificó al tipo de solvente alcohol como el mejor al presentar los más altos valores (3,345%), siendo el agua destilada, el tipo de solvente, con el pH más bajo en la evaluación (2,357%), en cuanto a la variable absorbancia el alcohol obtuvo los mejores resultados obtenidos (2,61nm), mientras que el agua destilada expuso los niveles más reducidos del ensayo (2,372nm), con lo que se confirma, que la mejor calidad de colorante se obtiene al utilizar etanol. Sin embargo dentro de la variable rendimiento no existió diferencia significativa, es decir el rendimiento es idéntico, sin importar el tipo de solvente utilizado.

Figura 16

Gráficos de las medias y 95% de Tukey, correspondientes al Factor B, del colorante proveniente de la flor de Jamaica.





Resultados de las interacciones de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en la obtención del colorante proveniente de la flor de Jamaica

Tabla 46

Tabla de interacciones de los factores A y B

Factor A (Zona)	Factor b (Levadura)	Rendimiento (%)	pH (%)	Absorbancia (nm)
Cotacachi	Agua destilada	83,68 ^a	2,37 ^a	2,49 ^a
Cotacachi	Alcohol	82,64 ^a	3,49 ^b	2,26 ^a
Tena	Agua destilada	88,23 ^b	2,35 ^a	2,26 ^a
Tena	Alcohol	86,29 ^b	3,2c ^b	2,96 ^b

*Las medias con letras idénticas, no son significativas.

Como se puede visualizar en la tabla 46 y la figura 17, en cuanto a la variable rendimiento, se aprecia que la interacción de El Tena* Agua destilada generó los mejores rendimientos (88,23%), seguidos de Tena* Alcohol (86,29%), de forma contraria, la interacción Cotacachi* Alcohol presentó los más bajos rendimientos (82,64%).

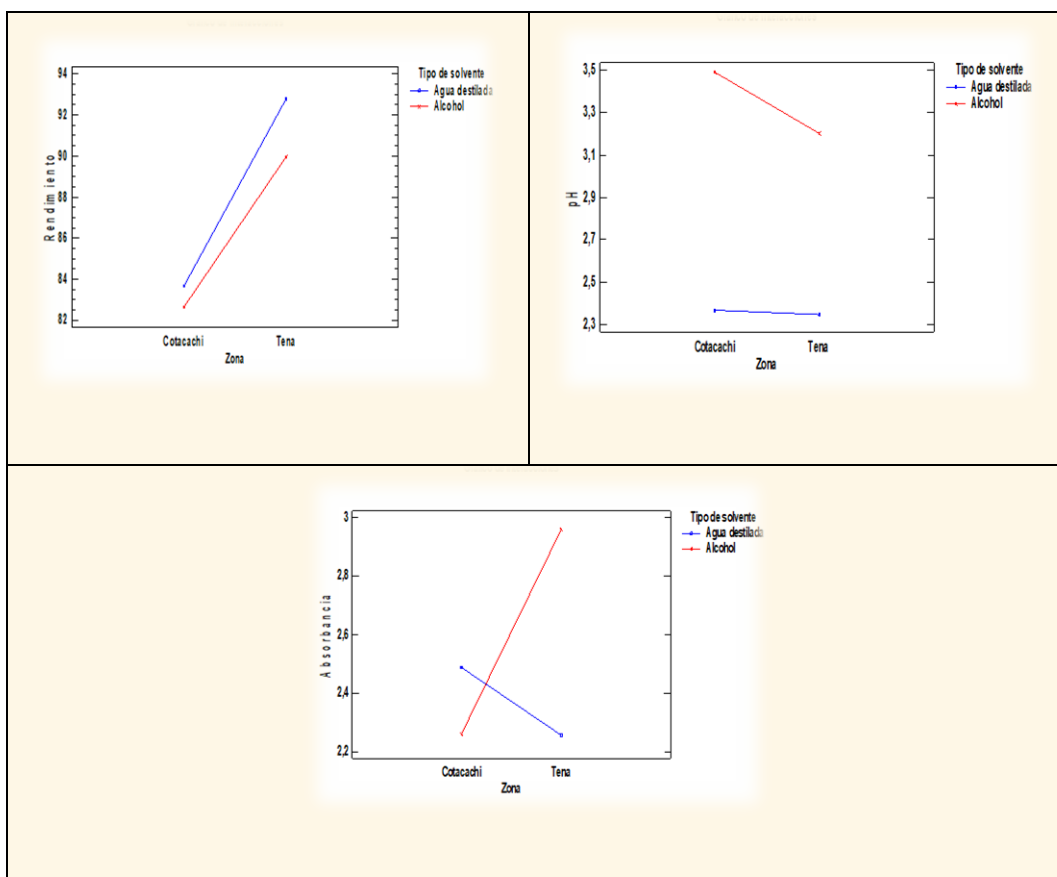
En el caso del pH del colorante de la flor de Jamaica, las interacción de Cotacachi* Alcohol, presentó los mejores resultados (3,49%), seguido de la

interacción El Tena* Alcohol (3,20%), mientras que El tena*Agua destilada generó los más bajos resultados (2,35%).

Así mismo en la variable que mide la cantidad de absorbancia, la interacción El Tena*Alcohol mostró los más altos niveles dentro del ensayo (2,96 nm), por otra parte se estableció que no hay diferencia entre las restantes interacciones.

Figura 17

*Gráficos correspondientes al efecto de la interacción de los factores A*B, sobre las variables estudiadas, en la obtención del colorante proveniente de la flor de Jamaica.*



Capítulo V

Discusión

Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica

Al considerar la variable rendimiento se logró conocer que el vino de Jamaica elaborado en la zona del Tena, utilizando S.C.A.F.J. (mosto), alcanzó los mejores rendimientos (95,06%), con lo que se confirma que es el mejor tratamiento en cuanto a la variable rendimiento, lo que es corroborado por Salazar (2010), quien obtuvo el 76,92% de rendimiento, en la producción de vino de manzana, al utilizar *S. cerevisiae* (mosto limpio). Cabe recalcar que, en la producción de vino, se obtienen los mejores rendimientos (Ronquillo, Lazcano, Pérez, Cabrera & Lazcano, 2016), cuando se utiliza el mosto como agente causal de la fermentación, como se ha mostrado en la presente investigación.

De forma similar, en la variable densidad relativa, la zona del Tena generó los más altos resultados, en donde la levadura que provocó mayor densidad fue S.C.A.F.J. (mosto) con 1,05 g/cc mientras que S.C., produjo 1,04 g/cc. Los valores de densidad obtenidos dentro del presente estudio, resultaron estar dentro del rango de densidad obtenidos por Tipán (2017), quien obtuvo como mayor y menor resultados 1,11 y 1,04 g/cc en la elaboración de vino de piña. Aun cuando los resultados obtenidos, no son muy elevados como los del autor Tipán, estos fueron mayores a los conseguidos por Zambrano (2013), quien consiguió una densidad de 0.99 g/cc durante la elaboración de vino de grosella.

Al considerar la acidez titulable, dentro la presente investigación los valores más elevados los generó S.C. (0,58 g/ml), sobre la muestra proveniente del Tena, lo que resultó ser un grado de acidez elevado, al comparar dichos valores, con los obtenidos por López (2017), quien al elaborar vino de Jamaica obtuvo una acidez

titulable tomando como referencia el ácido cítrico de 0,003 g/ml. Sin embargo, Blouin y Peynaud (2006), mencionan que para que el vino sea de buena calidad, este debe tener un contenido de acidez (ácido cítrico) de 0 a 0,5 g/ml por lo que se afirma que el vino de Jamaica extraído en la presente investigación es de buena calidad, sin importar la zona y la levadura usada.

Así mismo, al tomar en consideración el pH del vino de Jamaica, que se obtuvo en la presente investigación, se conoció que la zona del Tena, presentó los valores más elevados, en donde S.C y S.C.A.F.J. obtuvieron 2,42 y 2,39 % respectivamente. Dentro del estudio realizado por López, González, Guerrero, Mariño, Jácome y Beltrán (2019), sobre el vino de Jamaica, se presentó como el pH normal el valor de 2,42 % por lo que se afirma, que el vino extraído por S.C. es el más favorable. Cabe recalcar, que depende de pH, que el vino tenga un potencial o no de tener problemas microbiológicos, por lo que se estima que un pH mayor a 4 es más susceptible, que aquellos cercanos a 3,5 (Gutiérrez, 2020).

En cuanto a los grados de alcohol del vino de Jamaica evaluado, se conoció que la zona del Tena genera los niveles más elevados, en donde se presentó mayor contenido alcohólico en S.C.A.F.J. (10,01%) y menor nivel en S.C. (7,99%), dentro del mismo marco de ideas, se considera que el vino no debe tener una concentración alcohólica menor de 8,5 % por lo que se afirma que la calidad del vino en esta variable es mejor en S.C.A.F.J., sin embargo los niveles de alcohol obtenidos en la presente investigación, resultaron ser mayores, que el obtenido por López (2017), en su sobre la estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de Jamaica.

Por otra parte, al analizar el conteo de microorganismos (Aerobios), la zona de Tena presentó la mayor cantidad de aerobios en S.C.A.F.J. (0,08 UFC/mL) y la menor cantidad en S.C. (0,01 UFC/mL). Cabe recalcar, que según la Norma

Peruana Sanitaria (2008), mediante la norma establecida, para identificar los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad, para los alimentos y bebidas, establece que el límite permitido de aerobios mesófilos es de 10 UFC/mL. Con lo que se afirma que los dos vinos obtenidos, son aptos para el consumo humano.

Finalmente, en cuanto al conteo de microorganismos (Moho y levadura), la zona de Cotacachi presentó la mayor proporción de dichos microorganismos, sin embargo, en los dos tipos de levadura se obtuvo 0,0015 UFC/mL. Dentro de este margen de ideas se resalta que los vinos para poder ser considerados, aptos para el consumo humano, debe contener menos de 100 microorganismos por ml (Salazar, 2010), ya que un valor elevado puede generar descomposición del producto final (Bonilla, Mayen, Merida & Medina, 2001). Por lo que se afirma que, en esta variable, los dos vinos son aceptables.

Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica

Al analizar la variable rendimiento se logró conocer que el etanol obtenido, utilizando como materia prima el vino proveniente de la flor de Jamaica elaborado en la zona del Tena, utilizando S.C.A.F.J., alcanzó los mejores rendimientos (26,93%), por lo que se estableció como mejor tratamiento al considerar la variable rendimiento. Aunando en el tema, se conoce que la cantidad de etanol, que se puede extraer de un vino de Jamaica es del 22% (González & Sandoval, 2015). Por otra parte, se considera que el rendimiento de etanol, obtenido mediante la destilación del fermentado de pera y piña, es de 8 y 10 % respectivamente (Guzmán, 2013). Con lo que se afirma, que el método de obtención de etanol, es favorable en todos los casos planteados, mediante la presente investigación.

Algo similar ocurrió, en la variable acidez total en donde la zona del Tena generó una alta diferencia en comparación con Cotacachi, sin embargo, los valores

encontrados existió mayor producción de S.C y S.C.A.F.J. (mosto), no tuvo gran diferencia al generar 0,77 y 0,73 g/100 ml (0,0077 y 0,0073 g/ml). Los valores de acidez obtenidos dentro del presente estudio, resultaron ser menores al contenido de acidez, perteneciente a los extractos de la flor de Jamaica, los tiene una acidez total de 0,27 g/ml, como consecuencia directa de la fermentación alcohólica (Ukwuani, 2015).

Al considerar la concentración de ceniza, dentro la presente investigación los valores más elevados los generó S.C.A.F.J. (0,38 g/100 cc), sobre la muestra proveniente de Cotacachi, cabe recalcar que el contenido de cenizas, en las bebidas y alimentos, son considerados, indicadores de la cantidad de minerales y materia orgánica, que realiza funciones metabólicas importantes en el organismo (Márquez, 2014), por lo que se confirma a la muestra de S.C.A.F.J de Cotacachi como la mejor, en la presente variable estudiada.

Así mismo, al tomar en consideración la densidad relativa del Etanol proveniente del vino de la flor de Jamaica, en la presente investigación, se conoció que la zona y el tipo de levadura (0,95 g/cc) no influyen en la densidad relativa, dicha densidad resultó ser favorable, ya que se conoce que la densidad del etanol debe mantenerse dentro del rango de 0,78 a 1,31 g/cc (Martínez & González, 2011).

En cuanto a los espacios libres del envase en donde se colocó de etanol, obtenido de la destilación del vino de Jamaica evaluado, se conoció que la zona del Tena genera los niveles más elevados, en donde se presentó mayor cantidad de espacios libres S.C.A.F.J. (68,79%) y menor en S.C. (62,15%). Cabe reconocer cuando una bebida alcohólica, va a ser comercializada, este debe tener un espacio libre de 2 a 5 % del volumen del envase, según la Norma INEN 365 (1987). Por lo que, se debe tomar en consideración la mencionada normativa, en el caso de destinar el producto a distribución comercial.

Finalmente, en cuanto al grado alcohólico, la zona del Tena presentó la mayor proporción de niveles alcohólicos, cabe recalcar que existió una diferencia de 5,25 % entre los tipos de levaduras S.C. (29 %) y S.C.A.F.J. (34,25 %). Según Hidalgo, Hatta y Palma (2016), el contenido de alcohólico que puede extraerse de un vino está dentro del rango de 22 a 49,68 %. Cabe recalcar, que los vinos provenientes de mostos de frutas, mantienen una concentración alcohólica de 8 a 14% (g/100 ml), según Montoya y Londoño (2005). Por lo que se afirma que las opciones presentadas anteriormente, resultan ser favorables, en cuanto a la extracción de etanol.

En cuanto al uso del reactivo Schiff en Etanol, para identificar la presencia de metanol, se logró conocer que existe una leve presencia de este último. De forma similar al observar los resultados en la prueba del yodo, se descartó la presencia de metanol, en todas las muestras evaluadas. Cabe recalcar que el metanol en cantidades reducidas, se elimina del organismo sin consecuencias, el cual es aceptable bajo una dosis de 2 ml por persona adulta (Shindyapina, Petrunia, Komarova, Sheshukova, Vyacheslav, Kosorukov, Kiryanov & Dorokhov, 2014). Con lo que afirma que el etanol obtenido es apto para el consumo humano, ya que la presencia del mencionado compuesto, puede resultar ser tóxico y un factor de riesgo para la salud de los consumidores (González, Hernández & Hendrik, 2020).

Colorante extraído de la flor de Jamaica

Se ha logrado conocer que, de las muestras obtenidas en la zona del Tena, se logró obtener mayor proporción de rendimiento, mientras que, al considerar el tipo de solvente, el agua destilada consiguió un rendimiento de 88,23% mientras que el alcohol produjo 86,29%. De forma similar dentro del estudio de Arévalo (2012), en donde se evaluó el rendimiento del colorante proveniente de la flor de Jamaica, el máximo porcentaje obtenido fue de 86%, por lo que se afirma que los resultados

obtenidos en la presente investigación son favorables, por ende, se recomienda su extracción en grandes proporciones. Cabe recalcar que el rendimiento no solo depende de la cantidad de extractos obtenidos, sino de la calidad del colorante generado y el valor económico invertido en cada caso (Noriega, Coba, Naikiai & Abad, 2011).

Mediante la presente investigación se logró identificar que el pH del colorante depende de la ubicación de su materia prima (Tena = 2,77 y Cotacachi = 2,92) y el tipo de solvente utilizado (Agua destilada = 2,35 y Alcohol = 3,09). Considerando que el pH es un factor determinante en la tonalidad de un colorante, se afirma que, dependiendo de la necesidad del fabricante, se debe balancear el pH del colorante extraído, el cual al ser ácido presenta una coloración levemente roja, mientras que al ser neutro este tiende a ser azul violeta y al acercarse el pH a una alcalinidad el colorante, obtiene una coloración verde oscura, debido a la estabilidad de las antocianinas (Ordóñez & Saavedra, 2016). Cabe recalcar que el pH del colorante proveniente de la flor de Jamaica, depende del estado en el cual se realice la extracción, siendo la media común de la flor fresca y seca; 3,15 y 2,50 respectivamente (Llamuca, 2018), en el presente caso, se utilizó la flor fresca, con lo que se confirma, una buena manipulación de la materia prima.

Finalmente, dentro del presente estudio se logró identificar, que existe mayor absorbancia en el colorante obtenido con materia prima del Tena, utilizando alcohol (2,61%), de forma contraria, existe menor absorbancia en las muestras provenientes de Cotacachi, al utilizar agua destilada como solvente. Según García, Quintero y López (2004), el nivel de absorbancia determina la capacidad de absorción de los colorantes en el organismo y su facilidad de asimilación, por lo que se afirma que el colorante del Tena utilizando alcohol es el mejor tratamiento. Sin embargo, Menéndez (2009), menciona que el tipo de solvente, es un factor que se debe considerar, dependiendo de la finalidad del colorante (alimenticio o industrial), pues

existen organismos que asimilan de formas diferentes o no reaccionan de manera similar.

Capítulo VI

Conclusiones

Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica

En cuanto al vino proveniente de la flor de Jamaica, se logró identificar a la zona del Tena como la mejor zona productora de la materia prima, ya que con estas muestras se logró conseguir los mejores resultados, en cuanto a las variables físico-químicas, de rendimiento, densidad relativa, acidez titulable, pH y grados de alcohol. Mientras que en las variables referentes al conteo de microorganismos, como aerobios mesófilos, la zona que generó mayor proporción de dichos microorganismos fue Tena, de forma contraria la zona de Cotacachi presento mayor cantidad de moho-levaduras, con ello se afirma que la fuente de la materia prima, si tiene influencia, en la calidad y características físico-químicas del producto terminado.

A su vez, al considerar el tipo de levadura utilizada en la elaboración del vino de Jamaica, se identificó que los mejores rendimientos, densidad relativa y grados de alcohol los proporciona S.C.A.F.J., mientras que S.C., obtuvo los más altos valores en cuanto a la acidez titulable y pH. Mientras que al considerar el conteo de los microorganismos existió mayor presencia de aerobios mesófilos en las muestras provenientes del Tena, por otra parte, la presencia de moho-levaduras fue nula, en ambos casos.

Con los resultados antes expuestos, se puede afirmar que las muestras obtenidas de la zona del Tena, mediante la utilización de S.C.A.F.J., tiende a generar los mejores resultados físico-químicos. Sin embargo dependiendo de la necesidad y facilidad de obtención de la materia prima e insumos, el fabricante

puede hacer uso de cualquiera de los métodos planteados, ya que en ciertos casos, al comparar entre ellos los tratamientos se diferenciaron, pero no resultados en ningún caso estar fuera de los rangos idóneos, para la elaboración y comercialización de un producto terminado.

Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica

Al considerar el rendimiento, de la obtención de etanol, proveniente del vino elaborado a base de la flor de Jamaica, se logró identificar que el Tena, proporciona los mejores rendimientos en comparación con la zona de Cotacachi.

Mientras que, al tomar en consideración, las características físico-químicas del etanol, se logró apreciar que la zona de Cotacachi, generó los valores más altos en cuanto a la ceniza y densidad; a su vez la zona del Tena se destacó en cuanto a las variables acidez titulable y grado alcohólico. Por otra parte, al estimar el porcentaje de espacios libres, la zona del Tena se estableció como la más elevada.

En cuanto al tipo de levadura utilizada para desarrollar la extracción del etanol, se estableció que S.C.A.F.J., permite generar mayor rendimiento, cantidad de ceniza, grados de alcohol y espacios libres, por lo que se confirma la utilidad de la mencionada levadura, como la mejor opción al momento buscar, extraer etanol del vino de Jamaica.

Finalmente, dentro de las pruebas utilizadas (reacción de Schiff y Prueba de Yodo), para la identificación de metanol, en el etanol extraído se confirmó que no existe presencia de metanol, por lo que se promueve la libre comercialización (obviamente aplicando los protocolos de calidad de las bebidas alcohólicas) del mencionado etanol, ya que no existe riesgo, para la salud humana, ante su ingesta.

Colorante extraído de la flor de Jamaica

Por medio de la presente investigación, en cuanto a la obtención de colorante a partir de la flor de Jamaica fresca, al tomar en cuenta la ubicación de la obtención de la materia prima, se registró que la zona del Tena, proporciona los más altos rendimientos y porcentajes de absorbancia, mientras que con las muestras provenientes de Cotacachi el pH del colorante tiende a ser mayor.

Al tomar en consideración el tipo de solvente utilizado en la extracción del colorante proveniente de la flor de Jamaica, se conoció que el agua destilada, proporciona mayores porcentajes de rendimientos, pero bajos valores de pH y absorbancia, mientras que, en las dos últimas variables, la utilización de alcohol, como solvente les permite subir sus proporciones. Por ello se concluye que la zona y el tipo de solvente que se utilice, en una posterior investigación o producción comercial del colorante, debe ser considerada, según los aspectos económicos y facilidad de obtención de los insumos.

Recomendaciones

Vino obtenido a partir de la flor de Jamaica

De forma general se recomienda, el uso de materia prima proveniente de la zona del Tena y el uso de levadura originaria de S.C.A.F.J., ya que los mencionados insumos, presentaron los mejores resultados, dentro de las variables estudiadas. Durante todo el proceso de elaboración del vino, utilizar todos los equipos, utensilios y vestimenta de protección, en cada proceso que se desarrolle, para asegurar la inocuidad y calidad del vino obtenido.

A toda costa prevenir y evitar que exista contacto directo con el ambiente, durante el proceso de fermentación, utilizando contenedores que sellen los contenidos, de forma hermética, con la finalidad de eliminar la opción de que se genere un crecimiento poblacional de microorganismos patógenos en el producto.

Respetar estrictamente los tiempos establecidos, para llevar a cabo de forma correcta la fermentación alcohólica, la misma que es recomendada entre 10 a 20 días.

Si bien es cierto el proceso de elaboración de vino, abarca todas las acciones desde la obtención de la materia prima, hasta su comercialización, por ende, se recomienda cuidar del almacenamiento, el cual debe ser a una temperatura ambiente (20°C), ya que, en esta última fase, se puede perder la producción.

Etanol extraído a partir del vino obtenido de la flor de Jamaica

Si bien es cierto en la actualidad, las principales fuentes de materias primas son destinadas al consumo alimenticio, por lo cual se recomienda realizar, más investigaciones que fomenten la generación de subproductos, para maximizar los recursos y evitar desperdicios orgánicos, tomando como ejemplo la presente investigación, al extraer etanol, del vino generado a base de la flor de Jamaica.

Tomar en consideración, las normas INEN establecidas, para regular y promover la inocuidad de los alimentos o bebidas, con la finalidad de brindar seguridad alimentaria a la población consumidora.

Dentro de los procesos que identifican la calidad de los licores, se debe tomar conciencia de los prejuicios que puede provocar una alta cantidad de metanol, en sus componentes, por lo que se recomienda, especialmente a los productores artesanales, se establezcan pruebas, que identifique la presencia o no de metanol, como se llevó a cabo en la presente investigación.

Colorante extraído de la flor de Jamaica

Se recomienda realizar una posterior investigación, bajo el mismo procedimiento, pero utilizando como materia prima la flor seca de Jamaica, para lograr definir de forma concreta el mejor estado fisiológico de la flor, para la obtención del colorante vegetal.

A más de las variables analizadas, se recomienda agregar en posteriores investigaciones, evaluaciones sobre la fijación y optimización de los colores obtenidos.

Desarrollar un análisis económico, sobre la elaboración del vino, etanol y colorante, para poder brindar diferentes alternativas a los fabricantes y comparar la rentabilidad económica de la utilización de los distintos métodos planteados, en la presente investigación.

Capítulo VII

Bibliografía

- Aguilar, P. K. (2016). *Pruebas de identificación de metanol y etanol*. Machala: UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA.
- Aguilar, P. K. (2016). *Pruebas de identificación de metanol y etanol*. Machala: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. Obtenido de https://issuu.com/kattheriineaguilar/docs/pruebas_de_identificacion_del__met
a
- Arévalo, J. (2012). *Propuesta de un extracto colorante a partir de Hibiscus sabdariffa (flor de Jamaica) para ser utilizado en la industria textil*. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2747/1/Ar%C3%A9valo%20Cea%2C%20Jessica%20Magali.pdf> Obtenido el 22 de febrero de 2022.
- Arrascue, L. (2018). *Usos de la flor de Jamaica*. Trapoto, Perú: San Martín Editorial.
- Arriaga, L. (2007). *Caracterización, extracción y estabilidad de los colorantes naturales presentes en el cáliz de Hibiscussabdariffa L. (rosa de jamaica) como alternativa de consumo del colorante artificia Irojo No.40*. Guatemala: Tesis para optar al título de licenciatura de Química Farmacéutica.
- Blouin, J., & Peynaud, É. (2006). *Enología práctica: conocimiento y elaboración de vino* (Cuarta ed.). Barcelona: Mundi-Prensa. Disponible en: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484761600/enologia-practica--conocimiento-y-elaboracion-del-vino--> Obtenido el 23 de febrero de 2022.
- Boareto, A., & Muroaka, T. (1997). *Fertilización foliar: problemas y perspectivas*. Argentina: INTA.

- Bonilla, F., Mayen, M., Merida, J. & Medina, M. (2001). Yeasts used as fining treatment to correct browning in white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1928 - 1933.
- Camelo, G. (2013). *Caracterización Química Y Colorimétrica de Cultivares de Jamaica (HibiscussabdariffaL.)*. Zaragoza, España: Tesis para optar al Grado de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos. Departamento de Biotecnología. Instituto Politécnico Nacional.
- 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*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Chavarria, L. (2015). *Producción de la flor de Jamaica*. Tena, Ecuador: Edinum.
- Chávez, J. (2018). *Flor de Jamaica en Ecuador*. Puyo, Ecuador: Lazarillo de Tormes Editorial.
- Cid-Ortega, S., & Guerrero, J. (2018). *Propiedades funcionales de la jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Cali, Colombia: Colombia Editorial.
- Coque, C. (2000). *Efecto de cuatro bioestimulantes en el cultivo de Vainita (Phaseolus vulgaris)*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el Título de: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Fuentes, W. (2005). *Extracción, cuantificación y estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de Prunus capulí Cav. (Cereza) RubusurticaefoliusPoir (Mora) y Sambucuscanadensis L. (Saúco) RubusurticaefoliusPoir (Mora) y Sambucuscanadensis L. (Saúco)*.

Guatemala: Tesis para optar al título de licenciatura de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Galicia, L. (2019). *Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) nacional e importada* (Vol. I). Barcelona, España: Mundi-Prensa.

García, G., Quintero, R. & López, M. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México, D.F: LIMUSA, S.A.

González, H., Hernández, J. & Hendrik, J. (2020). Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave. *RIVAR (Santiago)*, 7(19), 1-21. <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v7i19.4246>

González, Y. & Sandoval, E. (2015). *Elaboración de vino de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) en el periodo marzo-diciembre 2015*. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5323/1/231468.pdf>
Obtenido el 25 de febrero de 2022.

Gutiérrez, M. (2020). Vino de mora (*Rubus ulmifolius*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) con propiedades antioxidantes y nutricionales como un producto innovador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/06/vino-mora-flor-jamaica.html>
Obtenido el 23 de febrero de 2022.

Guzmán, R. (2013). *Obtención de licor, mediante la destilación del fermentado de pera y piña*. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/17053/25-1-16616.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Obtenido el 25 de febrero de 2022.

Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S., & Nelson, W. (2014). *Soil fertility and fertilizers*. North Carolina State University: Pearson Prentice Hall.

- Hidalgo, Y., Hatta, B. & Palma, J. (2016). Influencia del nivel de fermentación del vino base sobre algunos compuestos volátiles del Pisco Peruano de uva Italia. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(2), 128-141.
- INEN 340. (1994). *BEBIDAS ALCOHÓLICAS. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL ETÍLICO. MÉTODO DEL ALCOHOLÍMETRO DE VIDRIO*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 341. (1978). *DETERMINACION DE LA ACIDEZ EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización .
- INEN 348. (1978). *DETERMINACION DE CENIZAS EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 359. (1978). *DETERMINACIÓN DEL ESPACIO LIBRE*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 381. (1985). *DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE MÉTODO POTENCIOMETRO DE REFERENCIA*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 389. (1986). *CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DE ION HIDROGENO (pH)*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 391. (1986). *DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura. (2006). *Cultivo de Jamaica*. Costa Rica: s.p.
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Agroamérica.

- Llamuca, A. (2018). *Extracción de colorantes naturales de Jamaica (Hibiscus sabdariffa), mora Andina (Rubus glaucus) y uva (Vitis vinífera) para el uso en la industria de alimentos*. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8904/1/56T00794.pdf>
Obtenido el 22 de febrero de 2022.
- López, C. (2017). *Estudio de estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L) en el almacenamiento*. Disponible en:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16679/1/68767_1.pdf
Obtenido el 23 de febrero de 2022.
- López, C., González, C., Guerrero, M., Mariño, G., Jácome, B. & Beltrán, E. (2019). Estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) en el almacenamiento la Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 105-118. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.09>
- Márquez, B. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones*. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA> Obtenido el 25 de febrero de 2022.
- Martínez, M. & González, E. (2011). Índices de refracción, densidades y propiedades derivadas de mezclas binarias de solventes hidroxílicos con líquidos iónicos (1-etil-3- metilimidazolio etilsulfato y 1-metil-3- metilimidazolio metilsulfato) de 298,15 a 318,15 K. *Revista Colombiana de Química*, 40(2), 247-267.
- Menendez, W. (2009). *Obtención de colorante para su uso en yogurt a partir de la flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) y del mortiño (Vaccinium mytillus l)*. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/950>
Obtenido el 22 de febrero de 2022.

- Molina, S. (2010). *Descubrimiento de la flor de Jamaica*. Guatemala: Libro Editorial.
- Montoya, Á. & Londoño, J. (2005). Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) con diferentes porcentajes de pulpa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía -Medellín*, 58(2), 2963-2973.
- Morton, J. (2017). *Fruits of Warm Climates*. Miami, Estados Unidos: Morton Editorial.
- Morton, L., & Moyao, P. (2016). *Origen de los flor de Jamaica*. Distrito Federal México, México: AGTE Editorial.
- Noriega, P., Coba, P., Naikiai, J. & Abad, J. (2011). Extracción, pruebas de estabilidad y análisis químico preliminar de la fracción colorante obtenida a partir del exocarpo del fruto de Renealmia Alpinia. *La Granja*, 13(1), 13-20.
- Norma INEN 365. (1987). *Bebidas Alcohólicas, Whisky, Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria*. Disponible en:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/365-2.pdf> Obtenido el 25 de febrero de 2022.
- Norma Peruana Sanitaria (2008). *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad, para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Disponible en:
https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf Obtenido el 25 de febrero de 2022.
- Ordóñez, I. & Saavedra, R. (2016). *Extracción y uso de colorantes natural de la flor de jamaica (Hibiscus Sabdariffa) como alternativa para la elaboración de salchicha y yogur*. Disponible en:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23488> Obtenido el 22 de febrero de 2022.

- Ronquillo, A., Lazcano, V., Pérez, I., Cabrera, S. & Lazcano, M. (2016). Elaboración y caracterización de vino de frutas e infusión de hierbas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 366-371.
- Salazar, G. (2010). *Estudio de la influencia de tres variedades de levaduras vínicas (Saccharomyces bayanus (LALVIN EC1118), Saccharomyces bayanus (LALVIN QA23), Saccharomyces cerevisiae var. cerevisiae (Lalvin icv opale)) y levadura de panificación (Saccharomyces cerevisiae) en la calidad sensorial del vino de manzana, variedad Emilia (Malus communis - reineta amarilla de blenheim)*. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/852/1/AL440%20Ref.%203286.pdf> Obtenido el 23 de febrero de 2022.
- Shindyapina, A., Petrunia, I., Komarova, T., Sheshukova, E., Vyacheslav S., Kosorukov, V., Kiryanov, G. & Dorokhov, Y. (2014). Dietary Methanol Regulates Human Gene Activity. *PLoS ONE* 9(7-e102837), 1-16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102837>
- Suliman, A., Ali, O., Babalola, S., & Idriss, S. (2011). *Compositional attributes of the calyces of roselle*. Miami, Estados Unidos: Journal of Food Technology in Africa.
- Tipán, C. (2017). *Vino de piña (Ananas comosus L.) con tres concentraciones de miel de abeja en el cantón Quevedo - 2017*. Disponible en:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2284/1/T-UTEQ-0047.pdf>
Obtenido el 23 de febrero de 2022.
- Ukwuani, N. (2015). *Antihypertensive activity of Hibiscus Sabdariffa aqueous calyx extract in Albino*. Researchgate. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/321587628_Antihypertensive_activit

y_of_Hibiscus_Sabdariffa_aqueous_calyx_extract_in_Albino_rats Obtenido el 25 de febrero de 2022. (INEN 381, 1985)

Zambrano, A. (2019). *Flor de Jamaica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Utopía.

Zambrano, J. (2013). *Obtención de Vino de Grosella, (Ribes grosseulacia) mediante fermentación anaerobia. Cantón Mocache, Ecuador 2013*. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/319> Obtenido el 23 de febrero de 2022.